

**PEMANFAATAN AMPAS TEH KASKARA SEBAGAI
ADSORBEN PENYERAP LOGAM BESI (Fe) DENGAN
PENDEKATAN KINETIKA ISOTERM *FREUNDLICH* DAN
*LANGMUIR***

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

IRFAN AKBAR

NIM. 180702100

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M / 1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN AMPAS TEH KASKARA SEBAGAI ADSORBEN
PENYERAP LOGAM BESI (Fe) DENGAN PENDEKATAN KINETIKA
ISOTERM *FREUNDLICH* DAN *LANGMUIR***

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

IRFAN AKBAR

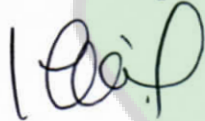
NIM. 180702100

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

Banda Aceh, 30 November 2022

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

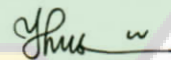
Pembimbing I,



Dr. Ir. Hj. Irhamni, ST., M.T. IPM

NIDN. 01021007101

Pembimbing II,



Husnawati Yahya, M. Sc.

NIDN. 2010038901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc

NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN AMPAS TEH KASKARA SEBAGAI ADSORBEN PENYERAP LOGAM BESI (Fe) DENGAN PENDEKATAN KINETIKA ISOTERM *FREUNDLICH* DAN *LANGMUIR*

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN 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: Rabu, 14 Desember 2022
20 Jumadil Awal 1444
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Dr. Ir. Hj. Irhamni, ST., M.T, IPM
NIDN. 0102107101

Sekretaris,

Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Penguji I,

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

Penguji II,

Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

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



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Irfan Akbar
NIM : 180702100
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Pemanfaatan Ampas Teh Kaskara Sebagai Adsorben
Penyerap Logam Besi (Fe) Dengan Pendekatan Kinetika
Isorterm *Freundlich* dan *Langmuir*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

Bila di 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 telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 30 November 2022

Yang menyatakan,




Irfan Akbar

ABSTRAK

Nama : Irfan Akbar
Nim : 180702100
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Ampas Teh Kaskara Sebagai Adsorben Penyerap Logam Besi (Fe) Dengan Pendekatan Kinetika Isorterm Freundlich dan Langmuir
Tanggal Sidang : 14 Desember 2022
Jumlah Halaman : 70
Pembimbing I : Dr. Ir. Hj. Irhamni, S.T., M.T., IPM
Pembimbing II : Husnawati Yahya, M.Sc
Kata Kunci : Arang Aktif, Larutan Logam Besi (Fe), Kapasitas Adsorpsi

Limbah logam berat besi (Fe) pada drainase yang masuk ke perairan menimbulkan pencemaran terhadap air dan dapat terakumulasi pada makhluk hidup di dalamnya. Metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam besi (Fe) dalam air limbah diantaranya adalah pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pengolahan air limbah dengan melewati suatu fluida pada suatu padatan sehingga zat-zat yang tidak diinginkan akan ditangkap oleh padatan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas teh kaskara terhadap adsorpsi logam Fe yang terkandung didalam larutan dan menurunkan kadar logam Fe dan menganalisis konstanta isoterm dari adsorben teh kaskara. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. dengan dua variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat yang terdiri dari adsorben sebesar 100 mesh dengan volume larutan 250 ml dan variabel bebas terdiri dari massa adsorben 5 mg, 7,5 mg, 10 mg, dan 12,5 mg. dengan waktu pengadukan yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Penurunan efektivitas adsorpsi tertinggi terjadi pada waktu pengadukan

30 menit dengan massa adsorben 5 mg dengan nilai 0,1015 dengan efisiensi penyerapan sebesar 1.0067%. dan pada masa adsorben 12,5 mg mengalami penurunan. Penurunan ini dikarenakan daya serap larutan besi (Fe) ini terjadi karena adanya proses desorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif ampas teh kaskara efektif dan efisien digunakan untuk penurunan limbah larutan logam berat besi (Fe) pada perairan yang terdapat di drainase atau air sungai.



ABSTRACT

Name : *Irfan Akbar*
Name : *180702100*
Study Program : *Environmental Engineering*
Title : *Utilization of Kaskara Tea Dregs as an Adsorbent for Absorbing Iron (Fe) Metal With the Freundlich and Langmuir Isotherm Kinetic Approach*
Session Date : *14 Desember 2022*
Number of Pages : *70*
Advisor I : *Dr. Ir. Hj. Irhamni, S.T., M.T., IPM*
Advisor II : *Husnawati Yahya., M.Sc*
Keywords : *Activated Charcoal, Iron Metal (Fe) Solution, Adsorption Capacity*

The heavy metal iron (Fe) waste in the drainage that enters the waters causes pollution to the water and can accumulate in the living things in it. Methods that can be used to reduce the concentration of ferrous metal (Fe) in wastewater include precipitation, ion exchange using resins, filtration and adsorption. Adsorption is a wastewater treatment process by passing a fluid on a solid so that unwanted substances will be captured by the solid. The purpose of this study was to test the effectiveness of cascara tea on the adsorption of Fe metal contained in the solution and reduce the levels of Fe metal and to analyze the isotherm constants of cascara tea adsorbents. This research is a quantitative research. with two variables, namely the dependent variable and the independent variable. The dependent variable consisted of an adsorbent of 100 mesh with a volume of 250 ml of solution and the independent variable consisted of a mass of adsorbent of 5 mg, 7.5 mg, 10 mg and 12.5 mg. with stirring times of 10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes. The highest decrease in adsorption effectiveness occurred at 30 minutes of stirring with 5 mg of adsorbent mass with a value of

0.1015 with an absorption efficiency of 1.0067%. and at the adsorbent mass of 12.5 mg it decreased. This decrease is due to the absorption of iron (Fe) solution which occurs due to the desorption process. This shows that the activated charcoal of cascara tea waste is effectively and efficiently used to reduce the waste of heavy metal iron (Fe) solution in waters contained in drainage or river water.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi Allah swt yang telah memberikan limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Ampas Teh Kaskara Sebagai Adsorben Penyerap Logam Besi (Fe) Dengan Pendekatan Kinetika Isoterm *Freundlich* dan *Langmuir*”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan tugas akhir di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad saw sebagai suri teladan untuk seluruh umat manusia. Dan kepada Ayah Ir. Muslim Usman dan Bunda Nurjannah S.E., M.Si. Selaku kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan segala dukungan serta do'anya selama ini. Penulis menyadari bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari semua pihak. Dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi - tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Dirhamsyah, MT, IPU. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si.,M.Sc. Selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. Selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Dr. Abd Muhajid Hamdan, M. Sc. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Irhamni, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.
6. Ibu Husnawati Yahya, S.Si.,M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan tugas akhir.

7. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis.

Adapun saya yang selaku manusia biasa tentunya penulis tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan proposal tugas akhir ini.

Banda Aceh, 30 November 2022,
Penulis

Irfan Akbar



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

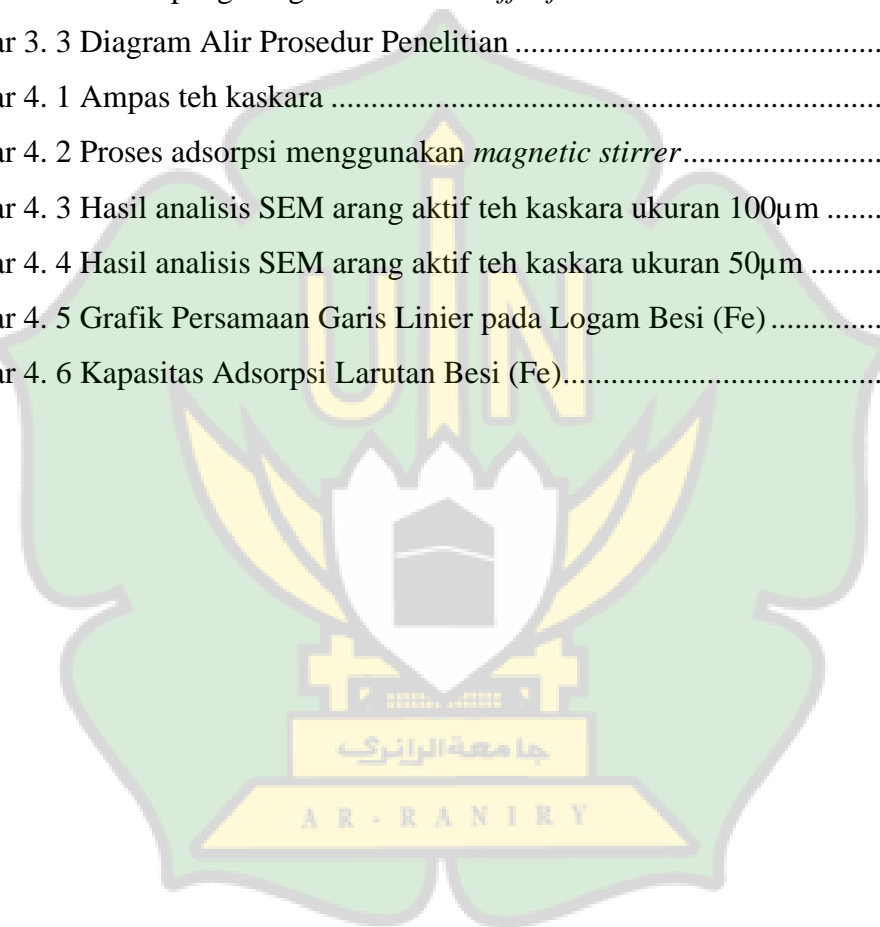
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ampas Teh.....	5
2.2 Limbah Logam Besi (Fe) dan Pengaruh Lingkungan	6
2.3 Teh Kaskara.....	6
2.4 Adsorpsi.....	8
2.4.1 Jenis – jenis Adsorpsi	9
2.4.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	9
2.4.3 Adsorpsi Isoterm.....	10
2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	11
2.6 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.3 Alat dan Bahan	15
3.3.1 Alat	15
3.3.2 Bahan	16
3.4 Metode Penelitian	16
3.5 Prosedur Penelitian.....	16

3.5.1 Preparasi Adsorben.....	16
3.5.2 Pembuatan Arang Aktif Ampas Teh Kaskara	17
3.5.3 Proses Aktivasi Adsorben Teh Kaskara	17
3.5.4 Pembuatan Larutan Logam Besi (Fe).....	18
3.5.5 Pengujian Karakteristik Adsorben.....	18
3.5.6 Proses Adsorpsi Larutan Logam Besi (Fe).....	19
3.6 Parameter.....	20
3.6.1 Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	20
3.6.2 Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	20
3.7 Analisis Data.....	21
3.7.1 Penentuan Efektivitas Adsorpsi.....	21
3.7.2 Penentuan Kapasitas Adsorpsi.....	21
3.7.3 Adsorpsi Isoterm.....	22
3.8 Pengolahan Data.....	22
3.9 Alir Prosedur Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Pengujian Karakteristik Arang Aktif.....	24
4.1.1 Kadar Air	25
4.1.2 Kadar Abu.....	26
4.1.3 Rendemen	26
4.2 Proses Adsorpsi Larutan Logam Besi (Fe).....	27
4.3 Hasil Analisis <i>Scanning Electro Microscope</i> (SEM)	28
4.4 Efektivitas Arang Aktif Dalam Menyerap Larutan Logam Besi (Fe)	31
4.5 Kapasitas Penyerapan Adsorben Terhadap Larutan Besi (Fe)	35
4.6 Penentuan Model Adsorpsi Isoterm Langmuir dan Freundlich.....	37
BAB V PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Teh Kaskara.....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Umum Penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Proses pengarangan di dalam <i>muffle furnace</i>	17
Gambar 3. 3 Diagram Alir Prosedur Penelitian	23
Gambar 4. 1 Ampas teh kaskara	27
Gambar 4. 2 Proses adsorpsi menggunakan <i>magnetic stirrer</i>	28
Gambar 4. 3 Hasil analisis SEM arang aktif teh kaskara ukuran 100 μ m	29
Gambar 4. 4 Hasil analisis SEM arang aktif teh kaskara ukuran 50 μ m	30
Gambar 4. 5 Grafik Persamaan Garis Linier pada Logam Besi (Fe).....	34
Gambar 4. 6 Kapasitas Adsorpsi Larutan Besi (Fe).....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Bagan Penelitian	15
Tabel 3. 2 Karakteristik Arang Teknis.....	18
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Karakteristik Adsorben Ampas Teh Kaskara Berdasarkan SNI 06-3730-1995	25
Tabel 4. 2 Akumulasi Efisiensi Adsorpsi Besi (Fe) Dengan Waktu Variasi: .	32
Tabel 4. 3 Standarisasi pengukuran larutan standar uji besi (Fe)	33
Tabel 4. 4 Grafik Persamaan Garis Linier pada Logam Besi (Fe).....	34
Tabel 4. 5 Efektivitas Adsorpsi Larutan Logam Berat (Fe).....	35



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat sebagai zat polutan yang masuk ke perairan menimbulkan pencemaran terhadap perairan (Rosihan dan Husaini, 2017) dan dapat terakumulasi pada makhluk hidup di dalamnya (Tao dkk, 2012). Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. 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 (Parulian, 2009).

Metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam besi (Fe) dalam air limbah diantaranya adalah pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi dan adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pengolahan air limbah dengan melewati suatu fluida pada suatu padatan sehingga zat-zat yang tidak diinginkan akan ditangkap oleh padatan tersebut Mannarswamy dkk. 2009. Dibandingkan dengan metode lain, secara teknis proses adsorpsi lebih mudah dilakukan karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis (Tangio, 2013).

