

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT KROMIUM (Cr), BESI (Fe)  
DAN SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA RAWA DI SEKITAR TPA  
GAMPONG JAWA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**MUHAMMAD IKSAN**

**NIM. 140702034**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2020 M / 1441 H**

**LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT KROMIUM (Cr), BESI (Fe)  
DAN SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA RAWA DI SEKITAR TPA  
GAMPONG JAWA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Sebagai Salah Satu Persyaratan Tugas Akhir

Prodi Teknik Lingkungan

Oleh

**MUHAMMAD IKSAN**

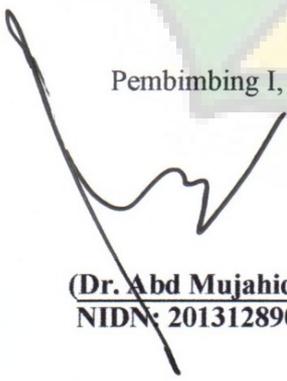
**NIM 140702034**

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

Disetujui Untuk Diseminarkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**(Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc)**  
**NIDN: 2013128901**

  
**(Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc)**  
**NIDN: 2015118002**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT KROMIUM (Cr), BESI (Fe)  
DAN SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA RAWA DI SEKITAR TPA  
GAMPONG JAWA**

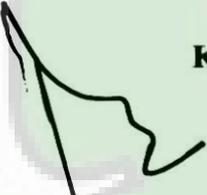
**TUGAS AKHIR**

**Telah Diuji Oleh Panitia 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: Kamis, 03 September 2020**

**Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi**

**Ketua**

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

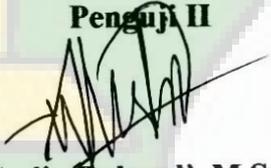
**Sekretaris**

  
**Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.**  
**NIDN. 2013128901**

**Penguji I**

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

**Penguji II**

  
**Aulia Rohendi, M.Sc.**  
**NIDN. 201004822**

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



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

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iksan  
NIM : 140702034  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr), Besi (Fe) dan Suseptibilitas Magnetik pada Rawa di sekitar TPA Gampong Jawa.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
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 kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan 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, 24 Agustus 2020

Yang Menyatakan



(Muhammad Iksan)

## ABSTRAK

Nama : Muhammad Iksan  
NIM : 140702034  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr), Besi (Fe)  
Dan Suseptibilitas Magnetik Pada Rawa Di Sekitar TPA  
Gampong Jawa  
Tanggal sidang : 3 September 2020  
Tebal Skripsi : 50 Halaman  
Pembimbing I : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc.  
Pembimbing II : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.  
Kata Kunci : Logam Berat Kromium (Cr), Besi (Fe) dan Suseptibilitas magnetik.

Logam berat seperti Kromium (Cr) dan Besi (Fe) memiliki pengaruh besar apabila masuk ke dalam tubuh manusia, terutama berpengaruh terhadap sel-sel dan organ tubuh, sehingga perlu dihindari terjadinya pemaparan logam berat berbahaya tersebut. Kecamatan Kutaraja memiliki TPA yang terletak di Gampong Jawa yang menghasilkan limbah yang dapat berbahaya bagi lingkungan sekitar. Maka dari itu perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat kualitas sedimen pada rawa di sekitar TPA gampong Jawa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat Cr, Fe dan suseptibilitas magnetik pada rawa di sekitar TPA Gampong Jawa. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kontaminasi Cr dan Fe serta suseptibilitas magnetik pada sedimen di rawa Gampong Jawa. Adapun metode yang digunakan adalah preparasi sampel, analisis sifat magnetik, analisis XRF dan SEM, Analisis Indeks Geoakumulasi dan pengolahan data.

Berdasarkan dari Hasil analisis logam berat Cr dan Fe menunjukkan pada tabel 4.2 bahwa kandungan logam berat pada rawa di sekitaran TPA tidak melewati ambang batas untuk lingkungan dan makhluk hidup.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahman dan rahim-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “**Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr), Besi (Fe) Dan Suseptibilitas Magnetik Pada Rawa Di Sekitar TPA Gampong Jawa**”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menerima banyak sekali bantuan, dukungan, kritik, saran dan doa, sehingga Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, beserta sanak saudara yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama penyelesaian Tugas Akhir.
2. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc. Selaku Pembimbing I, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc Selaku Pembimbing II, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan Tugas Akhir.
4. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
5. Ibu Yeggi Darnas, S.T. M.T. Selaku dosen Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan arahan, motivasi dan dukungan selama masa perkuliahan.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc. selaku kepala Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberikan arahan dan dukungan.

7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
8. Terimakasih kepada Ibu Ida Riani yang telah membantu proses administrasi penulis sepanjang masa studi penulis.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Lingkungan angkatan 2014 yang selalu memberikan dorongan semangat serta motivasi.

Akhir kata penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan limpahan berkah dan rahmat-Nya. Semoga penulisan ini bermanfaat untuk pengembangan keilmuan dan pengetahuan di masa depan.

Banda Aceh, September 2020  
Penulis,

Muhammad Iksan

## DAFTAR ISI

<b>LEMBARAN PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBARAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Rumusan Masalah.....	2
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Kecamatan Kutaraja, Gampong Jawa, Banda Aceh.....	3
2.2 Pencemaran Logam Berat .....	4
2.2.1 Kromium (Cr).....	5
2.2.2 Besi (Fe) .....	7
2.3 Suseptibilitas Magnetik.....	7
2.4 Perhitungan Indeks Geoakumulasi.....	8
2.5 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM-EDS) .....	8
2.6 <i>Atonomik Absorption Spektrofotometer</i> (AAS) .....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Pendekatan Penelitian .....	10
3.2 Diagram Alur Penelitian .....	10
3.3 Lokasi Pengambilan Sampel.....	11
3.4 Metode Pengambilan Sampel Sedimen.....	12
3.5 Preparasi Sampel.....	13

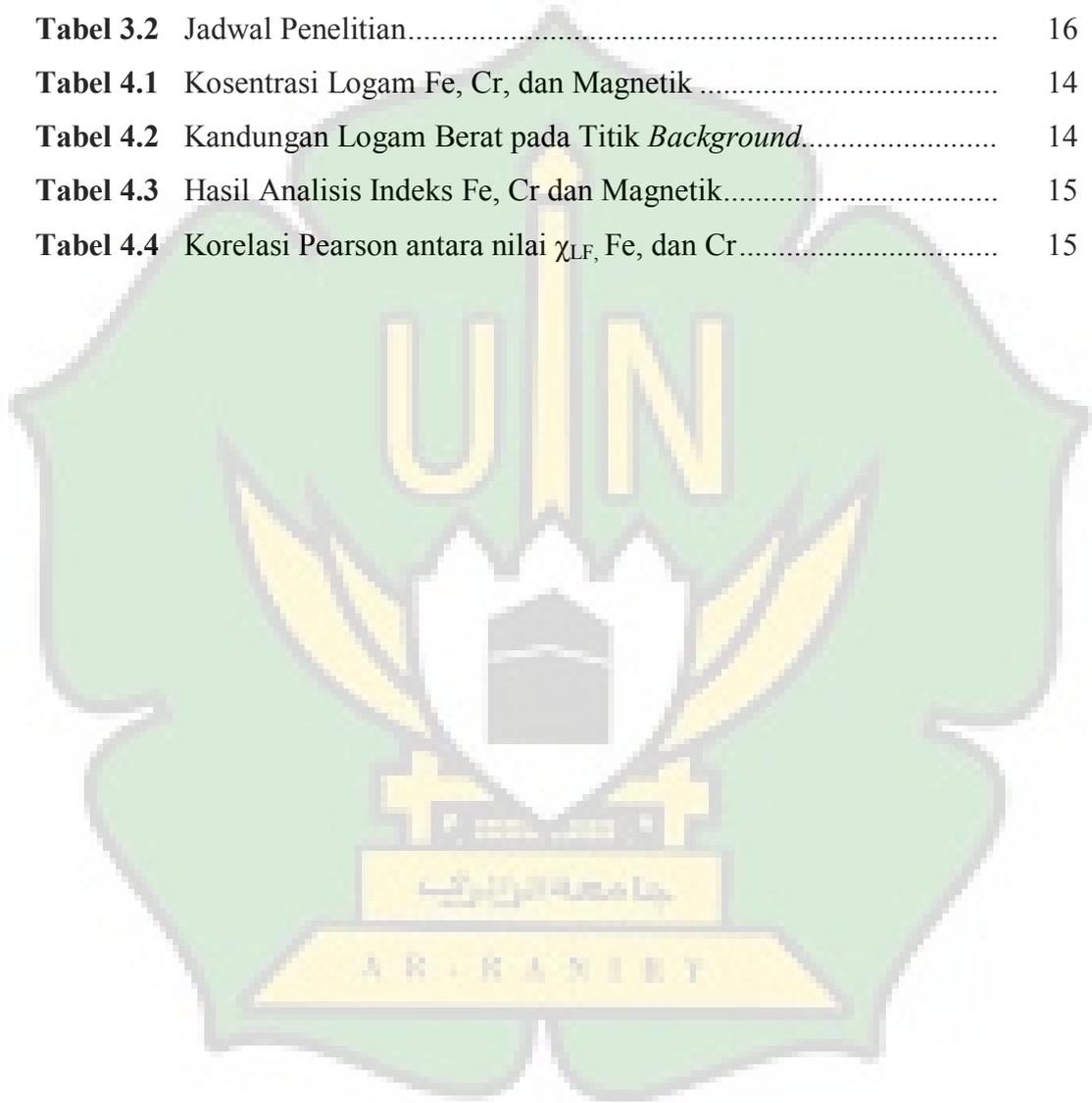
3.6 Analisis sifat Magnetik .....	14
3.7 Analisis XRF dan SEM .....	15
3.8 Analisis Statistik SPSS dan Indeks Geoakumulasi .....	15
3.8.1 <i>Statistical package for the social Sciences</i> (SPSS) .....	15
3.8.2 Indeks Geoakumulasi ( $I_g$ ) .....	16
3.9 Pengolahan Data .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>17</b>
4.1 Waktu dan Jadwal Penelitian .....	17
4.2 Pengambilan Sampel Sedimen .....	18
4.3 Hasil Analisis Kimia .....	18
4.4 Hasil Analisis Indeks Geoakumulasi .....	19
4.5 Hasil Analisis Suseptibilitas Magnetik .....	20
4.6 Analisis Statistik .....	20
4.7 Analisis SEM-EDS .....	21
4.8 Pembahasan .....	22
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>26</b>
5.1 Kesimpulan .....	26
5.2 Saran .....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>29</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>33</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Peta Administrasi Kecamatan Kutaraja.....	3
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alur Penelitian.....	11
<b>Gambar 3.2</b>	Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....	12
<b>Gambar 3.3</b>	Alat Pengambilan Sampel Sedimen .....	13
<b>Gambar 3.4</b>	Tahapan pengambilan sampel sedimen .....	13
<b>Gambar 3.5</b>	Tahapan Preparasi Sampel .....	14
<b>Gambar 4.1</b>	Pengambilan sampel Menggunakan Perahu .....	18
<b>Gambar 4.2</b>	Hasil Analisis Interpolasi Kriging.....	20
<b>Gambar 4.3</b>	Analisis Statistik Pearson .....	21
<b>Gambar 4.4</b>	Foto SEM dan EDS .....	22

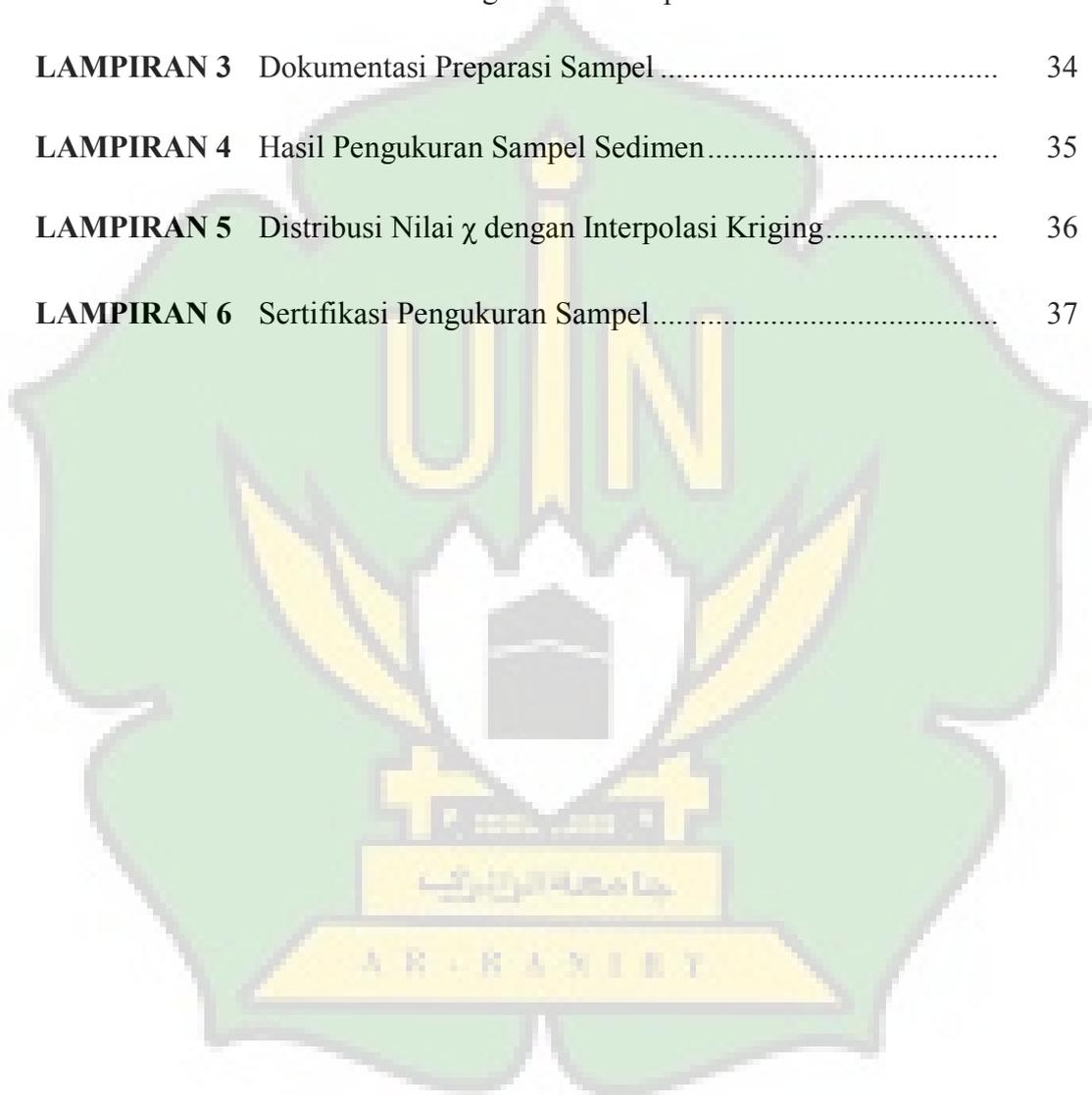
## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b>	Titik Koordinat Pengambilan Sampel .....	14
<b>Tabel 3.2</b>	Jadwal Penelitian.....	16
<b>Tabel 4.1</b>	Kosentrasi Logam Fe, Cr, dan Magnetik .....	14
<b>Tabel 4.2</b>	Kandungan Logam Berat pada Titik <i>Background</i> .....	14
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Analisis Indeks Fe, Cr dan Magnetik.....	15
<b>Tabel 4.4</b>	Korelasi Pearson antara nilai $\chi_{LF}$ , Fe, dan Cr.....	15



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1</b>	Dokumentasi Lokasi Pengambilan Sampel .....	31
<b>LAMPIRAN 2</b>	Dokumentasi Pengambilan Sampel .....	32
<b>LAMPIRAN 3</b>	Dokumentasi Preparasi Sampel .....	34
<b>LAMPIRAN 4</b>	Hasil Pengukuran Sampel Sedimen .....	35
<b>LAMPIRAN 5</b>	Distribusi Nilai $\chi$ dengan Interpolasi Kriging .....	36
<b>LAMPIRAN 6</b>	Sertifikasi Pengukuran Sampel .....	37



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Air merupakan unsur yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup permukaan bumi. Air permukaan terdiri atas 97% air asin di lautan, 2% masih berupa es, 0,00009% berupa danau, 0,00009% merupakan air tawar di sungai dan sisanya merupakan air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk keberlangsungan makhluk hidup di bumi (Nugroho, 2006). Kualitas air sangat menentukan kesehatan manusia dan organisme dalam kehidupan sehari-hari. Menurut informasi dari United National Environmental program (UNEP), setiap tahun jumlah balita yang meninggal karena penyakit yang berkaitan dengan buruknya kualitas air mencapai 1,8 juta jiwa (The Jakarta Post, 24 Maret 2010), yang salah satunya disebabkan oleh kontaminasi logam berat ke dalam perairan.

Dalam suatu perairan, logam berat yang memiliki toksisitas yang tinggi masuk ke dalam tubuh ikan akan sangat berbahaya jika ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia. Terakumulasi logam berat di dalam tubuh manusia dapat mengganggu reaksi kimia dan menghambat absorpsi nutrisi yang esensial (Nugroho, 2006). Menurut Connel dan Miller (2006) logam berat di dalam air tidak mengalami regulasi oleh organisme air, akan tetapi jika terus menerus terakumulasi dalam tubuh organisme melalui permukaan tubuh, terserap insang, dan melalui rantai makanan. Dalam rantai makanan logam berat akan terakumulasi dalam tubuh fitoplankton. Kemudian fitoplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil dan ikan besar memakan ikan kecil-kecil tersebut. Ikan kecil maupun besar dimakan oleh manusia. Dengan demikian terjadi transfer logam berat melalui rantai makanan. Logam berat yang masuk dalam tubuh manusia melalui rantai makanan akan menyebabkan sejumlah gangguan kesehatan seperti kanker dan gangguan paru-paru (Yudo, 2006).

Muara sungai Krueng Aceh dan Rawa yang bersinambungan berdekatan dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang diduga juga menjadi salah satu

penyebab terjadinya pencemaran di muara Krueng Aceh. Suhendrayatna dan Zurahman (2009) menyatakan bahwa pada sumur gali di sekitar TPA Gampong Jawa telah ditemukan beberapa jenis logam berat seperti Merkuri (Hg), Arsenik (As), Tembaga (Cu), Zink (Zn), Mangan (Mn), Timbal (Pb), dan Cadmium (Cd). Konsentrasi logam berat tersebut belum melewati baku mutu namun dengan nilai probabilitas  $<0,05$  ( $p < 0,05$ ) maka hasil tersebut dapat dipertimbangkan sebagai hasil yang signifikan yang berarti adanya korelasi linier antara jarak TPA sampah terhadap kandungan logam berat pada sumur gali penduduk Gampong Jawa.