Pada adsorpsi, yaitu proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Namun pada adsorpsi ada yang disebut adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi, 2008). Berbagai faktor seperti luas permukaan, ukuran pori, jumlah pori, dan adanya gugus fungsi pada permukaan adsorben mempengaruhi kapasitas adsorpsi (Grassi, dkk, 2012).

Hal ini menuntun pada modifikasi adsorben sehingga adsorben memiliki sifat fisik dan kimia untuk meningkatkan kemampuan menurunkan logam berat dari larutan. Aktivasi bertujuan untuk memodifikasi bagian permukaan adsorben (Gautam, dkk, 2014). Proses aktivasi merupakan proses yang digunakan untuk menghilangkan hidrokarbon yang terdapat pada arang, dan sehingga dapat meningkatkan porositas karbon. Proses aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan melalui proses aktivasi secara kimia dan fisika (Jamilatun & Setyawan, 2014).

Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon lalu dihasilkan dari padatan berpori dan dipanaskan pada suhu yang tinggi. Dengan semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsi nya semakin tinggi. Bahan alami dapat digunakan untuk pembuatan arang aktif dengan cara dipanaskan pada suhu yang tinggi (Limantara dkk, 2019).

Limbah teh kaskara mengandung Protein 6,11%, Serat kasar 18,69%, Tanin 2,47%, Kafein 1,36%, Lignin 52.59%, Lemak 1,07% Abu 9,45%, Kalsium 0,23% dan Fosfor 0,02% (Sumihati dkk, 2011). Teh kaskara juga mengandung tanin, Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut (Desmiaty, dkk. 2008). Tanin dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks mulai dari pengendap protein hingga pengkhelet logam (proses selasi). Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis (Hagerman, 2002).

Salah satu penelitian yang terkait dengan pemanfaatan teh telah dilakukan oleh (Pratama dkk. 2017) Dalam efektivitas ampas teh sebagai adsorben alternatif logam Fe dan Cu pada air sungai Mahakam menyatakan bahwa ampas teh juga mengandung tanin, selulosa, hemiselulosa, lignin, dan polifenol dalam kadar persentase berbeda. Di lakukan dengan variasi massa adsorben yaitu 5 gram, 7,5 gram, dan 10 gram dan waktu kontak 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Sehingga diperoleh hasil penelitian yaitu 94,25% pada massa adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 30 menit untuk penyerapan logam Fe tertinggi yang

dihasilkan, sedangkan logam Cu tertinggi yaitu 72,34% pada massa adsorben 7,5 gram dengan waktu pengontakan 30 menit untuk dihasilkan dari adsorben teh kaskara, Dengan waktu pengontakan yang berbeda. Maka dari hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa ampas teh tersebut dapat digunakan sebagai adsorben penyerap logam Fe dan logam Cu.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian ampas teh kaskara yang diaplikasikan pada Logam Besi (Fe) akan sangat bermanfaat karena dapat meminimalisir dua masalah lingkungan, yaitu dapat mengurangi permasalahan penumpukan limbah kulit kopi yang dapat mencemari tanah, dan juga dapat mengurangi pencemaran air yang disebabkan oleh logam besi (Fe) yang terakumulasi di permukaan air.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas peneliti dapat merumuskan beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah efektivitas teh kaskara terhadap adsorpsi logam Fe yang terkandung didalam larutan?
2. Berapakah analisis konstanta kinetika isoterm Langmuir dan Freundlich yang terdapat dalam adsorben teh kaskara?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian yang ingin dicapai oleh mahasiswa adalah sebagai berikut:

1. Untuk menguji efektivitas teh kaskara terhadap adsorpsi logam Fe yang terkandung didalam larutan.
2. Untuk menganalisis konstanta kinetika isoterm Langmuir dan Freundlich dari adsorben teh kaskara.

1.4 Manfaat Penelitian

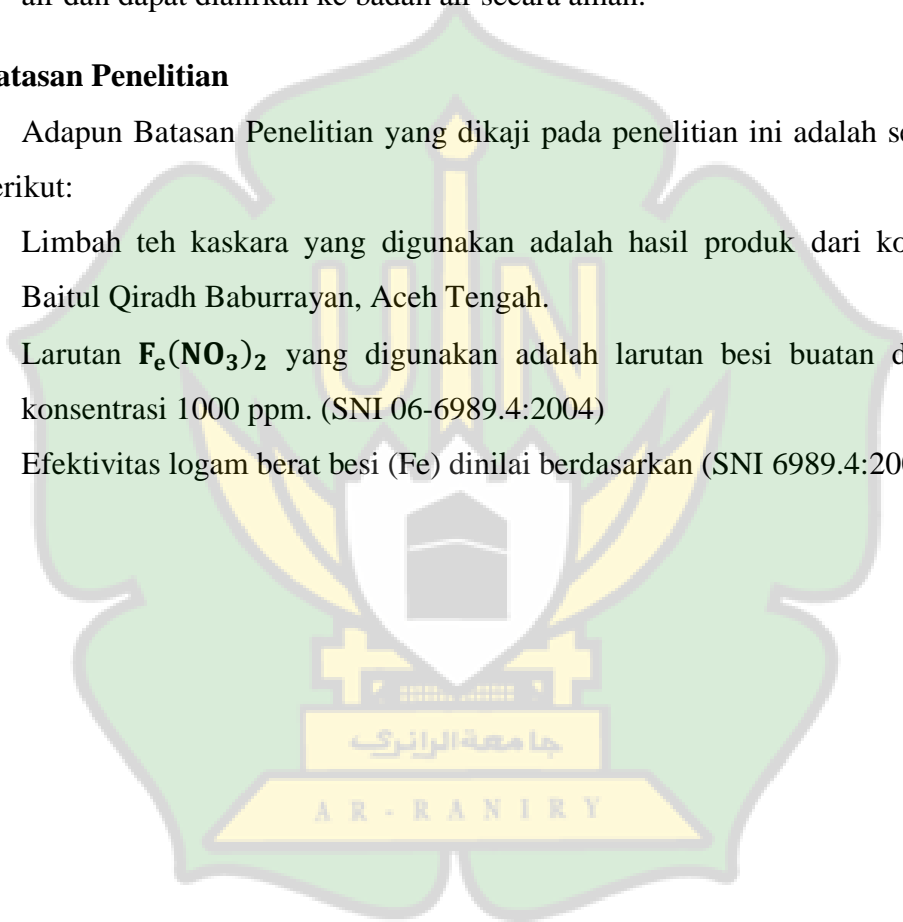
Adapun Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Sebagai sumber informasi dan sebagai bahan referensi dalam menambah pengetahuan tentang adsorben alternatif dengan memanfaatkan teh kaskara
2. Dapat diterapkan langsung untuk mengurangi pencemaran pada air dengan menggunakan adsorben teh kaskara sehingga dapat meningkatkan kualitas air dan dapat dialirkan ke badan air secara aman.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun Batasan Penelitian yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah teh kaskara yang digunakan adalah hasil produk dari koperasi Baitul Qiradh Baburrayan, Aceh Tengah.
2. Larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ yang digunakan adalah larutan besi buatan dengan konsentrasi 1000 ppm. (SNI 06-6989.4:2004)
3. Efektivitas logam berat besi (Fe) dinilai berdasarkan (SNI 6989.4:2009)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Teh

Ampas dari daun teh (*Camellia Sinensi*) merupakan sisa dari teh yang telah mengalami proses pelarutan dengan air, sehingga serat yang ditinggal lebih mendominasi berupa serat tidak larut (Lestari, 2006). Ampas daun teh mengandung selulosa (37%), hemiselulosa dan lignin (14%), dan polifenol (25%). Kandungan dalam ampas daun teh diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi Fe dan Cu (Pratama dkk, 2017).

Pemanfaatan ampas teh sebagai adsorben penurunan kadar Fe air sumur gali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui titik jenuh yang diperlukan oleh adsorben ampas teh dalam menurunkan kadar Fe air sumur gali di ngampilan kota Yogyakarta. Hasil penelitian ini mencapai titik jenuh dengan menggunakan ampas teh dan waktu yang diperlukan adalah 120 menit (Hafids, 2018)

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Celebi, 2020) Limbah teh juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat Cr^{6+} . Metode yang dilakukan yaitu metode adsorpsi dan metode modifikasi dengan berfokus pada konversi limbah teh menjadi karbon aktif. Selain itu terdapat penelitian dari (Gao, dkk 2019) tentang fabrikasidari adsorben berbasis *azamacrocyle* baru untuk ekstraksi fase pada pestisida *organofosfor* dalam minuman teh. Dalam penelitian tersebut, 26 beranggota aromatik-alifatik-campuran adsorben berbasis *azamacrocyle* disintesis dengan memodifikasi silika, Adsorben yang dihasilkan menyediakan beberapa interaksi dengan Ops melalui nya Empat OP dipilih sebagai analit uji untuk menyelidiki kemampuan ekstraksi adsorben yang disintesis. Pengaruh berbagai parameter ekstraksi pada kinerja ekstraksi, termasuk jumlah adsorben, volume dan aliran tingkat larutan sampel, pelarut elusi dan kekuatan ion yang dioptimalkan.

2.2 Limbah Logam Besi (Fe) dan Pengaruh Lingkungan

Beberapa buangan limbah industri yang mengandung persenyawaan logam berat Fe bukan hanya bersifat toksik terhadap tumbuhan tetapi juga terhadap hewan dan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan, dapat terakumulasi dalam biota perairan termasuk kerang, ikan dan sedimen, memiliki waktu paruh yang tinggi dalam tubuh biota laut serta memiliki nilai factor konsentrasi yang besar dalam tubuh organisme. Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. 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 (Supriyantini dan Endrawati, 2015)

2.3 Teh Kaskara

Teh Kaskara merupakan minuman yang memiliki ciri khas seperti teh namun memiliki aroma seperti kopi. Pada umumnya teh kaskara dibuat dengan cara menjemur ampas kopi di bawah sinar matahari selama 4-5 hari untuk menghasilkan kaskara berwarna coklat kehitaman. Teh Kaskara mengandung senyawa polifenol seperti antioksidan (8,9 mol/L) yang dapat berfungsi sebagai minuman fungsional. Dan didalam kaskara juga terdapat senyawa kimia yang mengandung adsorben untuk bisa dimanfaatkan dalam lingkungan. (Hamdan dan Sontani, 2018).



Gambar 2. 1 Teh Kaskara

Sumber: Dokumentasi pribadi (2022)

Produk teh kulit buah kopi sendiri sebenarnya sudah beredar di pasaran internasional tetapi masih sangat jarang ditemukan di Indonesia karena kurangnya pengetahuan dan minat masyarakat tentang keberadaan produk teh kulit buah kopi. Produk teh kulit buah kopi dikenal dengan sebutan kaskara. (Carpenter, 2015). Teh kaskara memiliki rasa manis dan aroma yang khas seperti teh herbal dengan aroma seperti buah mangga, buah ceri, kelopak mawar bahkan asam Jawa. Tahapan proses pembuatan teh dari kulit kopi terdiri sortasi dan pencucian buah kopi, pengupasan dan pengeringan kulit buah. Teh Kaskara mengandung kafein, polifenol, dan tanin serta karbohidrat, protein dan mineral (terutama kalium). Protein, gula dan mineral serta kelembapan tinggi terkandung dalam kaskara kopi menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme yang cepat itu akan memunculkan pencemaran lingkungan jika tidak dimanfaatkan (Galanakis, 2017).

Ekstraksi air dari pulp kopi mengungkapkan kandungan total polifenol antara 4,9 dan 9,2 mg setara asam galat (GAE)/g DM. Kapasitas antioksidan adalah antara 51 dan 92 mol setara *Trolox* (TE)/g DM yang diukur dengan pengujian dengan radikal ABTS. Varietas *Bourbon* dari Kongo dan varietas *maragoype* menunjukkan kandungan kafein tertinggi dengan 6,5 dan 6,8 mg/g DM. Dalam semua sampel asam klorogenat, asam *protocatechuic*, asam galat dan rutin hadir. Minuman teh kaskara mengandung 226 mg/L kafein dan 283 mg GAE/L total

polifenol sedangkan kapasitas antioksidannya sebesar 8,9 mmol TE/L (Heeger, dkk. 2016).

Berdasarkan beberapa literatur komaria, dkk. menyebutkan bahwa teh kaskara selain dimanfaatkan untuk adsorpsi logam berat, juga bermanfaat dengan baik untuk menghasilkan produk yang inovatif yang ramah lingkungan, seperti pemanfaatan pupuk, pakan ternak. Adapun metode penelitian yang dilakukannya adalah dengan metode deskriptif yang dilakukan pada bulan oktober 2019. Dengan menganalisa jenis inovasi pemanfaatan teh kaskara (Komaria dkk. 2020). Ada juga penelitian dari (Arpi, dkk. 2021) tentang karakteristik kimia kaskara, teh ceri kopi, terbuat dari berbagai perawatan pulp kopi.

2.4 Adsorpsi

Suatu proses terjadinya pengumpulan suatu spesies pada batas muka padatan fluida yang biasanya disebut dengan peristiwa adsorpsi. Adsorpsi terjadi akibat adanya gaya tarik menarik secara elektostatis. Gaya tarik menarik yang diperbesar dengan ikatan koordinasi hidrogen atau ikatan van der Waals merupakan salah satu penyebab peristiwa adsorpsi. Peristiwa adsorpsi fisik atau van der Waals terjadi apabila adsorbat dan permukaan adsorben berikatan dengan gaya van der Waals. Adsorpsi kimia terjadi apabila permukaan adsorben beraksi dengan molekul yang teradsorpsi secara kimia. Hal ini terjadi karena adanya ikatan kimia yang terbentuk dan terputus selama proses, sehingga panas reaksi kimia memiliki nilai yang hampir sama dengan panas adsorpsinya. Adapun tujuan dari proses adsorpsi ialah untuk meniadakan bau, warna, dan rasa yang tidak dibutuhkan serta senyawa organik baik yang berbahaya maupun tidak dari suatu senyawa (Kaavessina, 2005).

Adsorpsi dipilih karena merupakan metode yang relatif sederhana dan dapat menggunakan adsorben bahan alam dari sisa-sisa biomasa yang tidak terpakai. Adsorpsi adalah suatu fenomena permukaan karena akumulasi suatu spesies pada batas permukaan padat-cair. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik-menarik (Zhao dkk, 2007).

2.4.1 Jenis – jenis Adsorpsi

Adapun jenis jenis adsorpsi dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu adsorpsi kimia dan fisika.

a. Adsorpsi kimia

Proses ini adalah proses penyerapan yang melibatkan proses kimia, dimana terjadinya pembentukan senyawa baru pada permukaan adsorben dengan cara pemutusan ikatannya. Adsorpsi ini sering terjadi di fase muka padatan dengan gas dan antara padatan dengan cairan. Pada adsorpsi ini jumlah zat yang teradsorpsi hanya satu jenis (Suriyanti, 2012).

b. Adsorpsi fisika

Proses penyerapan senyawa-senyawa yang terserap pada permukaan adsorben dengan membentuk ikatan yang lemah. Gaya *van der Waals* terjadi apabila gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben lebih kecil dari pada gaya intermolekularnya, sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Panas yang menyertai adsorpsi fisika lebih panas dari adsorpsi kimia yaitu dengan kisaran 10 kJ/mol. Proses adsorpsi fisika tidak melibatkan energi aktivasi sehingga menyebabkan jumlah zat yang teradsorpsi semakin kecil dengan naiknya suhu dan adsorpsi ini biasanya terjadi pada temperatur yang rendah (Pitriani, 2010).

2.4.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut:

a. Jenis adsorben

Adsorben yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum baik untuk zat lain, sehingga dapat dikatakan bahwa tiap adsorben memiliki karakteristiknya sendiri.

b. Jenis adsorbat

Zat yang bersifat basa akan lebih mudah diserap dengan adsorpsi asam, begitu pula sebaliknya karena basa dan asam akan saling tarik-menarik.

c. Konsentrasi zat adsorbat

Semakin besar *solute* yang teradsorpsi, maka semakin tinggi konsentrasi adsorbat.

d. Luas permukaan adsorben

Semakin besar kemampuan adsorben untuk menarik *solute* (adsorbat), maka semakin luas pula permukaan adsorbennya.

e. Tekanan dan suhu operasi

f. Daya larut *Solvent* terhadap *solute*

Apabila daya larut *solvent* terhadap *solute* tinggi, maka proses adsorpsi akan mengalami daya berlawanan dengan tarik adsorben terhadap *solute*.

g. Jumlah *stage*

Apabila jumlah *stage* yang dihasilkan banyak, maka lebih besar pula jumlah *solute* yang teradsorpsi. Hal ini berbanding terbalik dengan operasi *single stage* (Putro dan ardhiany, 2010).

2.4.3 Adsorpsi Isoterm

Proses adsorpsi menggambarkan hubungan antara zat yang teradsorpsi oleh adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada keadaan kesetimbangan dengan temperature tetap biasanya disebut dengan isoterm adsorpsi. Ada beberapa jenis isoterm, yaitu antara lain (Rahmayanti, 2007):

a. Isoterm Langmuir

Proses isoterm adsorpsi ini terjadi saat terbentuknya lapisan tunggal didasarkan pada asumsi bahwa kemampuan partikel tidak tergantung pada tempatnya atau tempat yang berdekatan. Persamaan isoterm Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut:

$$W = \frac{b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \dots\dots\dots(2.1)$$

Persamaan diatas dapat ditrunkan secara linier menjadi:

$$\frac{C_e}{W} = \frac{1}{a} + b \cdot C_e \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana: W = Efektivitas adsorpsi (mg/g)

b = Konstanta Langmuir (mg/L)

C_e = Konsentrasi kesetimbangan (konsentrasi sisa)

a = Kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g) (Aini dan Wahyudi, 2018)

b. Isoterm Freundlich

Proses isoterm adsorpsi ini terjadi pada beberapa lapisan dan mempunyai ikatan yang tidak kuat, sehingga ini bisa digambarkan sebagai adsorpsi fisik. Model adsorpsi ini dapat dilihat bahwa adsorben memiliki permukaan yang homogen sehingga dapat membentuk beberapa lapisan. Persamaan isoterm freundlich dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = K C_e^{1/n} \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk bentuk linier dari persamaan diatas dapat diubah dengan mengambil bentuk logaritmanya:

$$\text{Log } W = \text{Log } K + \frac{1}{n} \text{Log } C_e \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana, W = Efektivitas adsorpsi (mg/g)

K = Kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (mg/g)

n = Konsentrasi zat terlarut dalam larutan setelah tercapai kesetiimbangan adsorpsi (mg/L) (Handayani dan Sulistiyono, 2009).

2.5 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan perangkat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Logam-logam yang mudah diuapkan seperti Cu, Zn, Pb dan Cd umumnya ditentukan pada suhu rendah, sedangkan untuk unsur-unsur yang tidak mudah diatomisasi diperlukan suhu tinggi. Prinsip metode AAS adalah absorpsi cahaya oleh atom, yang atom-atom tersebut menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya (Khopkar, 1990).

Cara kerja spektrofotometri serapan atom adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995).

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, ekologi dan toksikologi.

Peristiwa didalam AAS dapat dibagi menjadi 2 proses yaitu:

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

2.6 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya yang digunakan untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. SEM bekerja berdasarkan scan sinar elektron pada permukaan sampel, lalu informasi yang diperoleh diubah menjadi gambar. Adapun manfaat dari SEM adalah untuk melihat morfologi permukaan suatu sampel dan ukuran partikel dari suatu sampel, dan SEM digunakan dan untuk mengamati permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali (Anggraeni, 2018).

Prinsip kerja SEM adalah mendeteksi elektron yang dihamburkan oleh suatu sampel, Ketika ditembak oleh berkas elektron berenergi tinggi secara kontinyu yang dipercepat dalam kumparan elektromagnetik yang dihubungkan dengan tabung sinar katoda. Detektor SEM akan mendeteksi elektron yang dipantulkan dengan intensitas yang tinggi (Mikrajuddin dan Khairurrijal, 2019).

Syarat agar SEM menghasilkan citra yang tajam yaitu permukaan benda harus bersifat sebagai pemantul elektron atau dapat melepaskan elektron sekunder ketika ditembak dengan berkas elektron. Adapun material yang memiliki sifat demikian adalah logam, jika permukaan logam diamati dibawah SEM maka profil permukaan akan tampak dengan jelas (Abdullah dan Khairurrijal, 2008).

BAB III

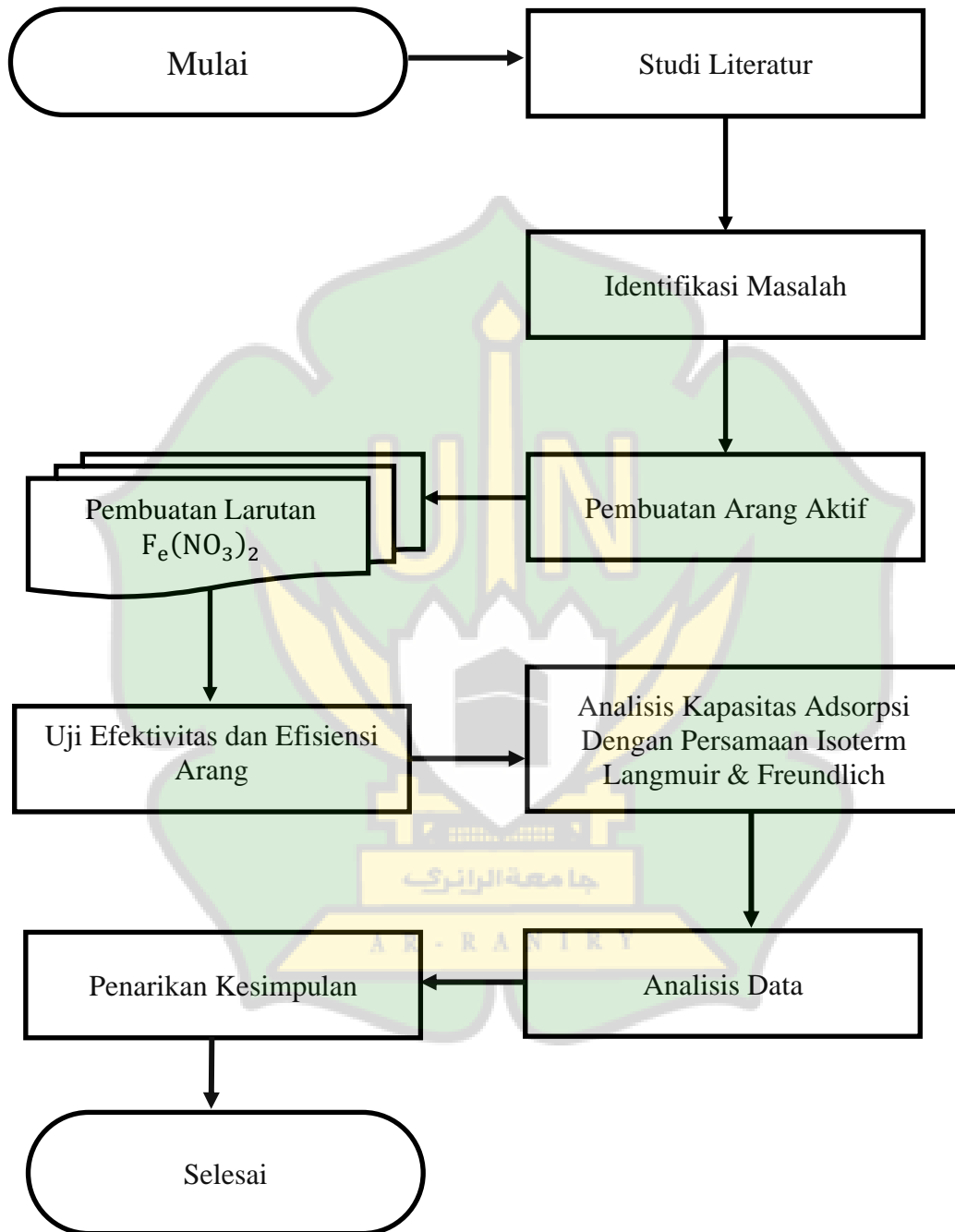
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum, metode penelitian ini didahului oleh studi literatur dan identifikasi masalah. Dengan melakukan penelitian secara deskriptif, penelitian ini melibatkan pelaku usaha teh kaskara. Adapun beberapa tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Tahap identifikasi masalah yaitu upaya untuk mendefinisikan masalah yang ada dan membuat permasalahan tersebut dapat diukur dan diuji.
2. Tahap perumusan masalah yaitu merumuskan masalah yang terjadi pada objek penelitian.
3. Tahap tujuan penelitian yaitu jawaban dari pertanyaan dan diharapkan dapat tercapai setelah dilakukannya penelitian.
4. Tahap studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian, dan situs-situs di internet.
5. Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian.
6. Tahap analisis dan pengolahan data dilakukan berdasarkan data-data yang dibutuhkan, selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasi tujuan permasalahan, sehingga diperoleh penganalisisan pemecahan yang efektif dan terarah.
7. Tahap hasil dan pembahasan yaitu jawaban pertanyaan penelitian. Bagian ini menyajikan tiga hal, yakni kerangka berpikir, sistematika penulisan, dan pembahasan penelitian.
8. Tahap penarikan kesimpulan dan saran merupakan proses untuk menarik kesimpulan dan saran atas apa yang dilakukan selama penelitian. Dasar

pengambilan kesimpulan dan saran diantaranya adalah hasil analisis dan pembahasan.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Umum Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada periode bulan Oktober tahun 2022. Tempat pembuatan adsorben ampas teh kaskara dan proses adsorpsi dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry. Dan Analisis kandungan logam berat besi (Fe) juga dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Jadwal	2021-2022					
	Agust	Sep	Okt	Nov	Des	Jan
Seminar Proposal	√					
Revisi Proposal	√					
Tahapan Penelitian		√				
Persiapan Alat & Bahan		√				
Preparasi Adsorben			√			
Aktivasi Adsorben			√			
Pengujian Adsorben			√			
Adsorpsi Larutan Fe			√			
Analisis SSA				√		
Pengujian SEM				√		
Kapasitas Adsorpsi				√		
Adsorpsi Isoterm				√		
Pengolahan Data				√		
Sidang Tugas Akhir					√	

Tabel 3. 1 Bagan Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala, pipet ukur, labu erlenmeyer, gelas kimia, gelas beaker 1000 ml, mortal, cawan porselin, corong gelas, neraca

analitik, *stopwatch*, pH meter, ayakan 100 mesh, oven, *magnetic stirrer*, kertas saring *Scanning Electron Microscope* dan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*.

3.3.2 Bahan

Larutan $F_e(NO_3)_2$, ampas teh kaskara, larutan natrium asetat (CH_3COONa), dan aquades.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, yaitu suatu penelitian yang digunakan untuk menjawab masalah penelitian yang berupa angka. Dalam penelitian ini menggunakan variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat terdiri yang digunakan adalah dengan ukuran adsorben sebesar 100 mesh dan volume larutan sampel yaitu 250 ml. sedangkan variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu massa adsorben 5 mg, 7,5 mg, 10 mg, dan 12,5 mg. dengan waktu pengontakan yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. (Pratama dkk. 2017).