Berdasarkan hasil penelitian Sugiyanto dkk. (2018), diketahui kandungan logam berat tertinggi telah terdapat di rawa sekitaran TPA Gampong Jawa adalah Kromium (Cr) dengan konsentrasi 0,0680 mg/L. Nilai rata-ratanya 0,005 mg/L dan dinyatakan telah melewati baku mutu yang ditetapkan dalam PP RI No. 82 Tahun 2001. Oleh karena itu perlu dilakukan investigasi sumber kontaminan Cr yang terkandung dalam sedimen di rawa sekitaran TPA Gampong Jawa.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan rumusan masalah: Bagaimana tingkat kontaminasi Cr dan Fe serta suseptibilitas magnetik pada sedimen di rawa Gampong Jawa?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kontaminasi Cr dan Fe serta suseptibilitas magnetik pada sedimen di rawa Gampong Jawa.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

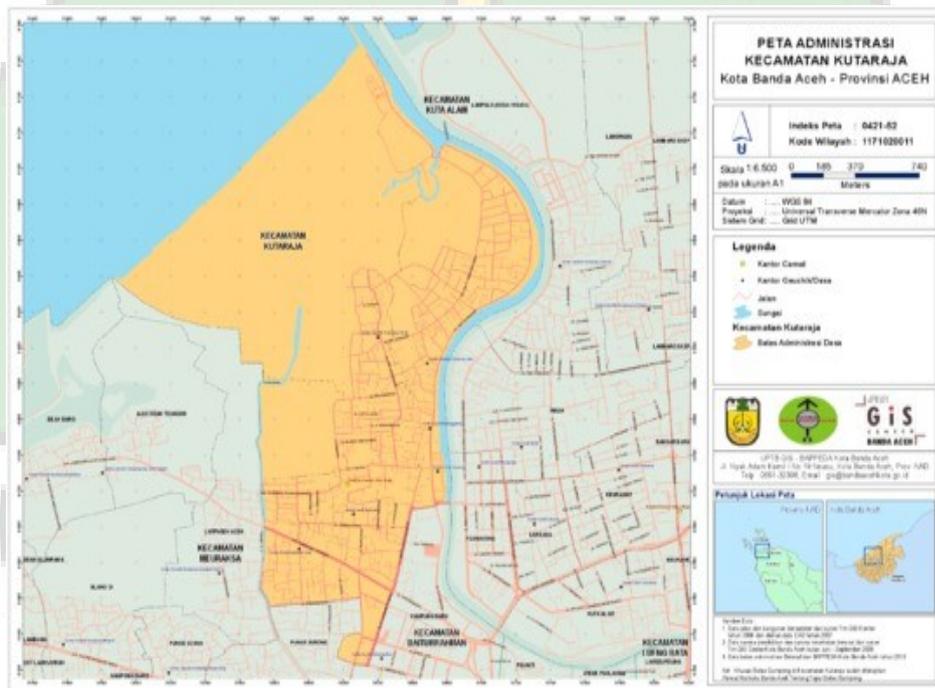
1. Memberi referensi untuk pengendalian penyebaran Cr, Fe dan suseptibilitas magnetik di rawa sekitar TPA Gampong Jawa Banda Aceh.
2. Memberikan informasi bagi pemerintah atau pemangku wewenang dan pengambilan kebijakan Banda Aceh dalam tata kelola perairan di sekitar TPA Gampong Jawa.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kecamatan Kutaraja, Gampong Jawa, Banda Aceh

Kecamatan Kutaraja merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di Kota Banda Aceh dengan luas area 521 km<sup>2</sup>. Kecamatan Kutaraja terdiri dari 6 (enam) Gampong, yaitu Lampaseh Kota, Merduati, Keudah, Pelangahan, Gampong Jawa, dan Gampong Pande. Secara jelas wilayah Kecamatan Kutaraja dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Peta Admistrasi Kecamatan Kutaraja (Bappeda, 2018)

Jumlah penduduk Kecamatan Kutaraja menurut Badan Pemerintahan Statistik (BPS) pada tahun 2015 adalah sebesar 12.831 jiwa rata-rata kepadatan penduduk/desa adalah 2.139. Kecamatan Kutaraja memiliki TPA yang terletak di Gampong Jawa yang menghasilkan limbah yang dapat berbahaya bagi lingkungan sekitar. Pada umumnya TPA juga merupakan usaha yang menghasilkan limbah

lindi yang berbahaya bagi lingkungan udara, air dan tanah. Limbah lindi tidak di kelola dengan baik maka dapat mencemari lingkungan setempat.

## **2.2 Pencemaran Logam Berat**

Keberadaan logam berat dalam suatu perairan dapat berasal dari berbagai jenis kegiatan seperti limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian, perikanan, dan parawisa. Menurut Philip, 1980 dan Effendi 2000. Meningkatnya kadar logam berat dalam perairan akan mengakibatkan logam tersebut mulanya dibutuhkan dalam tubuh untuk proses metabolisme akan berubah menjadi racun bagi organisme akuatik.

Logam berat juga dapat mempengaruhi aktivitas organisme dalam perairan. Logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui beberapa jalan antara lain pernafasan (respirasi), saluran makanan (biomagnifikasi) dan melalui kulit (difusi). Akumulasi logam yang tertinggi biasanya terdapat dalam hati dan ginjal. Akumulasi logam pada jaringan tubuh organisme dari yang besar ke yang terkecil berturut-turut yakni insang, hati dan otot (daging). Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi Darmono (2008).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 32 Tahun 2001 menyebutkan pembagian kelas air sebagai berikut :

- 1) Kelas I: merupakan air baku untuk minum atau peruntukkan yang lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 2) Kelas II: merupakan air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 3) Kelas III: merupakan air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air, untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sekian banyak faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan toksisitas yang ditimbulkan oleh logam berat yang terlarut. Adapun 4 faktor yang penting untuk dibahas yaitu:

1. Dari segi bentuknya, logam tersebut berasal dari senyawa organik ataupun anorganik. Selain itu senyawa logam ini yang terlarut dalam air akan diserap oleh biota-biota air sungai.
2. Dengan adanya logam-logam lain dalam air sungai maka logam tersebut dapat membentuk suatu ikatan *sinergentis* atau *antagonis*. Akan tetapi logam berat yang bersifat sinergentis bertemu dengan pasangannya dapat berubah menjadi racun berbahaya. Sebaliknya yang bersifat antagonis racun yang ditimbulkan akan berkurang apabila bertemu dengan senyawa pasangannya.
3. Kemudian proses fisiologis pada organisme yang dapat mempengaruhi kandungan logam yang banyak menumpuk didalam tubuh organisme air sungai. Faktor pencemaran logam berat menjadi sangat penting yang mana biota yang terakumulasi dengan logam berat tidak mampu menetralkan kandungan logam tersebut.
4. Kemudian kondisi organisme yang terakumulasi dengan logam berat dengan mudah menyebabkan mati.

### **2.2.1 Kromium (Cr)**

Kromium (Cr) secara alami adalah logam berat mikronutrien esensial yang diperlukan untuk tubuh contohnya seperti proses pencernaan gula, protein dan lemak. logam Cr yang bersifat heksavalen (toksik tinggi) yang dapat menyebabkan kanker paru, iritasi hidung, ulkus hidung, hipersensitivitas reaksi dermatitis dan asma. Sedangkan pada biota air Logam Cr yang bersifat akumulatif perlu diketahui melalui insang, hati dan daging ikan serta kemampuan ikan dalam mengakumulasi logam Cr di dalam air. Jika logam berat Cr yang valensi racunnya tinggi bertumpuk (terakumulasi) di dalam tubuh ikan, maka dengan sangat cepat ikan tersebut mati (Yuliani S., 2016).

Logam berat Cr merupakan unsur logam yang tahan terhadap karatan sehingga tidak mudah terurai oleh mikroorganisme. Logam berat ini biasanya berwarna abu-abu dengan nomor atom 24 dan memiliki massa jenis  $5 \text{ g/cm}^3$ . Logam berat Cr juga mempunyai berat atom  $51.996 \text{ g/mol}$  tahan teroksidasi meskipun pada suhu yang tinggi dengan memiliki titik cair  $1.857 \text{ }^\circ\text{C}$  dan titik didih  $2.6722^\circ\text{C}$  yang memiliki sifat sedikit magnet, Cr juga dapat merubah bentuk ion kompleks yang berfungsi sebagai katalisator (Widowati, 2008).

Adapun sifat kimia dan fisika logam berat Cr adalah sebagai berikut:

1. Memiliki titik didih  $2672^\circ\text{C}$
2. Memiliki titik lebur  $1837^\circ\text{C}$
3. Memiliki berat jenis  $7,20 \text{ mg/L}$  pada suhu  $28^\circ\text{C}$ .
4. Memiliki energi ionisasi  $652 \text{ kg/mol}$ .
5. Tidak dapat larut dalam asam sulfat dan asam klorida.
6. Tidak mudah bercampur dengan logam lain seperti basa oksidator dan halogen peroksida.

Ada 2 (dua) bentuk logam Cr yang akan dijelaskan dibawah ini sebagai berikut :

1. Valensi 3 ( $\text{Cr}^{3+}$ ) mempunyai sifat ion stabil dalam air dan sedimen diantaranya kation logam transisi pada bilangan +3. Ion larutan yang mengandung  $\text{Cr}^{+3}(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{+3}$  yang membentuk bilangan kompleks anion ataupun kation. Valensi ini berwarna ungu dan apabila dipanaskan akan berubah menjadi warna hijau. Masuknya logam Cr ke dalam air melalui 2 tahap:
  - a. Masuknya Cr secara alami yaitu dengan proses erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral.
  - b. Masuknya Cr secara non alamiah melalui aktivitas yang dilakukan oleh manusia (Palar., Heryanto, 1994)
2. Valensi 6 ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dengan memiliki sifat lebih toksik dibandingkan dengan valensi  $\text{Cr}^{+3}$  dikarenakan tidak mudah terurai dalam air, tidak mengendap stabil dalam air. Dengan keberadaan dua valensi ini dapat menurunkan kualitas air dan membahayakan mikroorganisme yang hidup didalam perairan (Susanti dan Henny, 2008).

Mengingat keberadaan Cr dilingkungan yang diatur oleh Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang kadar maksimum yang diperbolehkan untuk logam Cr adalah 0,5 mg/l, sedangkan menurut Direktur Jenderal Penelitian Obat dan Makanan 0372/B/SK/VII/89 kadar yang diperbolehkan untuk logam Cr adalah 2,5 mg/kg. Sebagaimana kandungan Cr yang telah ditetapkan oleh pemerintah melebihi baku mutu maka dapat digolongkan sudah tercemar dan perlu ada penanggulangan.

### **2.2.2 Besi (Fe)**

Logam berat Fe merupakan logam berat esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan efek racun. Parulian (2009) menyatakan tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia.

### **2.3 Suseptibilitas Magnetik**

Suseptibilitas magnetik sering disebut dengan kerentanan suatu magnetik atau kepekaan magnetik yang disimbolkan dengan  $\chi$  dimana 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 suseptibilitasnya. Sifat kemagnetan ini cenderung dipengaruhi oleh keadaan suhu, yang mana semakin tinggi suhu, maka nilai suseptibilitasnya pun akan semakin berkurang atau semakin lemah. Sifat kemagnetan tiap batuan yang khas melandasi digunakannya metode magnetik untuk kegiatan eksplorasi maupun kepentingan geodinamika. Metode ini sangat cocok untuk pendugaan struktur geologi bawah permukaan maupun mengetahui potensi mineral mineral ekonomis di bawah permukaan tanah (Husein dan Salahudin, 2010).

## 2.4 Perhitungan Indeks Geoakumulasi

Indeks geoakumulasi merupakan untuk menentukan kontaminan logam berat dalam sedimen dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Muller pada tahun 1969 sebagai berikut:

$$I_{geo} = \log_2 \left[ \frac{C_i}{1,5 \times C_{ri}} \right] \quad (2.4)$$

Dimana  $C_i$  merupakan konsentrasi nilai  $I$  dalam sedimen dan  $C_{ri}$  adalah konsentrasi  $I$  dalam sedimen atau nilai dalam acuan. Faktor 1,5 di gunakan adanya kemungkinan variasi nilai latar seperti contoh adanya pengaruh antropogenik. Nilai tersebut dapat di ukur dari pustaka untuk data latar sedimen. Ada tujuh tingkatan nilai indeks geoakumulasi yang menggambarkan kualitas sedimen.

- $I_{geo} < 0$  adalah merupakan nilai tidak tercemar
- $I_{geo} < 1$  nilai tersebut tidak tercemar sampai tercemar sedang
- $I_{geo} < 2$  nilai tercemar sedang
- $I_{geo} < 3$  merupakan nilai tercemar sedang hingga sangat tercemar
- $I_{geo} < 4$  sangat tercemar
- $I_{geo} < 5$  merupakan nilai sangat tercemar hingga ekstrim tercemar
- $I_{geo} < 6$  sangat ekstrim tercemar.

## 2.5 *Scanning Electron Microscope (SEM)*

*Scanning Electron Microscope (SEM)* adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran  $10 - 3000000x$ , *depth of field*  $4 - 0.4$  mm dan resolusi sebesar 1-10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri.

Prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut:

- a. Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.

- b. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
- c. Sinar elektron yang terfokus memindai (scan) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- d. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).

## 2.6 Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi serapan atom atau dalam bahasa inggris disebut *Atomic Absorption spectroscopy* (AAS) adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisis unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) radiasi oleh atom-atom bebas unsur. Sekitar 67 unsur telah dapat ditentukan dengan cara AAS. Dengan absorpsi energi, suatu atom dinaikan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Elektron ini dapat tereksitasi ke tingkat 3p dengan energi 3,8 eV, masing-masing sesuai dengan panjang gelombang sebesar 589 nm dan 330 nm.

Dalam kimia analitik, teknik ini digunakan untuk menentukan konsentrasi unsur tertentu (analit) dalam sampel yang akan dianalisis. AAS dapat digunakan untuk menentukan lebih dari 70 elemen yang berbeda dalam larutan, atau secara langsung dalam sampel padat melalui penguapan elektrotermal dan digunakan dalam penelitian farmakologi, biofisika, arkeologi dan toksikologi.

Peristiwa didalam AAS dapat dibagi menjadi 2 proses yaitu:

- 1) Perubahan menjadi atom-atom bebas.
- 2) Absorpsi radiasi sumber eksternal oleh atom.

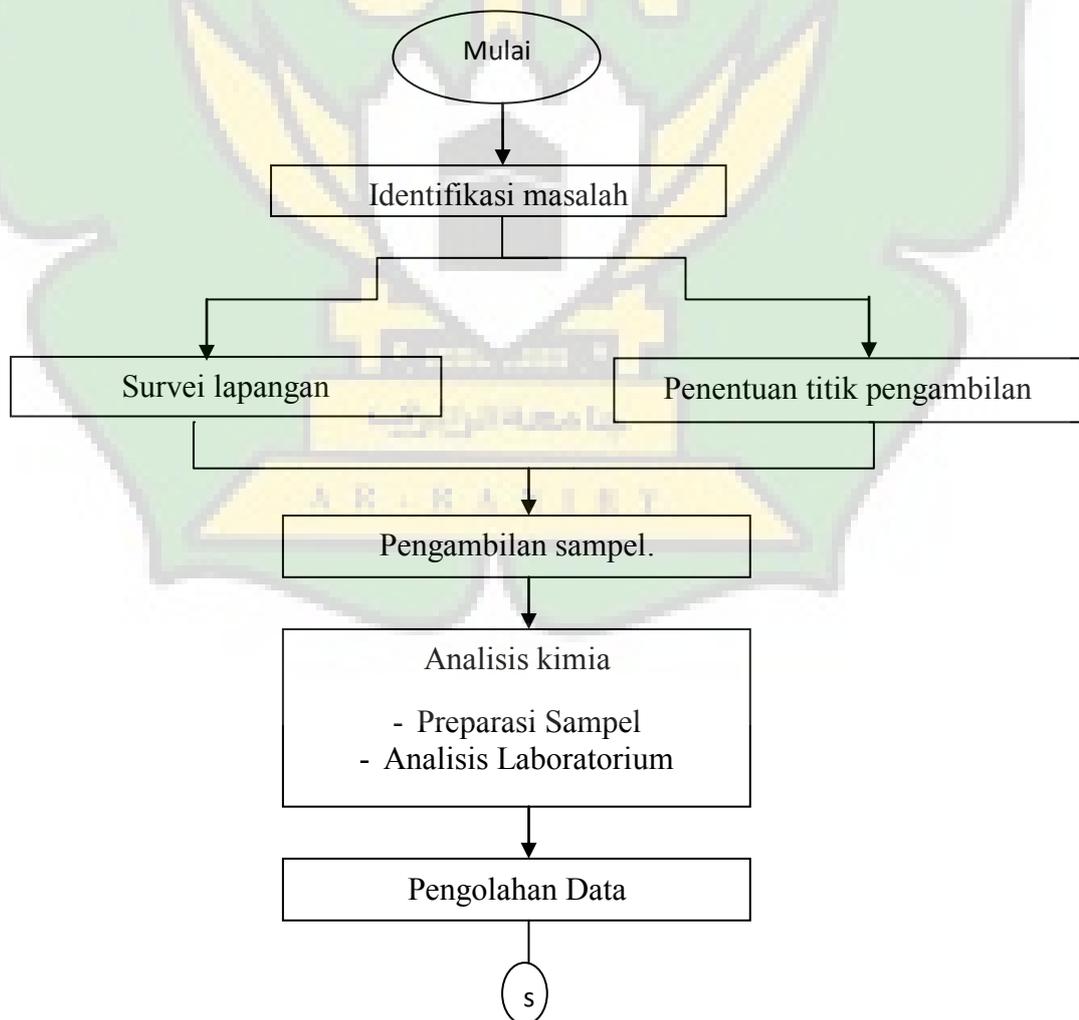
## BAB III METODE PENELITIAN

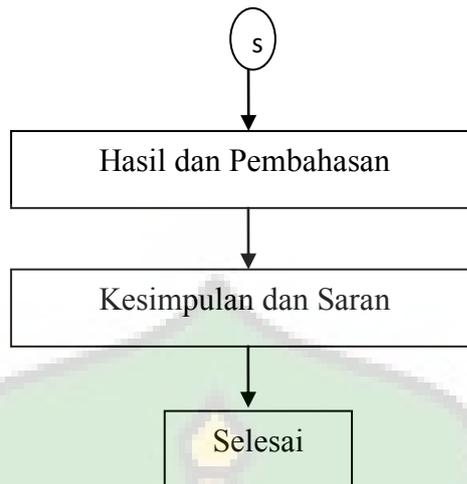
### 3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif-deksriptif, data yang diperoleh pada penelitian ini berdasarkan pengukuran di laboratorium. Data yang diperoleh dari laboratorium adalah hasil pengukuran kandungan Cr, Fe dan suseptibilitas magnetik pada sedimen.