Siapkan larutan $F_e(NO_3)_2$ 500 ppm dipipet sebanyak 3,3 mL, kemudian diencerkan larutan $F_e(NO_3)_2$ sampai 100 mL dengan Aquades. Lalu diperoleh larutan stok dengan konsentrasi 15 ppm.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Adsorben

Proses preparasi adsorben dimulai dengan mencuci ampas teh kaskara dengan menggunakan aquades untuk menghilangkan kotoran dan debu yang terkandung di kulit kopi yang terdapat dalam teh kaskara dan setelah itu limbah teh kaskara dikeringkan di dalam oven dengan $105^\circ C$ selama 1 jam sampai limbah teh kaskara itu kering. Selanjutnya ampas teh kaskara diayak menggunakan ayakan 100 mesh. (Murni, 2017).

3.5.2 Pembuatan Arang Aktif Ampas Teh Kaskara

Ampas teh kaskara sebanyak 80 Gram dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 1 jam. Setelah itu, arang aktif ampas teh kaskara diarangkan di dalam muffle furnace pada temperatur 270°C selama 30 menit. Ampas teh yang sudah menjadi arang ditumbuk menggunakan lumpang dan alu, lalu diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh, kemudian diaktivasi dengan larutan Natrium Asetat CH_3COONa selama 48 jam dan dibilas berulang kali dengan aquades sampai pH netral. Arang aktif dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit dengan temperatur 105°C dan arang aktif ampas teh kaskara dimasukkan ke dalam desikator (Fernianti, 2018). Pembuatan arang aktif ini dapat kita lihat pada gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3. 2 Proses pengarangan di dalam *muffle furnace*

3.5.3 Proses Aktivasi Adsorben Teh Kaskara

Proses aktivasi adsorben Ampas teh kaskara dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Sebelum proses aktivasi dilakukan, ampas teh kaskara terlebih dahulu dicuci dengan akuades.
2. Ampas teh kaskara yang sudah kering kemudian dihaluskan, lalu diayak dengan ukuran 100 *mesh* untuk mendapatkan ukuran yang seragam, dan selanjutnya ditimbang. Proses aktivasi dilakukan dengan perbandingan 1:4 antara ampas teh kaskara dengan larutan natrium asetat (CH_3COONa) dan dilakukan perendaman selama 48 jam.

3. Setelah itu, ampas teh kaskara ditiriskan dari larutan larutan natrium asetat (CH_3COONa) dan dicuci kembali dengan aquades berulang kali hingga pH ampas teh kaskara menjadi netral.
4. Ampas teh kaskara kemudian ditiriskan dengan menggunakan kertas saring yang tujuan memisahkan arang aktif dengan larutan.
5. Ampas teh kaskara kemudian kembali dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 30 menit (Budiman, 2018).

3.5.4 Pembuatan Larutan Logam Besi (Fe)

Pada tahap pembuatan larutan besi (Fe) sebanyak 500 ppm yaitu diambil 1,6 gram serbuk $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dan dimasukkan kedalam labu ukur 500 ml selanjutnya ditambahkan aquades hingga tanda batas dan dihomogenkan. Lalu dihasilkan larutan baku $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 500 ppm. Selanjutnya diambil larutan 3,3 ml dari larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 500 ppm dimasukkan kedalam gelas kimia 100 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan stok larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 15 ppm (SNI 06-6989.4-2004).

3.5.5 Pengujian Karakteristik Adsorben

Menentukan arang aktif ampas teh kaskara telah terbentuk dengan baik dapat diketahui melalui, karakteristik arang aktif setelah melalui beberapa pengujian mutu arang aktif meliputi penentuan rendemen, kadar air, dan kadar abu. Kualitas arang aktif mengacu pada SNI No. 06-3730-1995 tentang Standar Mutu Arang Aktif.

Tabel 3. 2 Karakteristik Arang Teknis

NO	Parameter	Standar Arang Teknis SNI No. 06-3730-1995
1.	Rendemen	-
2.	Kadar Air	Maksimum 15%
3.	Kadar Abu	Maksimum 10%

(Sumber: SNI No. 06-3730-1995)

Rendemen arang aktif dihitung dengan cara membandingkan antara berat bahan baku yang diarangkan dengan berat arang aktif setelah karbonisasi ditunjukkan pada persamaan. (Sari,2019)

$$Rendemen = \left(\frac{b}{a}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan a adalah berat bahan baku yang diarangkan (g), dan b adalah berat arang yang dihasilkan (g).

Untuk mengetahui kadar air, arang aktif ditimbang sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sebelumnya telah ditimbang dan diketahui beratnya. Cawan beserta arang aktif kemudian dimasukkan ke dalam oven yang diatur suhunya pada 105°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang massanya, ditunjukkan pada persamaan di bawah ini. (Jubilate, dkk, 2016)

$$Kadar\ air = \left(\frac{a-b}{a}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

dengan a adalah berat arang awal (g), dan b adalah berat contoh setelah dikeringkan (g).

Untuk mengetahui kadar abu dari limbah teh kaskara dilakukan dengan menimbang sebanyak 2 gram arang dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya, kemudian contoh dipijarkan dalam *muffle furnace* pada suhu 600°C selama 3 jam atau sampai semua contoh menjadi abu. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang, ditunjukkan pada persamaan di bawah ini. (Jubilate, dkk, 2016)

$$Kadar\ abu = \left(\frac{W2}{W1}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan W1 adalah bobot awal sampel (g), dan W2 adalah bobot akhir sampel.

3.5.6 Proses Adsorpsi Larutan Logam Besi (Fe)

Proses adsorpsi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pada proses adsorpsi ampas teh kaskara ditimbang menggunakan neraca analitik.

2. Kemudian disiapkan sampel larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dengan konsentrasi 15 ppm sebanyak 100 ml.
3. Adsorben ampas teh kaskara dimasukkan ke dalam larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dengan variasi 5 mg, 7,5 mg, 10 mg, dan 12,5 mg.
4. Diaduk campuran menggunakan *Magnetic Stirrer* dengan dengan kecepatan 250 rpm, dan variasi waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit.
5. Kemudian disaring campuran menggunakan kertas saring. Selanjutnya, penentuan konsentrasi larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dengan menggunakan SSA (Pratama dkk. 2017)

3.6 Analisis Parameter

3.6.1 Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Analisis logam Besi (Fe) dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang didasarkan pada hukum *Lambert-Beer*, yaitu banyaknya sinar yang diserap berbanding lurus dengan kadar zat. Oleh karena yang mengabsorpsi sinar adalah atom, logam Besi (Fe) harus diubah menjadi bentuk atom. Larutan Besi (Fe) dimasukkan dalam tabung reaksi yang tersedia pada alat SSA, melakukan pengaturan pada komputer alat SSA penggunaanya, dihidupkan api dan lampu katoda SSA, posisi lampu juga diatur untuk memperoleh serapan maksimum. Kemudian diaspirasi larutan Besi (Fe) kedalam nyala udara asetilen, penunjukan hasil bacaan pengukuran harus nol. Secara berturut-turut larutan Besi (Fe) dianalisis menggunakan SSA, hasil pengukuran serapan atom akan dicatat kemudian dihitung untuk mendapatkan konsentrasi logam pada larutan Besi (Fe). (SNI. 6989.4:2009).

3.6.2 Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Untuk melihat kinerja pori-pori teh kaskara dalam menyerap logam Fe, perlu diuji menggunakan *Uji Scanning Electron Microscope* (SEM). SEM berfungsi untuk mengetahui struktur morfologi yang terkandung didalam adsorben teh kaskara (Haura, dkk.2017).

Analisis arang aktif menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yaitu dipastikan sampel dalam keadaan kering, bersih, dan kontaminan bahan pengotor. Dan kemudian diambil bagian sampel yang homogen. Sampel dimasukkan kedalam plastik, diambil cuplikan sampel dengan memakai spatula dan diletakkan dalam kaca preparat untuk sampel. Tekan dan ratakan kaca slide penutup hingga plas terisi penuh dan rata. Pastikan sampel untuk dipreparasi benar-benar sudah rata dan penuh sampai kedalam sampel holder dengan cara dibalikkan posisi sampelnya. Dan diberikan kode nomor pada sampel, dan sampel siap dianalisis dan ditembak dengan menggunakan SEM (Martinez, 2010).

3.7 Analisis Data

3.7.1 Penentuan Efektivitas Adsorpsi

Efektivitas adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus efektivitas penurunan yaitu:

$$Ef(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

Ef = Efektivitas Penurunan

Y_i = kandungan awal logam berat

Y_f = kandungan akhir logam berat (Larasati dkk, 2016).

3.7.2 Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi ditentukan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Data yang diperoleh tersebut kemudian dihitung kapasitas adsorpsi dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$Q_e = \frac{(C_o - C_e)}{w} \times V \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

Q_e = kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_o = konsentrasi awal logam (mg/L)

C_e = konsentrasi akhir logam (mg/L)

W = massa adsorben (g)

V = volume larutan logam

3.7.3 Adsorpsi Isoterm

Model adsorpsi isoterm dapat diketahui dengan cara mengaplikasikan persamaan *Langmuir* dan *Freundlich*. Persamaan *Langmuir* dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e K_L} + \frac{C_e}{q_m} \dots\dots\dots(3.6)$$

Sedangkan persamaan *Freundlich* ditulis sebagai berikut:

$$\log \log q = \log \log K_F + \left(\frac{1}{n}\right) \log \log C_e \dots\dots\dots(3.7)$$

Bila isoterm mengikuti metode *Langmuir* maka dibuat plot antara C_e/q_e dengan C_e memberikan hasil yang linier. Sedangkan bila mengikuti model *Freundlich* maka plot antara q_e dengan $\log C_e$ menghasilkan hasil yang linier.

Keterangan:

C_e = konsentrasi kesetimbangan analit dalam larutan (mg/L)

q_e = kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan (mg/g)

K_L = kapasitas adsorpsi *Langmuir* (L/mg)

q_m = kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

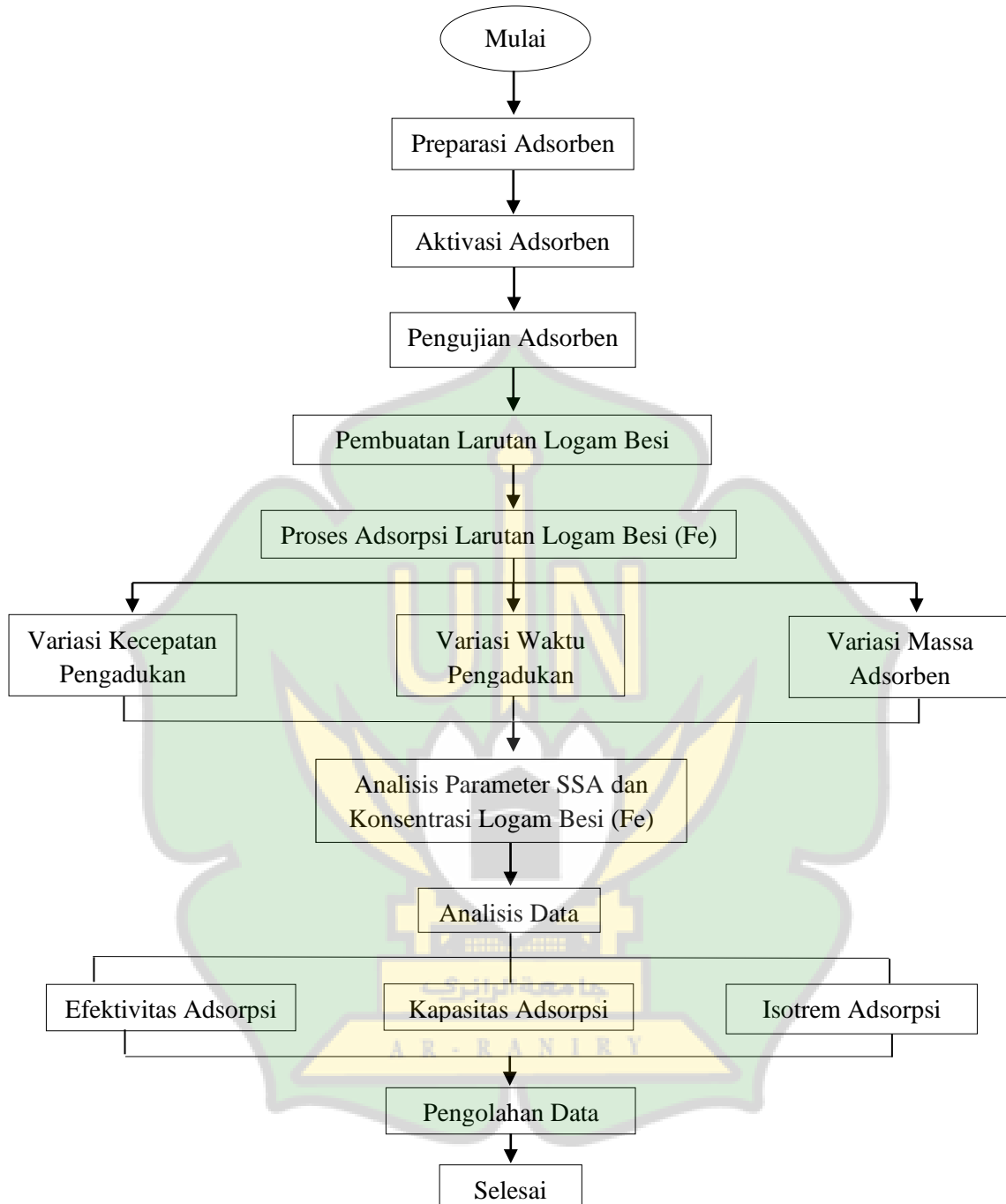
K_F = konstanta *Freundlich* (mg/g) (L/mg)^{1/n}

1/n = faktor heterogenitas

3.8 Pengolahan Data

Pengolahan data diartikan sebagai penjabaran atas pengukuran data kuantitatif menjadi suatu penyajian yang lebih mudah ditafsirkan dan menguraikan masalah secara parsial maupun keseluruhan. Pengolahan data dilakukan agar memperoleh hasil sesuai dengan yang diinginkan. Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan terhadap data yang diperoleh sebelumnya dengan menggunakan *software microsoft excel* dan pendekatan persamaan kinetika isoterm *Freundlich* dan *Langmuir*.