### 3.2 Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.2.





**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian.

### **3.3 Lokasi Pengambilan Sampel**

Penelitian ini dilakukan di rawa TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pengambilan sampel pada penelitian dilakukan dengan metode sistematis sampling yaitu pengambilan sampel berdasarkan pola tertentu. Pengambilan dengan pola grid dapat mengambil informasi pada seluruh cakupan area wilayah. Sistem ini sangat cocok digunakan untuk kondisi lingkungan heterogen. Grid tidak harus berarah vertikal dan horizontal namun dapat dimodifikasi dalam arah sudut ataupun melingkar (Kirk, K., 2003). Penentuan titik mengikuti metode Ferras dkk. (2016).

Analisis logam berat Cr dan Fe dilakukan pada Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh. Sedangkan Susceptibilitas Magnetik dilakukan pada laboratorium ITB Bandung.



**Gambar 3.2** Peta Lokasi Pengambilan Sampel

**Tabel 3.1** Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Lokasi	Lintang	Bujur
Titik 1	5°34'6.99"U	95°18'2.17"T
Titik 2	5°33'55.74"U	95°18'15.09"T
Titik 3	5°34'20.88"U	95°18'18.20"T
Titik 4	5°34'1.07"U	95°18'20.75"T
Titik 5	5°34'31.16"U	95°18'30.87"T
Titik 6	5°34'10.11"U	95°18'32.18"T
Titik 7	5°34'37.92"U	95°18'39.87"T
Titik 8	5°33'46.06"U	95°18'24.05"T

### 3.4 Metode Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel mengikuti metode APHA/AWWA/WEF *Standard Methods* (2005), dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan pipa paralon (PVC) yang didesain seperti pada Gambar 3.3. Panjang pipa adalah 1.5 meter dengan ukuran 3 inchi.
2. Sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik *polyethylene* yang sudah disiapkan.
3. Sampel diberi label pada tiap-tiap kantong plastik.



**Gambar 3.3.** Alat pengambilan sampel sedimen menggunakan pipa paralon



**Gambar 3.4** (a) Tahapan pengambilan sedimen, (b) Sampel sedimen dikemas.

### 3.5 Preparasi sampel

Preparasi sampel sedimen dilakukan dengan langkah sebagai berikut (Hamdan dkk., 2019): (i) Sampel dibersihkan dari partikel pengotor. (ii) sampel bersih diletakkan dalam plastik dan dikeringkan (iii) sampel disaring dengan saringan 40 mesh dan kemudian sampel dimasukkan ke dalam holder. (iv) untuk pengukuran SEM-EDS, batang magnet diputar dalam gelas kimia yang telah terisi air untuk menarik partikel magnetik yang terkandung dalam sampel (v) Untuk pengukuran kimia, sampel digerus dengan alu dan mortar hingga berukuran 40 mesh. Kemudian sampel dikemas dan diberi label.



**Gambar 3.5** Tahapan Preparasi Sampel

### 3.6 Analisis Sifat Magnetik

Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan Instrumen Bartington MS2B dengan satu frekuensi yaitu 470 kHz dengan langkah pengukuran seperti berikut:

- 1) Sampel yang sudah dimasukkan ke dalam *holder* kemudian diukur nilai suseptibilitasnya, dengan menggunakan sensor MS2B.
- 2) Proses pengukuran diawali dengan penimbangan massa *holder* kosong kemudian penimbangan massa *holder* ditambah massa sampel tanah.
- 3) Setelah ditimbang, proses berikutnya dengan menjalankan perangkat lunak *Multisus*.
- 4) memilih pengukuran dengan MS2B kemudian alat diatur untuk pengukuran *low* atau *high* frekuensi.
- 5) Data nomor sampel dan hasil timbangan sampel dan *holder* dimasukkan kedalam perangkat lunak.
- 6) Setelah itu, ukur nilai first air dengan toleransi rentang nilai -2 dan +2.
- 7) Kemudian masukkan sampel ke dalam sensor MS2B untuk mengukur nilai suseptibilitas magnetiknya.
- 8) Keluarkan sampel dari sensor dan ukur nilai last air dengan toleransi rentang nilai -2 dan +2.
- 9) Proses pengukuran ini dilakukan berulang sebanyak lima kali pengukuran untuk satu sampel.
- 10) Langkah untuk pengukuran *low* dan *high* frekuensi yang dilakukan adalah sama, yang membedakan adalah pengaturan awal untuk *low* atau *high* frekuensi.

### 3.7 Analisis XRF dan SEM

Analisis unsur di dalam sampel dilakukan dengan metoda *X-Ray Fluorescence* (XRF). Sampel hasil ekstraksi dipreparasi dengan metoda *press pellet* yang sebelumnya dibubukkan dan disaring dengan penyaring 200 mesh.

Analisa morfologi menggunakan metoda *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dikombinasikan dengan analisa *Energy-dispersive X-ray spectroscopy* (EDS). Bulir yang dianalisa adalah sampel ekstraksi. Untuk menentukan unsur digunakan teknik *point* dan *mapping* dengan Instrumen SEM EVO® MA.

### 3.8 Analisis Statistik SPSS dan Indeks Geoakumulasi

#### 3.8.1 *Statistical package for the social Sciences* (SPSS)

SPSS digunakan dalam pengolahan dan analisis data kuantitatif, karena saling berhubungan dan juga termasuk dalam ruang lingkup statistik. Awalnya SPSS dibuat untuk keperluan pengolahan data statistik untuk ilmu-ilmu sosial, Sesuai dengan perkembangan jaman, saat ini kemampuan SPSS diperluas untuk melayani berbagai jenis pengguna (*user*), seperti untuk proses produksi di pabrik, riset ilmu sains, dan lain-lain. Dengan demikian, kepanjangan dari SPSS dirubah menjadi (*Statistical product and service solutions*). SPSS dapat membaca berbagai jenis data dengan cara memasukkan data secara langsung ke dalam SPSS data editor. Bagaimanapun struktur dari file data awalnya, data dalam data editor SPSS harus dibentuk dalam bentuk baris (*cases*) dan kolom (*variables*) (Zein, 2019).

#### 3.8.2 Indeks Geoakumulasi ( $I_g$ /Geoaccumulation Index).

Indeks Geoakumulasi ( $I_g$ ) dapat menggambarkan pengkayaan konsentrasi logam berat diatas *baseline level* atau tingkatan nilai dasar. Persamaan 3.1 menunjukkan perhitungan  $I_g$  (Ngkoimani dkk, 2019).

$$I_g = \ln \frac{2K_n}{3B_n} \quad (3.1)$$

dengan  $K_n$  adalah Konsentrasi logam X dalam contoh/sampel (mg/kg), dan  $B_n$  adalah Konsentrasi logam X di background (mg/kg).

### 3.9 Pengolahan Data

Analisis data merupakan salah satu proses paling penting dalam sebuah eksperimen. Hal ini dikarenakan dalam melakukan analisis data, peneliti perlu melakukan pengolahan agar bisa diterjemahkan dalam hasil yang sesuai dengan kaidah ilmiah. Maka dari itu, perlu daya kreativitas dalam menganalisa yang tinggi agar mendapat hasil yang memuaskan. Analisis data berasal dari hasil pengumpulan data. Oleh karena itu, analisis data dalam eksperimen ini berfungsi untuk memberi nilai, arti dan makna yang terkandung dalam data itu sendiri. Proses pengolahan data analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa aplikasi seperti Microsoft Word untuk pelaporan hasil, Microsoft Excel untuk analisis data, Power Point untuk pelaporan hasil, aplikasi SPSS untuk analisis statistik, aplikasi ArcGIS untuk mengolah peta interpolasi dan Google Earth untuk mengolah peta lokasi penelitian.

**BAB IV**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Waktu dan Jadwal Penelitian**

**4.1.1 Waktu Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dapat ditunjukkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Waktu penelitian

Jadwal Penelitian							
Tahapan penelitian	Bulan November			Bulan Januari			
	Minggu ke-			Minggu ke-			
Persiapan bahan							
Pengambilan sampel							
Pengaplikasian							
Pengukuran sampel awal							
Pengukuran sampel uji							
Analisis Data							

**4.1.2 Jadwal Penelitian**

Adapun tahapan jadwal penelitian dalam 3 bulan yaitu:

- 1) Pada minggu pertama penelitian, observasi lapangan dan merancang pipa paralon untuk pengambilan sedimen.
- 2) Minggu kedua, pelaksanaan pengambilan sedimen.
- 3) Kemudian tahapan Preparasi Sampel dilakukan dilaboratorium Multi fungsi UIN Ar-raniry.
- 4) Uji parameter suseptibilatas magnetik dilakukan pada laboratorium ITB Bandung.