3.9 Diagram Alir Prosedur Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram Alir Prosedur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang pemanfaatan ampas teh kaskara sebagai adsorben penyerap logam besi (Fe) dengan pendekatan kinetika isoterm *Freundlich* dan *Langmuir* telah dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Pada penelitian ini diawali dengan pembuatan arang ampas teh kaskara dengan menggunakan metode arang aktif, ampas teh kaskara yang telah menjadi arang aktif kemudian dilakukan aktivasi dengan menggunakan aktivator CH_3COONa (Natrium Asam Asetat) 250 ml. Arang aktif ampas teh kaskara yang telah diaktivasi kemudian diaplikasikan pada penyerapan larutan logam besi (Fe) menggunakan *magnetic stirrer* kecepatan 250 rpm dengan beberapa variasi dan waktu pengadukan.

4.1 Pengujian Karakteristik Arang Aktif

Pengujian karakteristik arang aktif perlu dilakukan untuk mengetahui kadar mineral yang ada terdapat didalamnya baik sesudah maupun sebelum dianalisa. Dari hasil analisis karakteristik adsorben ampas teh kaskara untuk kadar air yang awalnya sebelum dianalisa diperoleh nilai dengan presentase 32,7 dan setelah dilakukan Analisa dengan perhitungan diperoleh nilai dengan presentase 0,9, hal ini sesuai dengan standar mutu arang teknis masih dibawah nilai maksimum 15% sehingga bisa dikatakan kadar air dari adsorben ampas teh kaskara sesuai standar. Selanjutnya kadar abu yang awalnya sebelum dianalisa diperoleh nilai dengan presentase 73 dan setelah dilakukan perhitungan dan Analisa lalu diperoleh nilai dengan presentase 2,22, hal ini sesuai dengan standar mutu arang teknis masih dibawah nilai maksimum yaitu 10% sehingga dikatakan layak dan sesuai standar kadar abu pada arang aktif ampas teh kaskara. Dan yang terakhir rendemen diperoleh nilai sebelum dianalisa yaitu dengan presentase 82 lalu setelah dilakukan Analisa diperoleh dengan nilai presentase 39,46 pada rendemen arang aktif ampas teh kaskara, hal ini bisa dikatakan baik dikarenakan juga tidak ada standar mutu arang teknis pada rendemen. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui presentase dari jumlah arang aktif yang dihasilkan

dari bahan awal ampas teh kaskara setelah melalui aktivasi dan arang aktif. Suhu aktivasi, waktu aktivasi dan pemanasan dengan suhu yang tinggi dapat menurunkan hasil presentase rendemen karena zat *volatile* dalam bahan banyak yang hilang.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Karakteristik Adsorben Ampas Teh Kaskara Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Parameter	Standar Mutu Arang Teknis	Hasil Sebelum Analisa (%)	Hasil Sesudah Analisa (%)
Kadar air	Maksimum 15%	32,7	0,9
Kadar abu	Maksimum 10%	73	2,22
Rendemen	-	82	39,46

4.1.1 Kadar Air

Ampas teh kaskara yang sebelumnya berasal dari kulit kopi arabika umumnya masih berwarna merah dan agak kecoklatan, sehingga tampaknya masih segar dan masih memiliki kadar air. Perlu adanya proses pengeringan selama 3-5 hari hingga warna kulit kopi benar-benar berubah menjadi coklat tua. adapun dalam proses penyerapan ampas teh kaskara ini dalam suatu larutan besi (Fe) masih belum maksimal penyerapannya terhadap logam berat besi (Fe). Hal ini dikarenakan karena masih banyak sekali kadar air didalamnya yang terkandung didalam ampas teh kaskara tersebut. Kadar air tersebut sangat berpengaruh terhadap proses kinerja adsorben. Karena semakin banyak air yang terkandung didalam ampas teh kaskara menyebabkan pori-pori adsorben tidak terbuka, dan proses adsorpsi menjadi terhambat sehingga adsorben tidak mampu menyerap logam berat besi (Fe).

Adapun pernyataan ini juga didukung oleh Saputri (2020), penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air dari adsorben. Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator. Hubungannya molekul air pada arang aktif ampas teh oleh aktivator yang mampu menyebabkan pori-pori arang aktif semakin besar. Hasil uji pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa kadar air arang aktif ampas teh kaskara pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 0,9 % hal ini dapat membantu proses

terbukanya pori-pori pada ampas teh kaskara, sehingga kinerja adsorben ini bisa berlangsung dengan baik.

4.1.2 Kadar Abu

Ampas teh kaskara yang sebelumnya masih memiliki kadar air dan belum di uji kadar abu nya tersebut perlu awalnya dilakukan tahap pengarangan dengan menggunakan alat *muffle furnace* guna untuk menjadikan ampas teh kaskara tersebut menjadi arang aktif dan siap dijadikan sebagai adsorben. Sebelum dilakukan pengarangan alangkah lebih bagusnya dilakukan pencucian terlebih dahulu dengan aqudest. Setelah selesai barulah dilakukan pengujian kadar abu terhadap arang aktif ampas teh kaskara. Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengetahui sisa air didalamnya. Ampas teh kaskara jika masih ada sisa air didalam adsorben maka proses adsorpsi arang aktif ampas teh kaskara akan terhambat.

Menurut Imawati (2015), menjelaskan bahwa tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh aktivator dalam melarutkan mineral-mineral organik yang terkandung dalam arang aktif. Kandungan kadar abu yang terdapat pada arang aktif ampas teh kaskara ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 tentang baku mutu arang teknis. Kadar abu pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu 2,22%. Dilakukan pengujian kadar abu sebelum diaktivasi sebanyak 73%. Setelah diaktivasi mengalami penurunan menjadi 10%. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui sisa air dalam arang aktif yang tidak terbuang saat proses pengarangan dan aktivasi.

4.1.3 Rendemen

Ampas teh kaskara yang berasal dari kulit kopi arabika ini awalnya masih lembab dan tergolong basah karena bercampur air didalamnya, sehingga berat yang dimiliki tidak seimbang dengan berat ampas teh kaskara seutuhnya atau pada saat kering. Hal ini dikarenakan perlu nya dihitung rendemen pada ampas teh kaskara yaitu untuk mengetahui banyaknya ekstraksi ampas teh kaskaraa sebelum diaktivasi. Pada gambar 4.1 terlihat masih banyaknya ampas teh kaskara yang dihasilkan.



Gambar 4. 1 Ampas teh kaskara

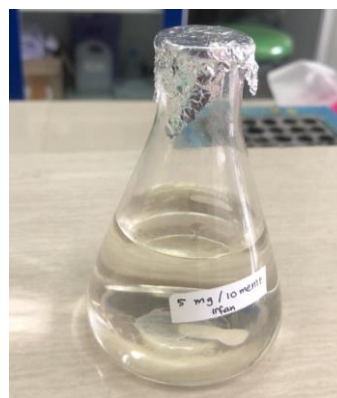
Pada gambar diatas dapat dilihat banyaknya ampas yang dihasilkan pada saat pengeringan. Tampak bahwa ampas masih besar dan memiliki kandungan air didalamnya. Sehingga perlu adanya dilakukan pengujian rendemen pada arang aktif ampas teh kaskara. Tujuan dilakukan pengujian rendemen adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan pada konsentrasi berapakah proses pembuatan serbuk ekstrak etanol ampas teh kaskara ini optimal. Menurut budiyanto (2015), menyatakan bahwa semakin tinggi rendemen ekstrak maka semakin tinggi kandungan zat yang tertarik ada pada suatu bahan baku.

4.2 Proses Adsorpsi Larutan Logam Besi (Fe)

Proses adsorpsi merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (adsorbat) terikat pada suatu padatan (adsorben) (Asip dkk, 2008). Dalam penelitian ini, yang bertindak sebagai adsorbat adalah logam besi (Fe) dan yang bertindak sebagai adsorben adalah arang aktif ampas teh kaskara. Kinerja adsorben ini juga sangat dipengaruhi oleh besarnya pori-pori yang terkandung di dalam adsorben itu sendiri. Apabila pori-pori adsorben ampas teh kaskara tersebut belum terbuka maka proses adsorpsi ampas teh kaskara terhadap larutan logam berat besi (Fe) tidak maksimal. Adapun tujuan dari aktivasi ampas teh kaskara ini adalah untuk memaksimalkan penyerapan logam berat (Fe) oleh ampas teh kaskara. Proses adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:



a. Sebelum



b. Sesudah

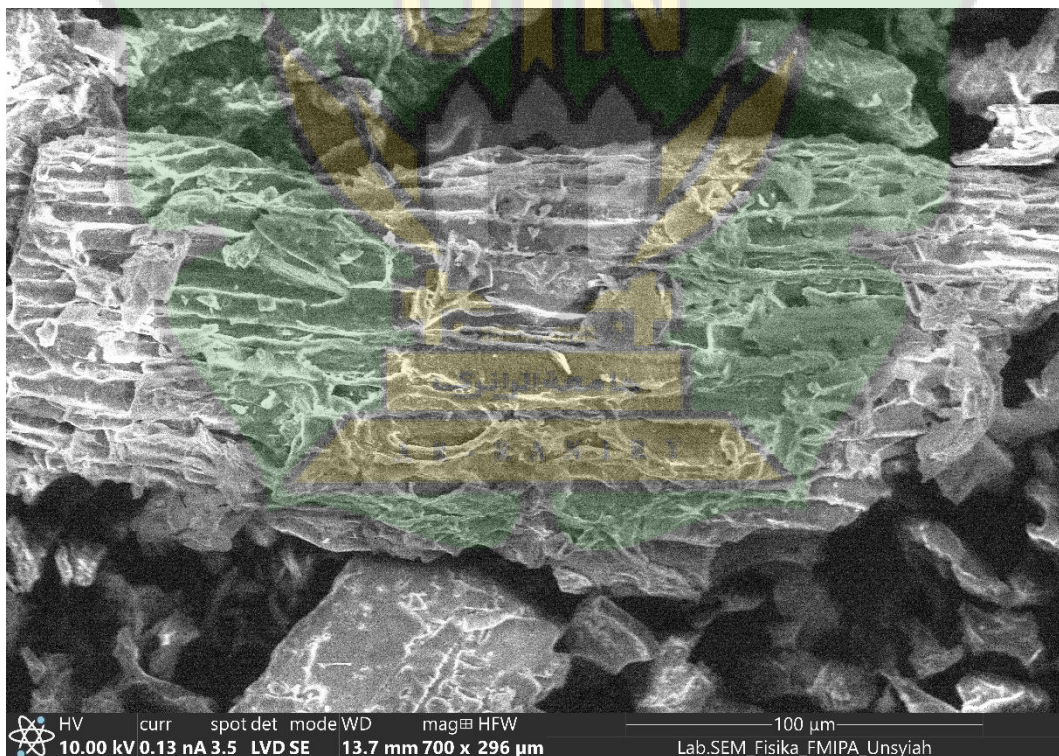
Gambar 4. 2 Proses adsorpsi menggunakan *magnetic stirrer*

Pada gambar diatas terlihat warna larutan logam berat besi (Fe) masih berwarna hitam setelah dilakukan pengadukan dengan adsorben ampas teh kaskara, dan terlihat berwarna putih bening setelah dilakukan adosprsi terhadap larutan logam berat besi (Fe). Pada penelitian ini kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 250 Rpm. Proses kecepatan pengadukan juga dapat mempengaruhi pada proses adsorpsi ampas teh kaskara terhadap larutan logam besi (Fe). Jika waktu pengadukan tidak stabil maka akan menyebabkan daya serap adsorben tidak bekerja secara maksimal. hal ini berpengaruh pada kadar logam besi (Fe) dalam larutan sehingga larutan logam berat (Fe) meningkat atau tidak terserap sama sekali. Menurut Purnamasari (2016), bahwa peristiwa ini terjadi karena sudah maksimal hingga adsorben nya tidak bisa lagi menyerap dikarenakan pori-pori yang sudah penuh. Hal ini disebut dengan desorpsi yaitu proses pelepasan molekul pada adsorben.

4.3 Hasil Analisis *Scanning Electro Microscope* (SEM)

Sebelum digunakan arang aktif ampas teh kaskara di uji terlebih dahulu karakteristik arang aktif nya yaitu dengan di uji permukaan arang aktif dengan menggunakan alat SEM (*Scanning Electro Microscope*). SEM digunakan oleh seluruh teknologi yang berskala sangat kecil (skala nano) diantaranya untuk mengidentifikasi material, pada bidang material seperti forensik, analisis kegagalan metalurgi dan elektronik. Menurut (Haura dkk,2017), menyatakan bahwa uji analisis SEM (*Scanning Electro Microscope*) pada arang aktif ampas teh kaskara ini dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dan karakteristik pada permukaan dan ukuran partikel dari arang aktif.

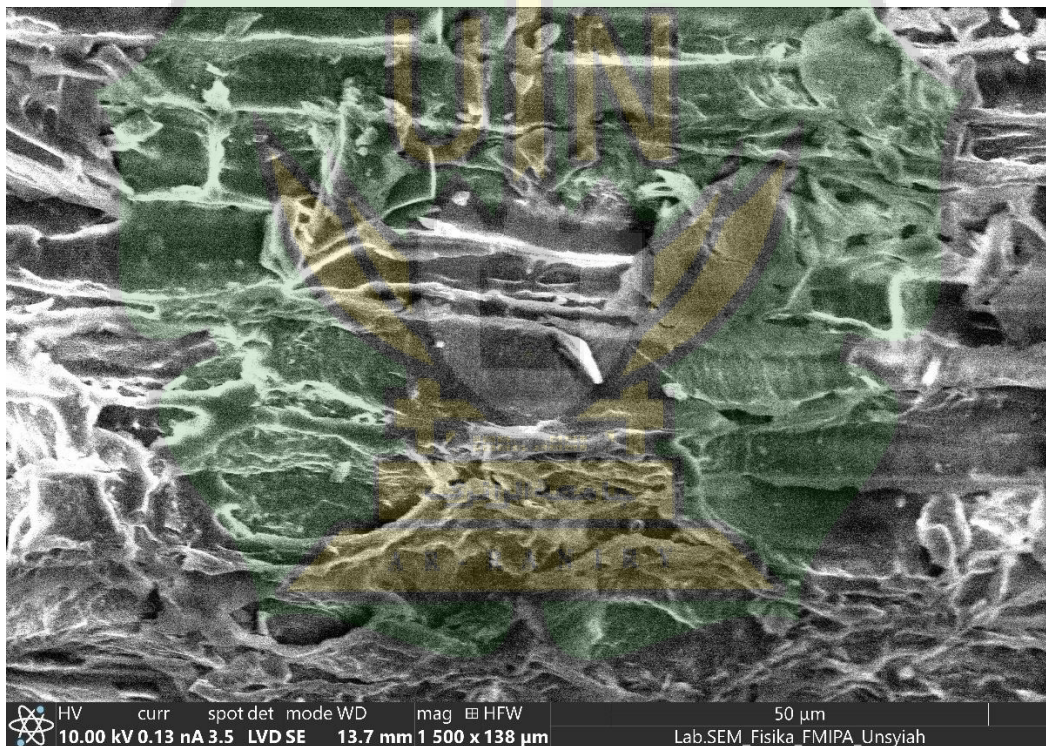
Uji SEM (*Scanning Electro Microscope*) perlu dilakukan pada arang aktif ampas teh kaskara dikarenakan untuk mengetahui karakteristik dan pori-pori dari arang aktif sehingga nanti bisa lebih maksimal pada saat dilakukan proses adsorpsi pada larutan logam berat (Fe). Jika tidak dilakukan pengujian ini akan sangat berpengaruh pada saat proses selanjutnya, dan pengujian ini bisa dikatakan adalah untuk membuktikan arang aktif ampas teh kaskara ini layak untuk dijadikan adsorben sehingga proses nantinya bisa lebih maksimal dan efesiensi. selanjutnya pada saat pengujian SEM (*Scanning Electro Microscope*) dilakukan dengan 2 kali pengambilan gambar, pertama dilakukan dengan penembakan ukuran 100 μ m dan 50 μ m sehingga terlihat beberapa perbedaan dan kejelasan pada saat pengambilan gambar tersebut. Pengujian SEM (*Scanning Electro Microscope*) ini peneliti lakukan di Laboratorium FMIPA Fisika Universitas Syiah Kuala. Untuk gambar dengan ukuran 100 μ m dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini. :



Gambar 4. 3 Hasil analisis SEM arang aktif teh kaskara ukuran 100 μ m

Pada Gambar 4.3 Hasil penelitian analisis SEM (*Scanning Electro Microscope*) ini menggunakan pembesaran yaitu 100 μ m. dengan ini terlihat bahwa terlihat seperti bentuk batang pada struktur morfologi arang aktif ampas teh

kaskara dan terlihat juga pori-pori yang ada di arang aktif tersebut terbuka. Dengan terbukanya pori-pori pada arang aktif ampas teh kaskara berarti bisa dikatakan pada saat proses adsorpsi arang aktif dapat menyerap dengan maksimal larutan logam berat (Fe). Pernyataan ini juga dirujuk atas penelitian dari (Viana,dkk. 2017) menjelaskan bahwa dengan meningkatnya ukuran pori-pori pada arang aktif setelah diaktivasi maka efisiensi penyerapan adsorben akan semakin besar. Terlihat pada gambar 4.3 disini pori-pori yang ada pada batang arang aktif ampas teh kaskara telah mengalami pelebaran atau terbuka akibat sebelumnya telah kita lakukan aktivasi dengan larutan CH_3COONa (Natrium Asam Asetat) 250 ml, sehingga dengan terbukanya pori-pori tersebut akan menyebabkan proses penyerapan molekulnya secara optimal. Selanjutnya pada gambar dengan pembesaran $50\mu\text{m}$ dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4. 4 Hasil analisis SEM arang aktif teh kaskara ukuran $50\mu\text{m}$

Dilihat pada gambar 4.4 hasil uji analisis SEM (*Scanning Electro Microscope*) dengan pembesaran $50\mu\text{m}$ ini terlihat tampak lebih jelas bentuk morfologi dan pori-pori dari arang aktif ampas teh kaskara, Ditambah lagi dengan pencahayaan yang lebih terang membuat pori-pori nya lebih terbuka. Karena jika

tidak jelas bentuk cahaya pada gambar pengujian SEM arang aktif ampas teh kaskara ini akan mempengaruhi karakteristik yang ada pada arang aktif sehingga morfologi dan pori-pori pada arang aktif ampas teh kaskara tidak maksimal pada saat dilakukan adsorpsi. Semakin besar pori-pori yang dimiliki oleh arang aktif ampas teh kaskara maka semakin maksimal proses penyerapan pada saat proses adsorpsi terhadap larutan logam berat besi (Fe).

4.4 Efektivitas Arang Aktif Dalam Menyerap Larutan Logam Besi (Fe)

Adsorpsi merupakan suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (Adsorbat) terikat pada suatu padatan (Adsorben) (Asip dkk, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk dapat memanfaatkan bahan-bahan alami yang dapat dijadikan sebagai adsorben seperti arang aktif ampas teh kaskara ini. Penggunaan adsorben arang aktif dari bahan alami juga lebih efisien dan bernilai ekonomis dalam penggunaannya. Dalam penelitian ini, yang bertindak sebagai adsorbat adalah logam Fe dan yang bertindak sebagai adsorben adalah arang aktif ampas teh kaskara.

Pada penelitian ini kecepatan pengadukan adalah 250 rpm. Berdasarkan dari hasil penelitian Syauqiah (2011), apabila kecepatan pengadukan diatas 100 rpm maka akan membuat ikatan adsorben dan logam terlepas dan efektif dalam proses adsorpsi. Pada penelitian ini, sampel limbah yang digunakan ialah sampel larutan logam besi (Fe) dilihat berdasarkan variasi massa adsorben yaitu 5 mg, 7,5 mg, 10 mg, 12,5 mg dan variasi waktu pengadukan yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dengan konsentrasi $Fe(NO_3)_2$ yaitu 15 ppm sebanyak 100 ml. Adapun akumulasi efesiensi adsorpsi besi (Fe) dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4. 2 Akumulasi Efisiensi Adsorpsi Besi (Fe) Dengan Waktu Variasi:

NO.	Massa adsorben	Pengujian	Waktu Variasi	Hasil Efisiensi (%)	Ket
1.	5	I	10	100	
2.	5		20	99,9	
3.	5		30	100	
				299,9	
4.	7,5	II	10	99,9	
5.	7,5		20	100	
6.	7,5		30	100	
				299,9	
7.	10	III	10	100	
8.	10		20	100	
9.	10		30	95,4	
				295,4	
10.	12,5	IV	10	98,6	
11.	12,5		20	98,2	
12.	12,5		30	97,9	
				294,7	
	Jumlah			1189,9	
	Rata-rata			99,16	

Sumber: Dokumen Pribadi

Adapun hasil pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa semakin berat massa adsorben maka semakin berkurang konsentrasi logam Fe, hal ini dibuktikan dengan massa adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi karena semakin banyak massa adsorben maka nilai efisiensi adsorpsi dalam menyerap logam Fe juga semakin meningkat. Menurut pratama (2011) semakin banyak massa adsorben maka semakin banyak partikel yang diserap. Penurunan logam Fe yang paling efisien terjadi pada waktu pengadukan 30 menit dengan massa adsorben 5 mg dengan nilai 0,1015 mendekati nilai LOQ 0,0666 mg/L dengan efisiensi penyerapan sebesar 100. 67%. Hasil tersebut didapatkan dari perhitungan presentasi adsorpsi besi (Fe) dan hasil dari pengujian analisis spektrofotometer serapan atom (AAS) karena mendekati angka satu pada penurunan adsorpsi besi (Besi), maka diperoleh hasil >100 presentasi adsorpsi besi (Fe).

Akan tetapi pada saat masa adsorben 12,5 mg mengalami penurunan. Penurunan ini dikarenakan daya serap larutan besi (Fe) ini terjadi karena adanya proses desorpsi. Desorpsi terjadi karena waktu kontak antara adsorbat dan adsorben yang melebihi optimum. Menjadi tidak maksimal proses adsorpsi jika telah terjadinya desorpsi pada adsorben arang aktif ampas teh kaskara. Menurut (Ningsih dkk, 2016). Desorpsi ialah proses pelepasan Kembali ion yang telah terikat oleh adsorben Peristiwa ini terjadi karena proses adsorpsi udah maksimal sehingga adsorben sudah tidak lagi bisa menyerap ion atau logam, jika pori-pori adsorben telah penuh maka pori tersebut akan terbuka Kembali dan akan melepas ion logam dalam pori (Purnamasari, 2016). Berikut Hasil uji besi (Fe) dapat dilihat pada table 4.3:

Tabel 4. 3 Standarisasi pengukuran larutan standar uji besi (Fe)

No. Std	Kons (mg/L)	Abs	Efektivitas (%)
Kontrol	0,0	0,0000	-
Perlakuan 1	1,0	0,0986	-0,0992
Perlakuan 2	2,0	0,1867	0,0143
Perlakuan 3	3,0	0,2732	-0,1015
Perlakuan 4	4,0	0,3523	0,0088
Nilai R^2	0,999214		
Slope	0,08793		
Intercept	0,00632		

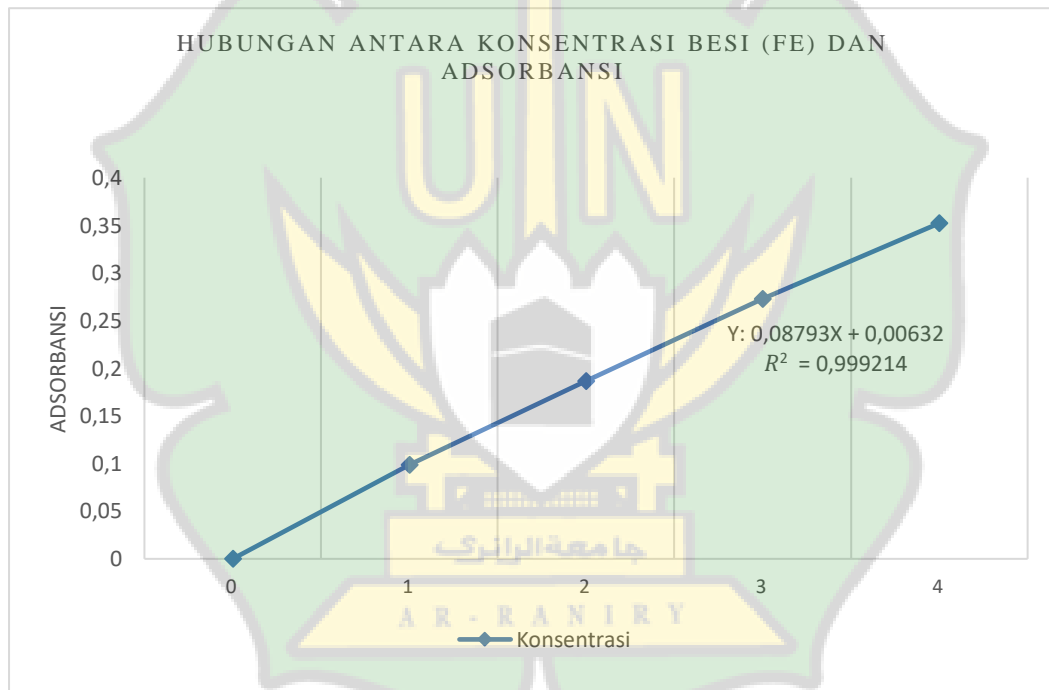
Sumber: Hasil uji AAS di laboratorium multifungsi, UIN Ar-Raniry.

Terlihat pada tabel 4.3 ini menjelaskan tentang dari setiap uji perlakuan terhadap sampel adsorben arang aktif ampas the kaskara masing-masing dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dan nanti nya akan diperoleh hasil dan akan diambil hasil yang terbaik dari 3 kali pengulangan tersebut. Setelah itu barulah diperoleh nilai regresi linier, slope, dan intercept. Regresi linier adalah analisis data yang memprediksi nilai data yang tidak diketahui dengan menggunakan nilai data lain yang diketahui. Hal ini juga dikemukakan menurut (Ghozali, 2016) menyatakan bahwa nilai determinasi yang kecil memiliki arti bahwa kemampuan variabel-variabel dalam menjelaskan variabel dependen sangat terbatas, sebaliknya jika nilai mendekati 1 dan menjauhi 0 memiliki arti bahwa variabel-variabel

independem memiliki kemampuan memberikan semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variabel dependen.

Jadi semakin tinggi nilai R^2 maka semakin baik nilai dari suatu model prediksi dari suatu model yang diajukan. Bisa dikatakan untuk setiap sampel yang akan di uji Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ini dilakukan standarisasi sesuai dengan alat yang ada dilaboratorium multifungsi UIN Ar-Raniry atau sesuai dengan angka yang ada di tabel tersebut.

Selanjutnya untuk grafik persamaan garis linier dari data pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini:



Tabel 4. 4 Grafik Persamaan Garis Linier pada Logam Besi (Fe)

Berdasarkan pada kurva garis linier tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi konstanta mengalami peningkatan dengan nilai adsorbansi logam besi (Fe). Hasil dari kurva diatas adalah dari nilai dan angka pada tabel 4.3 diatas, diketahui nilai Y: $y: 0,08793x + 0,00632$ dan regresi liner nya $R^2 = 0,999214$ sehingga mendapatkan dari adsorbansi meningkat seperti yang kita lihat pada kurva diatas. Adapun nilai LOQ dari alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah 0,0666 mg/L. hampir setiap sampel yang diuji mendekati dari nilai LOQ

tersebut, maksudnya adalah dari hasil nilai tersebut dijelaskan bahwa sampel dari adsorpsi tersebut rata-rata nilai keefektifannya adalah < 1 dan > 0 sehingga alat hanya bisa mendeteksi dengan rasio angka sedemikian rupa. Akan tetapi hasil dari uji Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dapat dikatakan baik dilihat dari hasilnya yang dapat menurunkan kadar larutan logam berat besi (Fe) dan warna dari larutan logam berat besi (Fe) pun mengalami perubahan dari warna kuning ke warna putih bening.

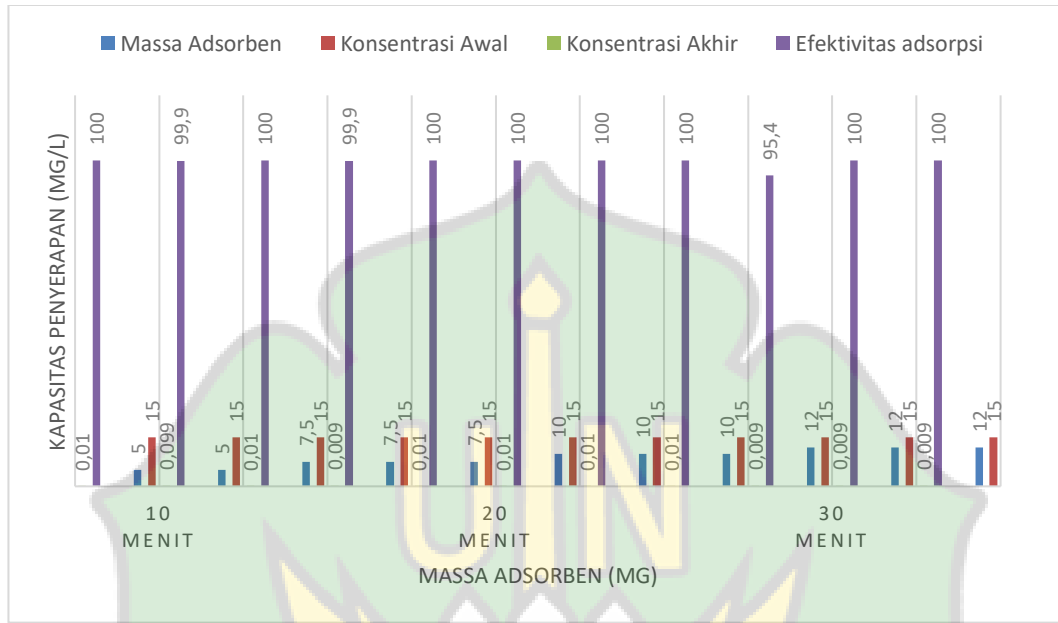
4.5 Kapasitas Penyerapan Adsorben Terhadap Larutan Besi (Fe)

Kapasitas adsorpsi adalah kapasitas dari adsorben dalam menyerap adsorbat. Kapasitas adsorpsi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan si penyerap adsorben terhadap adsorbat. Adapun satuan yang digunakan pada kapasitas adsorpsi yaitu mg/g (Nurafriyanti, 2017). Dengan demikian kapasitas adsorpsi ini dapat berkaitan dengan kemampuan daya serap adsorben terhadap zat yang akan diserap. Kapasitas dari adsorpsi arang aktif ampas teh kaskara ini dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4. 5 Efektivitas Adsorpsi Larutan Logam Berat (Fe)

Waktu Pengadukan (menit)	Massa Adsorben (mg)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Efektivitas Adsorpsi (%)
10	5	15	0,010	100
20	5	15	0,099	99,9
30	5	15	0,010	100
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				99,9
10	7,5	15	0,009	99,9
20	7,5	15	0,010	100
30	7,5	15	0,010	100
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				99,9
10	10	15	0,010	100
20	10	15	0,010	100
30	10	15	0,009	95,4
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				98,4

10	12,5	15	0,009	100
20	12,5	15	0,009	100
30	12,5	15	0,009	95,4
Efektivitas Adsorpsi Rata-rata				98,4



Gambar 4. 5 Kapasitas Adsorpsi Larutan Besi (Fe)

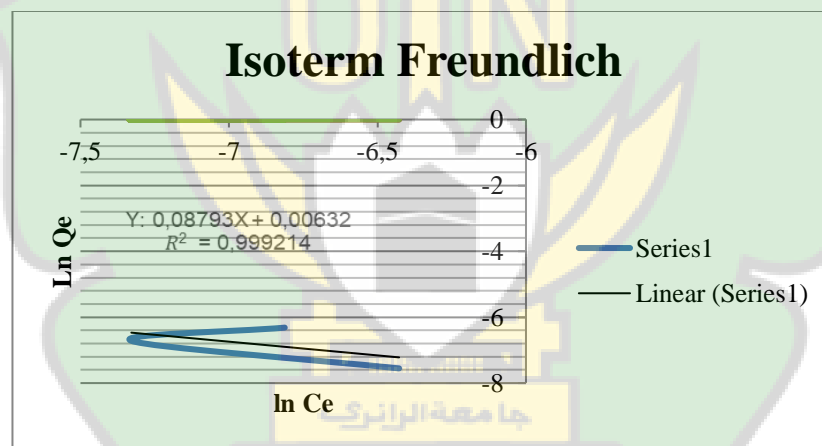
Berdasarkan tabel dan gambar diatas dilihat bahwa, besarnya kapasitas dari penyerapan larutan besi (Fe) pada masing-masing massa adsorben. Pada adsorben ampas teh dengan larutan masing masing 100 ml, kapasitas tertinggi yaitu ada oada massa adsorben di 5 mg, dan 7,5 mg dengan masing masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan rata-rata hampir 299,9 %. Sedangkan kapasitas penyerapan terendah yaitu terdapat pada massa adsorben 10 mg, dan 12,5 mg, dengan masing masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan rata-rata hampir 294,7%.

Pada massa adsorben yang tinggi maka kapasitas penyerapan akan rendah, sedangkan pada massa adsorben yang rendah maka kapasitas penyerapan akan tinggi. Hal ini dikarenakan karena adanya proses desorpsi pada adsorben sehingga Ketika dia telah mencapai titik maksimum dia tidak lagi bisa mengikat atau menyerap partikel-partikel yang ada didalam larutan besi (Fe) tersebut. Jika pada

massa adsorben yang rendah bisa lebih maksimal penyerapan partikel-partikel yang ada di larutan besi (Fe) dikarenakan tidak terjadinya proses desorpsi, sehingga tidak terjadi penurunan pada kapasitas penyerapannya.

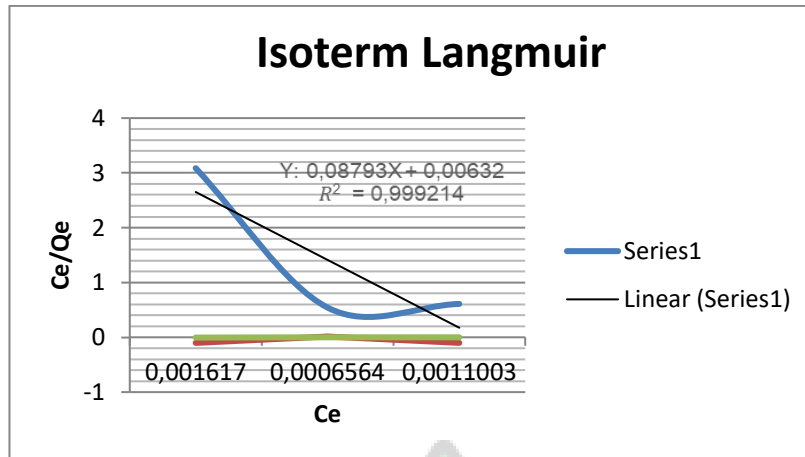
4.6 Penentuan Model Adsorpsi Isoterm Langmuir dan Freundlich

Pada adsorpsi padat-cair umumnya proses adsorpsi mengikuti model isoterm Freundlich dan Langmuir. Perbedaan utama antara model Freundlich dan Langmuir adalah bahwa Langmuir mengasumsikan bahwa ion teradsorpsi sebagai lapisan tunggal pada permukaan, dan adsorpsi maksimum terjadi ketika permukaan sepenuhnya tertutup, sedangkan Freundlich memiliki asumsi permukaan heterogen dengan afinitas berbeda yang memiliki adsorpsi multilayer. Hasil data yang diperoleh dari penentuan konsentrasi optimum digunakan untuk menentukan jenis adsorpsi isoterm. Berdasarkan data hasil percobaan, grafik isoterm adsorpsi Freundlich dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut:



Gambar 4.7 Grafik isoterm Langmuir pada adsorpsi

Pada model adsorpsi isoterm lain yang umum digunakan ialah model isoterm Langmuir. Grafik adsorpsi isoterm Langmuir pada masing-masing adsorben ditampilkan pada gambar 4.8 berikut:



Untuk menentukan persamaan isoterm *Freundlich* dan *Langmuir* dilakukan dengan menghitung harga W , Ce/W , $\text{Log } Ce/W$ dan $\text{Log } Ce$, serta dilakukan pemetaan grafik dengan memasukkan harga Ce/W dengan Ce untuk mendapatkan persamaan *Langmuir* dan memasukkan harga $\text{Log } W$ dengan $\text{Log } Ce$ untuk mendapatkan persamaan *Freundlich* tanda negatif yang diperoleh dari Gambar 4.7 dan gambar 4.8 dalam persamaan menunjukkan gradient kemiringan kurva ke kiri. menunjukkan bahwa grafik yang diperoleh berposisi terbalik, hal ini disebabkan oleh nilai efektivitas yang dihasilkan sangat rendah. Faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai efektivitas antara lain konsentrasi awal dari larutan.

Menurut Aini dan Wahyudi (2018), adsorpsi sangat kecil pada konsentrasi rendah namun adsorpsi akan meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi larutan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum adalah 1.0067%. telah dilakukan penelitian oleh rahma dkk (2021) perbandingan efektivitas ampas teh hitam dan teh hijau sebagai adsorben ion logam Cr (VI) , dimana diperoleh kapasitas adsorpsi ion logam Cr (VI) sebesar 99,50% pada kondisi maksimum.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Arang aktif ampas teh kaskara paling efektif dalam menyerap logam besi (Fe) pada massa adsorben 5 mg dengan waktu pengadukan 30 menit efisiensi penyerapan sebesar 100,67%.
2. Arang aktif ampas teh kaskara ini layak digunakan untuk filtrasi air bersih atau pengolahan air dengan menggunakan kinetika isoterm Freundlich dan Langmuir.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap keefektifan arang aktif ampas teh kaskara terhadap penyerapan logam-logam lainnya.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait aplikasi adsorben ampas teh kaskara di polutan lingkungan.
3. Perlu adanya variasi waktu terhadap keefektifan arang aktif ampas teh kaskara.
4. Perlu adanya variasi massa adsorben ampas teh kaskara untuk keefektifan terhadap penyerapan logam-logam lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aba, L., Nirmala, F., Saputri, A. I., & Hasyim, M. S. (2020). Efektivitas Pemberian Edukasi secara Online melalui Media Video dan Leaflet terhadap Tingkat Pengetahuan Pencegahan Covid-19 di Kota Baubau. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*, 6(2).
- Abdullah, Mikrajuddin dan Khairurrijal. 2019. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* Vol. 2 No. 1, Februari 2009.
- Abriagni, D. (2011). Optimasi Adsorpsi Krom (VI) dengan Ampas Daun Teh (*Camellia sinensis* L) Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Skripsi Jurusan Kimia Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.*
- A, Hafids, D. (2018). Pemanfaatan ampas teh (*Camellia Sinensis*) Sebagai adsorben penurunan kadar Fe air sumur gali. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Adhani, R., Husaini. 2017. Logam Berat Sekitar Manusia. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Aini, syarifah, & wahyudi, hari dwi. (2018). Uji Persamaan Langmuir dan Chapman pada Daya Serap Zeolit Alam Teraktivasi terhadap Logam Chrom. 1–5.
- Anggraeni, N.D. 2008. Analisis SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Maknetik Menjadi Hematite. Seminar Nasional-VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri
- Arpi, N., Muzaifa, M., Sulaiman, M. I., Andini, R., & Kesuma, S. I. (2021, March). *Chemical Characteristics of Cascara, Coffee Cherry Tea, Made of Various Coffee Pulp Treatments. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 709, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.