- 5) Uji kandungan Kromium (Cr) dan Besi (Fe) dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Banda Aceh.

#### 4.2 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen memakan waktu hingga 2 hari. Pada hari pertama pengambilan sampel dilakukan di titik 1 sampai titik 4 dan pada hari ke 2 pengambilan sampel mengalami kendala, pengambilan sampel pada titik 5 peneliti menggunakan perahu karena kondisi air sangat dalam. Gambar 4.2 menunjukkan kondisi lapangan pengambilan sampel sedimen.



**Gambar 4.1** (a) pengambilan sampel menggunakan perahu (b) pengambilan sampel tidak menggunakan perahu.

#### 4.3 Hasil Analisis Kimia

Hasil pengukuran logam-logam berat yang terkandung dalam sampel sedimen pada rawa di sekitar TPA Gampong Jawa dapat dilihat pada Tabel 4.2 Hasil uji Laboratorium.

**Tabel 4.2** Konsentrasi logam Besi (Fe), Kromium (Cr), dan Magnetik pada setiap sampel sedimen Rawa disekitar TPA Gampong Jawa Banda Aceh.

Kode Sampel	Fe (mg/kg)	Cr (mg/kg)	$X_{LF} \times 10^{-6} (m^3/kg)$
Titik 1	13,700	8,40	302,6
Titik 2	8,600	6,80	303,0
Titik 3	12,300	8,57	245,0
Titik 4	13,300	16,63	148,1
Titik 5	14,800	19,36	93,5
Titik 6	12,100	8,43	134,3
Titik 7	14,300	17,13	52,8
Titik 8	13,000	16,63	88,3

**Tabel 4.3** Hasil analisa XRF pada titik *backgroundm* (Hakim, 2020).

No	Unsur	Konsentrasi (mg/kg)
1	Fe	135.000
2	Cr	1.120
3	Ti	10.600

#### 4.4 Hasil Analisis Indeks Geoakumulasi

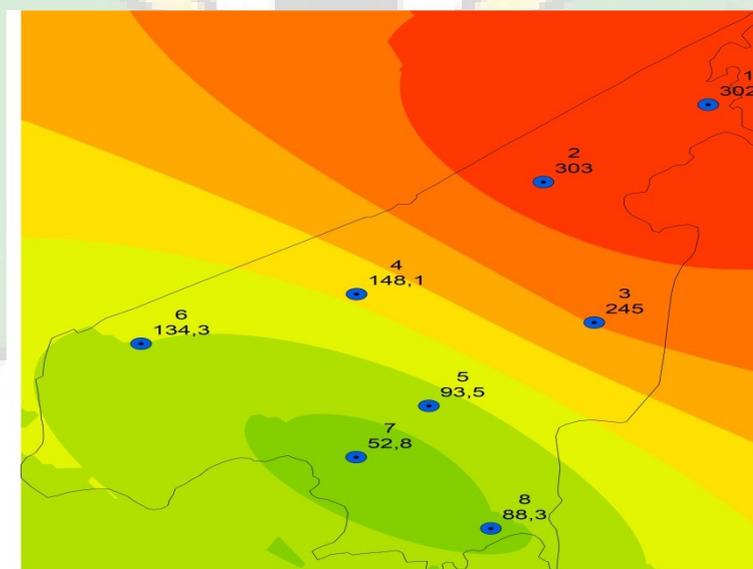
Berdasarkan hasil pengukuran kimia diperoleh hasil analisis indeks geoakumulasi. Nilai Indeks Geoakumulasi logam Cr dan Fe ditunjukkan di dalam Tabel 4.3

**Tabel 4.4** Hasil analisis Indeks Geoakumulasi besi (Fe) dan kromium (Cr) dengan tidak tercemar.

Titik	I <sub>g</sub> Fe	Status	I <sub>g</sub> Cr	Status
1	-2,69	TT	-5,30	TT
2	-3,16	TT	-5,51	TT
3	-2,80	TT	-5,28	TT
4	-2,79	TT	-4,62	TT
5	-2,79	TT	-4,46	TT
6	-2,78	TT	-5,29	TT
7	-2,77	TT	-4,59	TT
8	-2,76	TT	-4,62	TT

#### 4.5 Hasil Analisis Suseptibilitas Magnetik

Hasil analisis suseptibilitas magnetik ditunjukkan di dalam Tabel 4.2. Sebaran nilai  $\chi_{LF}$  melalui interpolasi krigging ditunjukkan di dalam peta pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Distribusi nilai  $\chi$  pada rawa Gampong Jawa dengan interpolasi Krigging.

#### 4.6 Analisis Statistik

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan logam berat serta hasil pengukuran suseptibilitas magnetik, maka dilakukan analisis statistik korelasi Pearson seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

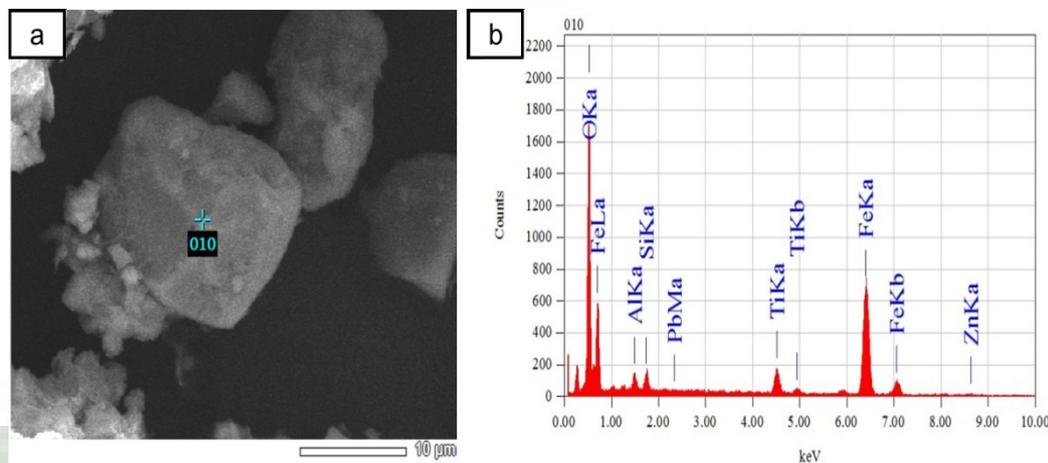
**Tabel 4.5** Korelasi Pearson antara nilai  $\chi_{LF}$ , Fe, dan Cr. Arsir biru merupakan komponen yang berkorelasi.

Komponen	Fe	Cr
Cr	0,71	
$\chi_{LF}$	-0,59	-0,81

**Gambar 4.3** Analisa Statistik Korelasi Pearson (a) korelasi Suseptibilitas magnetik dengan logam Fe (b) Korelasi Suseptibilitas magnetik dengan logam Cr (c) Korelasi logam Cr dengan Fe.

#### 4.7 Analisa SEM-EDS

Berdasarkan hasil uji SEM-EDS diperoleh morfologi bulir partikel magnetik dalam sampel sedimen sungai di sekitar Gampong Jawa seperti yang ditunjukkan Gambar 4.2.



**Gambar 4.4** Foto SEM dan EDS (a) Morfologi bentuk bulir (b) EDS unsur dalam sampel.

#### 4.8 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis indeks geoakumulasi pada Tabel 4.4, konsentrasi Fe dan Cr untuk semua titik masuk dalam kategori tidak tercemar. Hasil ini menunjukkan bahwa pengayaan logam Fe dan Cr di lokasi belum membahayakan lingkungan dan makhluk hidup. Hasil ini tidak mendukung dugaan yang diusulkan oleh Hadi dkk. (2018), bahwa konsentrasi Cr di rawa Gampong Jawa telah berada dalam status tercemar. Hadi (2018) juga menduga keberadaan Cr di rawa Gampong Jawa berasal dari rembesan lindi dari TPA yang berada di sekitar lokasi sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar 3.2. Hal ini selanjutnya diperkuat oleh NOAA (*National Oceanic And Atmospheric Administrasi*) pada tahun 1999, telah menerbitkan jika kandungan logam berat Cr berada dibawah ambang batas yaitu 52,3 mg/kg termasuk kategori aman untuk lingkungan dan makhluk hidup. Pada Tabel 4.2, hasil dari pengukuran menunjukkan konsentrasi Cr pada sedimen rawa di sekitar TPA Gampong Jawa tidak melewati ambang batas yang ditetapkan. Hal ini membutuhkan investigasi lanjutan untuk menyelidiki