- Asip, F. Mardhiah, R. dan Husna, 2008. Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch, *Jurnal Teknik Kimia*, 2008, 15(2), 22-26.
- Badrealam, S., Darrell, V. C., Dollah, Z., Latiff, M. M., & Handan, R. (2019, November). *Adsorption of manganese and zinc in synthetic wastewater by tea waste (TW) as a low cost adsorbent. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1349, No. 1, p. 012061)*. IOP Publishing.
- Budiyanto, A. (2015). Potensi Antioksidan, Inhibitor Tirosinase, dan Nilai Toksisitas dari Beberapa Spesies Tanaman Mangrove di Indonesia. Bogor: Intitute Pertanian Bogor.
- Carpenter, M. 2015. *Cascara Tea : A Tasty Infusion Made From Coffee Waste*. Artikel. National Public Radio.
- Darmono. 2021. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungan Dengan Toksikologi Senyawa Logam. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Desmiaty, Y.; Ratih H. Dewi M.A. Agustin R. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia Lamk*) dan Daun Sambang Darah (*Excoecaria bicolor Hassk*) Secara Kolorimetri dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus*. 2008. 8, 106-109.
- Endang Supriyanti dan Hadi Endrawati. 2015. Kandungan Logam Besi (fe) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*. Vol.18(1):38-45.
- Fernianti, D. Karbonisasi Ampas Teh yang Sudah di Seduh dan Aktifasi Menggunakan Asam Sulfat (H₂SO₄). *Jurnal distilasi*, 3(2), 10-15. 2018.
- Galanakis. 2017. *Handbook of Coffe Processing By-Products: Suistainable Applications. Jurnal Pangan and Agroindustri*. Vol. 6. No.3. Hal:37-47.
- Gao, L., Liu, L., Sun, Y., Zhao, W., & He, L. (2020). *Fabrication of a novel azamacrocycle-based adsorbent for solid-phase extraction of*

organophosphorus pesticides in tea drinks. Microchemical Journal, 153,
104364.

Giyatmi, Zaenul Akmal, dan Damajati Melati 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. Sekolah Tinggi Teknologi BATAN. Yogyakarta.

Grassi, M., Kaykioglu, G., Belgiorno, V., Lofrano, G. (2012) *Removal of emerging contaminants from water and wastewater by adsorption process. In Emerging compounds removal from wastewater, G. Lofrano (dkk), Springer Science.*

Ghozali, I. (2016) *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23. Edisi 8. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.*

Hagerman, A. E. *Tannin Handbook. Department of Chemistry and Biochemistry, Miami University. 2002.*

Hakanaz. Celebi, *The applicability of evaluable wastes for the adsorption of Reactive Black 5, Int. J. Environ. Sci. Technol. 16 (2019) 135-146.*

Hamdan dan Sontani. 2009. Jenis Kopi Populer. Coffe: Karena Selera Tidak Dapat Dibedakan. *PT.Agromedia Pustaka. Hal:1.*

Handayani, M., dan Sulistiono, E. (2009). Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich padapenyerapan Limbah Chrom (Vi) Oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, 1(3).*

Haura, U., Razi, F., & Meilina, H. 2017. Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya pada Adsorpsi Logam Pb (II) dan Cr (VI). *Biopropal Industri, Voil. 8 No. 1. Hal 47-54.*

Heeger, A, Agniezka K,C, Ennio, C, Wilfried, A. (2016). *Bioactives of coffe chrry pulp and its utulisation for production of cascara beverage. Jurnal food chemistry. 221:969-975.*

- Idrus, R., Lapanporo, B. P., Putra, Y. S., 2013, Pengaruh Suhu Aktifasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa, Prisma Fisika, Volume 1, Nomor 1, Halaman 50-51.
- Imawati, A., 2015, Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(II) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi teraktivasi HCl dan H₃PO₄, JKK, Volume 4(2), halaman 50-61.
- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 73.
- Jubilate, F., Zaharah T, A., Syahbanu, I. Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah. *Jurnal JKK*, 5(4), 14-21. 2016.
- Kaavessina, Mujtahid. (2005). Keseimbangan Adsorpsi Logam (Pb) dengan Adsorben Kitin Secara Batch. *Jurusan Teknik Kimia. FT UNS* 1, 4(1).
- Komaria, N., & Prihatin, J. (2020, June). An analysis of innovation on the utilization of cascara by coffee farmers. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1563, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Larasati, A. I., Susanawati, L. D dan Suharto, B., 2015. Efektivitas Adsorpsi Logam Berat pada Air Lindi menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, dan Silika Gel di TPA Tlekung, Batu. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, Hal 44-48.
- Lestari, E. S. (2006). Absorpsi Mineral Dan Kadar Lemak Darah Pada Tikus Yang Diberi Serat Ampas Teh Hasil Modifikasi Melalui Fermentasi Dengan *Aspergillus niger* [Institut Pertanian Bogor]. In *Skripsi, Institut Pertanian Bogor*.
- Limantara, J., Tedjokoesoemo, P. E. D., & Rizqy, M. T. (2019). Penggunaan Ampas Kopi Sebagai Material Alternatif pada Produk Interior. *Jurnal Intra*, 7(2), 846–849.

- L. Tao dan K. Kendal. 2013 .Sinopsis Organ System Pulmonologi. Tangerang : Karisma Publishing Group hal 96-104.
- Martinez, M. 2010. Sebuah Pemahaman Dasar *Scanning Electron Microscopy (SEM) and Mikroskop Elektron (SEM) dan Energy Dispersive X-ray Detection (EDX)*. 19 September 2016.
- Nafisah Dzurratun dan Tri Dewanti Widyaningsih, 2018. Kajian Metode Pengeringan dan Rasio Penyeduhan pada proses pembuatan the cascara kopi Arabica (Coffe Arabika L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.6 No.3: 37-47*.
- Nurafriyanti., Prihatini, N, S., Syauqiah, I. Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total pada Limbah Artifisial menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1). 2017.
- Parulian, A., 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal.
- Patil, P.D., Gude, V.G., Mannarswamy, A., Cooke, P., Nirmalakhandan, N., Lammers, P., Deng, S. (2012). Comparison of direct transesterification of algal biomass under supercritical methanol and microwave irradiation conditions, *Fuel*, 97, 822–831
- Pitriani, Pipit. (2010). Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Untuk Pemurnian Natrium Silikat. Skripsi. Jakarta: Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Putro, A.N.H., dan Ardhiyany, S.A. (2009). Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrophobi. Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Deponegoro.
- Pratama, D. A., Muhammad, A., Noor, A., & Sanjaya, A. S. (2017). Jurnal integritas proses efektivitas ampas the sebagai adsorben alternatif logam

- Fe dan Cu pada air sungai mahakam. *Program Studi S1 Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Mulawarman , Jl . Sambali. 6(3)*, 131–138.
- Rahayu, W. S., Soemardi, E., Juniati, S. K., Jamilatun, S., dan Setyawan, M. (2009). Penetapan Kadar Besi (Fe) Total dalam Susu Formula dengan Menggunakan Atomic Absorbtion Spectrophotometry. *Pharmacy, 12(02)*, 13–19.
- Rahmayanti, P.V. (2007). Optimasi pH dan Waktu Kontak Biosorpsi Zat Warna Remazol Yellow oleh Biomassa Rhyzopus Oryzae Aktif dan Terimobilisasi. Skripsi. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Rahma G. M, Inayah A., Budi S., Joko S., Perbandingan Efektivitas ampas teh hitam dan ampas teh hijau sebagai adsorben ion logam Cr (VI). *Journal of chemistry. Vol.6 No.2: 101-109, 2021.*
- R. Gautam, A. Mudhoo, G. Lofrano, and M. Chattopadhyaya. (2014). “*Biomass-derived Biosorbents for Metal Ions Sequestration: Adsorbent Modification and Activation Methods and Adsorben Regeneration*” *Journal of Chemical Engineering, Vol. 2, No. 1 : 239-259.*
- Sari Wardani, Elvitriana, dan Vera Viena. (2017). Potensi karbon Aktif Pisang Kepk (Musa Acuminate L) Dalam Menyerap Gas CO dan SO₂ Pada Emisi Kendaraan Bermotor. *Serambi Engineering, Vol.3. No.1. Hal 262-270.*
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 06-6989.4-2004. Cara Uji Besi (Fe) Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).
- Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 06-3730-1995. Arang Aktif Teknis, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis, 18(1)*, 38–45.
- Surianti. (2020). Daya Serap Karbon Aktif Limbah Serat Sagu (*Metroxylon Sago*)

Teraktivasi KOH terhadap iodin. Skripsi. Universitas Cokroaminoto Palopo. 17-18.

Suriyati. (2012). Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Logam Kadmium (Cd) dari Limbah Kulit Singkong (Manihot utilissima). Skripsi. Makasar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makasar.

Tangio. (2013). Adsorpsi logam timbal (Pb) menggunakan biomassa eceng gondok. *Jurnal Entropi*, 8(1), 500-506.

Widayatno, T. (2017). Adsorpsi logam berat (Pb) dari limbah cair dengan adsorben arang bambu aktif. *Jurnal teknologi bahan alam*, 1(1), 17-23.

Widiyanto, W., & Isroli, I. (2011). Utilitas Protein Pada Sapi Perah Friesian Holstein yang Mendapat Ransum Kulit Kopi Sebagai Sumber Serat yang Diolah Dengan Teknologi Amoniasi Fermentasi (Amofer). *Protein Utility in Friesian Holstein Cows Fed Coffee Seed Hull as Crude Fiber Sources Processed with Amoniation and Fermentation Technology (Amofer)*. *Sintesis*, 15(1), 1-7.

Zhao, R. S., Wang X., Wang, X., Lin, J. M., Yuan, J.P., & Chen, L.Z. (2008). *Using Bamboo charcoal as solid-phase extraction adsorbent for the ultratrace-level determination of perfluorooctanoic acid in water samples by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. Analytical and bioanalytical chemistry*, 390(6). 1671-1676.



LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN

Lampiran A.1. Rendemen, Kadar Air, Kadar Abu

1. Rendemen:

Diketahui:

a = Berat bahan baku yang di aktivasi = 0,82 kg = 82, 98 gram

b = Berat arang yang dihasilkan = 32, 75 gram

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{32,75}{82,98} \times 100\% = 39,46 \%$$

2. Kadar Air:

Diketahui:

a = Berat arang awal = 32,75 gram

b = Berat contoh setelah dikeringkan = 0,73 gram

$$\text{Kadar Air} = \left(\frac{a-b}{a} \right) \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = \left(\frac{32,75-0,073}{32,75} \right) \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = 0,9 \%$$

3. Kadar Abu:

Diketahui:

a = Berat abu = 0,73 gram

b = Berat arang kering = 32, 75 gram

$$\text{Kadar Abu} = \left(\frac{a}{b} \right) \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = \left(\frac{0,73}{32,75} \right) \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = 2,22 \%$$

Lampiran A.2. Perhitungan Pembuatan Larutan Besi (Fe)

$$\text{Mr Fe(NO}_3)_2 \cdot 9 \text{HO}$$

$$= 404 \text{ gram/mol} \times 56 \text{ gram/mol}$$

$$= \frac{\text{Fe(NO}_3)_2 \times 9\text{HO} \times 500 \text{ mg}}{\text{Ar Fe}}$$

$$= \frac{404 \text{ gram/mol} \times 500 \text{ mg}}{56 \text{ gram/L}} = 3607,14286 \text{ mg}$$

$$= \frac{36,07,14286 \text{ mg}}{1000}$$

$$= \frac{3,607}{2} \text{ gram} \quad (\text{dalam } 1000 \text{ ml})$$

$$= 1,803 \text{ gram} \quad (\text{dalam } 500 \text{ ml})$$

Jadi, untuk membuat larutan 500 ppm larutan Besi (Fe) diambil 1,803 gram $\text{Fe(NO}_3)_2$ selanjutnya diencerkan dengan aquades hingga 500 ml. Selanjutnya diencerkan menjadi 100 ml dengan mengambil larutan baku $\text{Fe(NO}_3)_2$ 3,3 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas lalu diperoleh konsentrasi 15 ppm.

$$= V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$= V_1 \times 500 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 15 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}$$

$$= V_1 = \frac{15 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml}}{500 \text{ mg}}$$

$$= \frac{1500}{500} = 3 \text{ ml} \quad (100 \text{ ml})$$

Lampiran A.3 Perhitungan Pembuatan Larutan CH₃COONa

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{ml}$$

$$0,1 = \frac{g}{82} \times \frac{1000}{250 ml}$$

$$gr = 0,1 \times 20,5$$

$$ge = 2,05 \text{ gram}$$

Jadi, untuk membuat larutan natrium asam asetat diambil CH₃COONa diambil 2,05 gram selanjutnya diencerkan dengan aquades hingga 250 ml. setelah itu larutan siap untuk dilakukan aktivasi.

Lampiran A.4 Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe)

1. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 5 mg waktu 10 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$
$$= \frac{15 - (-0,0992)}{15} \times 100 \%$$
$$= \frac{15,0992}{15} \times 100\%$$
$$= 1,0066 \%$$

2. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 5 mg waktu 20 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$
$$= \frac{15 - 0,0143}{15} \times 100 \%$$
$$= \frac{14,9854}{15} \times 100 \%$$
$$= 9,9902 \%$$

3. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 5 mg waktu 30 menit)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Ef}(\%) &= \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \% \\ &= \frac{15 - (-0,1015)}{15} \times 100 \% \\ &= \frac{15,1015}{15} \times 100 \% \\ &= 1,0067 \% \end{aligned}$$

4. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 7,5 mg waktu 10 menit)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Ef}(\%) &= \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \% \\ &= \frac{15 - 0,0088}{15} \times 100 \% \\ &= \frac{14,9912}{15} \times 100 \% \\ &= 0,9994 \% \end{aligned}$$

5. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 7,5 mg waktu 20 menit)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Ef}(\%) &= \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \% \\ &= \frac{15 - (-0,0904)}{15} \times 100 