kelimpahan Cr di dalam air yang di atas baku mutu, namun tidak sebagai polutan di dalam sedimen. Kehadiran Fe dan Cr diduga berasal dari batuan dasar yang mengalami sedimentasi di rawa Gampoeng Jawa. Hal ini didukung oleh lokasi geologis yang berada pada lingkungan vulkanik. Batuan vulkanik diketahui memiliki kandungan Fe yang tinggi (Maryanto dkk., 2019 dan Hamdan dkk., 2019) dibandingkan dengan jenis lokasi geologis lainnya. Demikian halnya dengan Cr yang diduga juga berasal dari batuan dasar.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa Fe dan Cr memiliki korelasi yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua logam tersebut berasosiasi di dalam sedimen. Hasil ini juga didukung oleh grafik pada Gambar 4.1 yang menunjukkan bahwa Fe dan Cr memiliki korelasi yang linear. Sehingga, dalam menganalisis kedua logam dapat dilakukan dengan menjadikan salah satu logam sebagai indikator bagi logam lainnya. Dugaan bahwa kandungan Fe yang terdapat di dalam sedimen adalah dari batuan dasar didukung oleh hasil analisa SEM-EDS yang menunjukkan bahwa di dalam sedimen sungai Krueng Aceh yang memiliki keterhubungan dengan Rawa Gampong Jawa mengandung Fe di dalam bulir sedimen. Dugaan ini juga diperkuat oleh hasil analisa XRF pada sampel di hulu sungai Krueng Aceh yang menunjukkan kehadiran Fe sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.2. Demikian juga dengan Cr yang ditemukan melalui hasil analisa XRF sedimen *background*. Hasil pengukuran suseptibilitas magnetik menunjukkan bahwa adanya korelasi negatif yang signifikan antara Fe dan Cr. Hasil ini berbeda dengan hasil-hasil sebelumnya yang menunjukkan adanya korelasi antara nilai suseptibilitas magnetik dengan kandungan Fe (Maryanto dkk., 2019 dan Hamdan dkk. 2019). Hal tersebut diduga disebabkan oleh mineral pembawa nilai suseptibilitas magnetik bukanlah dari mineral berbasis Fe dan Cr. Temuan ini menunjukkan bahwa pengukuran suseptibilitas magnetik tidak dapat dijadikan sebagai metode dalam memonitoring kandungan logam berat di Rawa Gampong Jawa.

Kehadiran Fe di dalam rawa Gampong Jawa juga diduga berasal dari air laut yang berinteraksi dengan badan air di sekitar rawa. Mengingat, rawa Gampong Jawa merupakan kawasan estuaria. Akibat hal tersebut terjadi pengendapan dan

akumulasi logam Fe dan Cr. Hal ini diperkuat dengan hasil Hakim (2020) yang menunjukkan muara sungai Krueng Aceh mengalami pengayaan logam-logam berat termasuk Fe dan Cr. Terdapat kemungkinan pengayaan logam Fe dan Cr berasal dari aliran Sungai Krueng Aceh. Mengingat berdasarkan pengamatan peneliti diketahui pada muara Sungai Krueng Aceh terdapat aktivitas perkapalan, kawasan pasar, pemukiman dan industri kecil-menengah. Namun, berdasarkan pengamatan SEM pada sedimen muara Sungai Krueng Aceh, ditemukan bahwa morfologi bulirnya adalah tidak beraturan sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Hal ini menunjukkan bahwa, sedimen Sungai Krueng Aceh bukanlah berasal dari aktivitas antropogenik. Dengan demikian, pengayaan logam pada rawa tidak berasal dari aktivitas antropogenik yang masuk melalui aliran Sungai Krueng Aceh. Meskipun berdasarkan hasil analisa EDS yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 mengindikasikan tingginya kandungan Fe pada sedimen. Namun, adanya Fe di dalam sedimen diduga berasal dari batuan induk sedimen dan bukan dari aktivitas antropogenik.

Terdapat perbedaan kelimpahan Fe dan Cr di masing-masing titik. Titik 4, Titik 5, Titik 7 dan Titik 8 relatif lebih tinggi sekitar 10 kali dibandingkan dengan titik-titik yang lain. pengayaan pada titik ini diduga disebabkan oleh arus dan proses dispersi logam di dalam badan air rawa. Namun, dugaan ini perlu dibuktikan melalui investigasi-investigasi lanjutan, seperti pemodelan dispersi logam berat dan hubungannya dengan karakteristik arus di badan air tersebut.

Selain itu, pengayaan di titik Titik 4, Titik 5, Titik 7 dan Titik 8 diduga berasal dari aktivitas perkapalan. Berdasarkan pengamatan peneliti di lapangan, pada titik tersebut dilalui oleh kapal bermotor. Hasyim (2016) menjelaskan bahwa di dalam pelumas bahan bakar terdapat kandungan Cr yang berpotensi masuk ke dalam badan air dan terendapkan bersama dengan sedimen.

Nilai suseptibilitas magnetik yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 cenderung lebih tinggi di daerah yang dekat dengan TPA. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya pengayaan mineral magnetik di sekitar TPA. TPA diketahui berpotensi menyebarkan lindi sebagai hasil proses pelindian logam-logam sampah yang terdeposit. Huliselan dan Bijaksana (2010) menyebutkan bahwa dari hasil

perlindian sampah di TPA mengandung mineral magnetik berupa *magnetite* dan *hematite*. Berdasarkan tersebut, peningkatan nilai suseptibilitas magnetik yang berada di sekitar TPA bersumber dari kehadiran mineral-mineral magnetik dari lindi TPA. Namun, untuk membuktikan dugaan ini diperlukan studi-studi lanjutan seperti, analisa mineral dengan metoda XRD dan analisa SEM untuk mengamati morfologi bulir mineral.

Berdasarkan analisis korelasi Pearson yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, nilai suseptibilitas magnetik berkorelasi negatif terhadap konsentrasi Fe dan Cr, dengan berkorelasi negatif dengan signifikan terhadap Cr dan berkorelasi lemah dengan Fe. Hal ini menunjukkan bahwa Fe di dalam sedimen gampong jawa bukanlah Fe yang terakumulasi dalam bentuk mineral magnetik. Namun, dugaan ini membutuhkan studi mineralogi melalui analisis *X-ray Diffraction* (XRD). Sehingga, parameter suseptibilitas magnetik tidak dapat dijadikan indikator pengayaan logam Fe dan Cr di sedimen rawa Gampong Jawa.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **1.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis rawa Gampong Jawa tidak tercemar oleh logam Cr dan Fe. Nilai suseptibilitas magnetik berkorelasi negatif terhadap konsentrasi Fe dan Cr yang menunjukkan nilai suseptibilitas tidak dapat dijadikan proksi indikator pengayaan logam Fe dan Cr. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, terdapat dugaan pengayaan mineral magnetik yang berasal dari TPA.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan uji analisa XRD pada sedimen rawa Gampong Jawa untuk menganalisis mineralogi sedimen pada rawa tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfiana, A.N. (2010). *Metode Ordinary Kriging pada Geostatistika* [Skripsi]. Jakarta.
- APHA, (2005): *Standard Method for the Examination of water and waswater 21 th ed. Washanton DC: American public health.*
- Connel. D. W dan Miller. (2006). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.* Penerbit *Universitas Indonesia.* Jakarta.
- Darmono. (2008): *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam.* UI– Press. Jakarta.
- ESRI, (1999). *ArcView Help. Redlands,* Environmental Systems Research Institute, Inc
- Ferraz, G.E.A., de Oliveira., M.S., Rogner, F.M., Flavio, Patricia (2015): *Methodology to determine the soil sampling grid for precision agriculture in a coffe field.* Universidad Nacional de Colombia.
- Kirk, K., (2003). *Spatial sampling and interpolation methods convarative experiments using simulated data.* Computer vision and media technology laboratory Aalborg University, Denmark
- Gamma Design Software. (2005). *Interpolation in GS+.* <http://www.geostatistics.com/OverviewInterpolation.html> (23 Juni 2008).
- Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Tjoa, A., Dahrin, D., & Kirana, K. H. (2019). *Magnetic characterizations of nickel hyperaccumulating plants (Planchonella oxyhedra and Rinorea bengalensis) from Halmahera, Indonesia.* International Journal of Phytoremediation, 1–8. doi:10.1080/15226514.2018.1524839.
- Husein, Salahudin. (2010). *Geologi Dasar.* Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

- Langmore, A., (1998): Minimum Requirements for Water Monitoring at Waste Management Facilities, 2nd Ed. *Department of Water Affairs and Forestry, Republic of South Africa.*
- Mariyanto, M., Amir, M. F., Utama, W., Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Pratama, A., Yunginger, R., Sudarningsih, S. (2019). Heavy metal contents and magnetic properties of surface sediments in volcanic and tropical environment from Brantas River, Jawa Timur Province, Indonesia. *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.04.244
- McBratney, A.B. & Webster, R. (1986). Choosing Functions for Semivariograms of Soil Properties and Fitting Them to Sampling Estimates. *Journal of Soil Science* 37:617- 639.
- N.A. Shafie, A.Z. Aris, M.Z. Zkaria, H. Haris, W.Y. Lim, N.M. Isa, (2012). Application of Geoaccumulation index and enrichment factors on the assessment of Heavy metal pollution in the sediments, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 48 (2013) 182 – 190.
- Nugroho., Astri. (2006): *Bioindikator kualitas air* (1 th ed). Jakarta: Universitas Trisakti.
- Palar, H. (2004): *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit *Rineka Cipta*.
- Palar, H. (1994) *Pencemaran dan Toksisitas Logam Berat*, PT. Reneka cipta, Jakarta.
- Parulian, A. (2009). *Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal*. Medan: Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (USU)
- Saeni, M. S. (2002): *Bahan Kuliah Kimia Logam Berat*. Program Pasca sarjana IPB. Bogor.
- Soenanto, Hardi. (2004): *Bududaya Nila Merah*. Cendrawasih. Surakarta
- Sudarmaji, J. Mukono, Corie I.P. (2006): *Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Erlangga.

- Sudarningsih, S. Bijaksana, S. Ramdani, R. Hafidz, A. Pratama, Widodo, Iskandar, Dahrin, D. Silvia, Santoso. (2017): Variations in the Concentration of Magnetic Minerals and Heavy Metals in Suspended Sediments from Citarum River and Its Tributaries, West Java, Indonesia. *Jurnal Geosciences*. 7, 66.
- Syafridiman. (2010) : *Toksisitas Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit dan Uji Sub Lethal Terhadap Ikan Nila (Oreochromis sp)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Susanti, E., dan Henny. (2008) : Pedoman Pengolahan Limbah Cair yang mengandung Kromium dengan Sistem Lahan Basah Buatan dan Reaktor Kolom. Pusat Penelitian Limnologi. LIPI Cibinong.
- Sugiyanto., D., Bella F., Intan M., Lukmannul (2018): *Analisis Deliniasi Lindi TPA Gampong Jawa Berdasarkan Pemodelan 2D Resistivitas dengan metode Geolistrik*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Syafridiman. (2010) : *Toksisitas Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit dan Uji Sub Lethal Terhadap Ikan Nila (Oreochromis sp)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Widowati, W., Sastiono, A., Jusuf, R., (2008). Efek Toksik Logam-Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. *Penerbit Andi*. Yogyakarta
- W. lawrance. (2006): *sosial research methods: Qualitative and Quantitative*. USA: university of Wisconsin.
- Syafridiman. (2010) : *Toksisitas Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit dan Uji Sub Lethal Terhadap Ikan Nila (Oreochromis sp)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Yaron, B., R. Calvet and R. Prost, 1996. Soil Pollution, *Processes and Dynamics*. Springer. New York.
- Yudo, (2006). Kondisi pencemaran logam berat di perairan sungai DKI Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 2:1
- Yunginger, R., Bijaksana, S., Dahrin, D., Zulaikah, S., Hafidz, A., Kirana, K., Fajar, S. (2018). Lithogenic and Anthropogenic Components in Surface Sediments from Lake Limboto as Shown by Magnetic Mineral

Characteristics, Trace Metals, and REE Geochemistry. *Geosciences*, 8(4),  
116. doi:10.3390/geosciences8040116



**LAMPIRAN**  
**Dokumentasi Penelitian**

**1. Dokumentasi Lokasi Pengambilan Sampel.**



## 2. Dokumentasi Pengambilan Sampel





### 3. Dokumentasi Preparasi Sampel



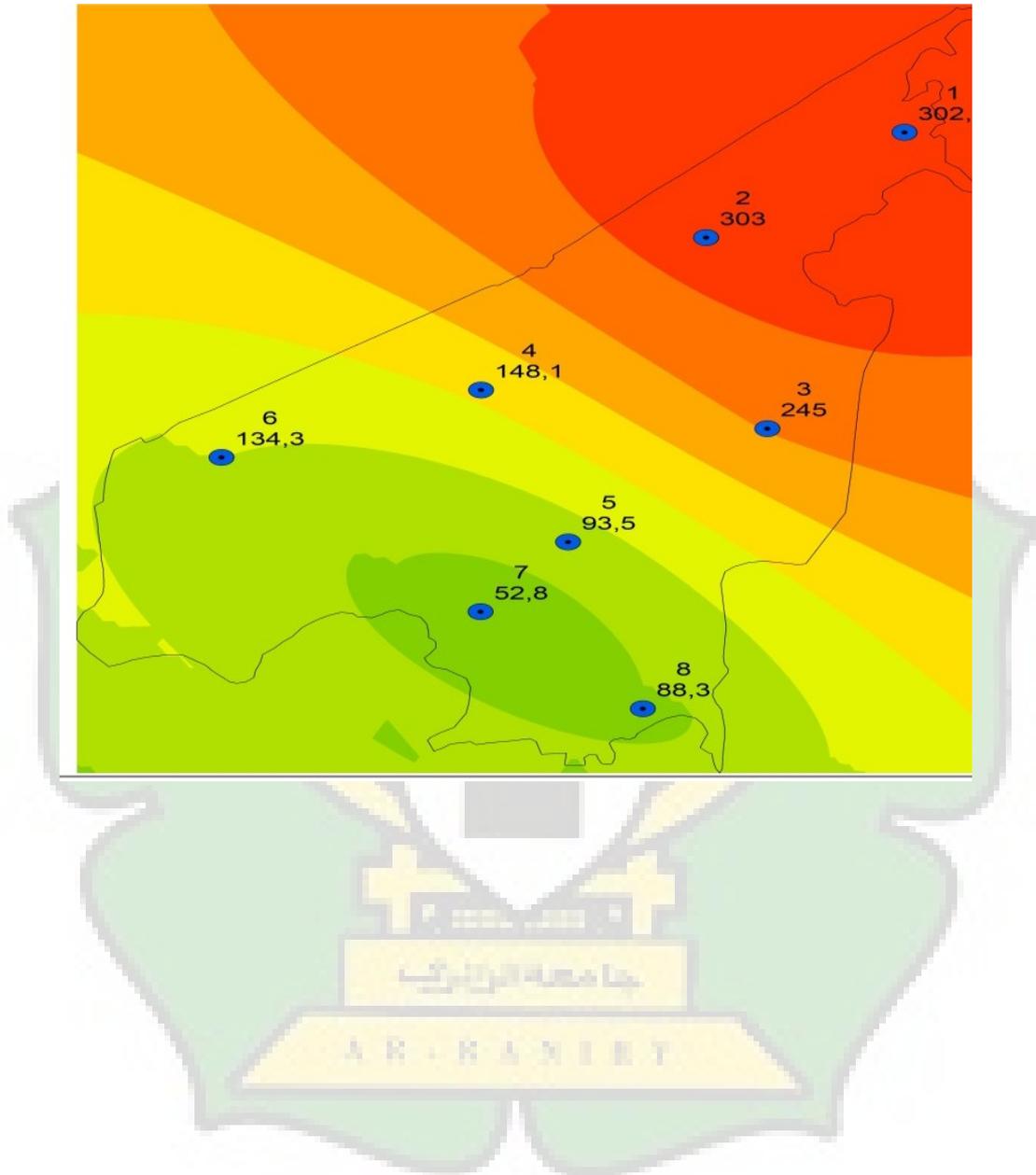
#### 4. Hasil Pengukuran Sampel Sedimen

Kode Sampel	Fe (mg/kg)	Cr (mg/kg)	$X_{LF} \times 10^{-6} (m^3/kg)$
Titik 1	13,700	8,40	302,6
Titik 2	8,600	6,80	303,0
Titik 3	12,300	8,57	245,0
Titik 4	13,300	16,63	148,1
Titik 5	14,800	19,36	93,5
Titik 6	12,100	8,43	134,3
Titik 7	14,300	17,13	52,8
Titik 8	13,000	16,63	88,3

#### 5. Peta Lokasi Penelitian



## 5. Distribusi Nilai $\chi$ dengan Interpolasi Kriging



## 6. Sertifikat Pengukuran Sampel



**Kementerian Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI**  
**LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)**

Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamsanjen Terasa Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49956 - 6362642  
E-mail: bi\_lab@yahoo.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id



**LABORATORIUM PENGUJI**  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

**LAPORAN HASIL UJI**  
*Report of Analysis*

Halaman : 1 dari 1  
Page

**Tanggal Penerbitan** : 21 Januari 2020  
Date of Issue

**Kepada** : Muhammad Iksan  
To  
Fak. Sain & Teknologi  
UIN AR-Raniry  
di - Banda Aceh

**Nomor Laporan** : 40/LH/LABBA/Baristand-Aceh/12629  
Report Number

**Nomor Analisis** : KIM - 1283 s.d 1290  
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :  
The undersigned certifies that examination

**Dari Contoh** : Sedimen  
Of the Sample (s)

**Keterangan contoh** : Diantar  
Identity Sample

**Kode Contoh** : Titik 1, Titik 2, Titik 3,  
Titik 4, Titik 5, Titik 6,  
Titik 7, Titik 8  
Code Sample

**Tanggal Sampling** : -  
Date of Sampling

**Tanggal Analisis** : 18 Desember 2019  
Date of Analysis

**Nomor BAPC** : 466/NSD/KIM/12/2019  
BAPC Number

**Untuk Analisis** : Sesuai Parameter Uji  
For Analysis

**Diambil dari** : -  
Taken from

**Tanggal Penerimaan** : 18 Desember 2019  
Received On

**Hasil** :  
Results

NO	KODE	PARAMETER UJI :					
		Besi (Fe)			Kromium (Cr)		
		SATUAN	METODE UJI	HASIL	SATUAN	METODE UJI	HASIL
1	Titik 1	%	AAS	1,37	mg/kg	AAS	8,4005
2	Titik 2	%	AAS	0,86	mg/kg	AAS	6,8010
3	Titik 3	%	AAS	1,23	mg/kg	AAS	8,5700
4	Titik 4	%	AAS	1,33	mg/kg	AAS	16,6340
5	Titik 5	%	AAS	1,48	mg/kg	AAS	19,3651
6	Titik 6	%	AAS	1,21	mg/kg	AAS	8,4330
7	Titik 7	%	AAS	1,43	mg/kg	AAS	17,1391
8	Titik 8	%	AAS	1,30	mg/kg	AAS	16,6372

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH  
Manajer Teknis II LABBA,



Notaulia, ST, MT  
NIP. 19621108 198303 2 002



F. 5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/4

\* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas  
 \* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh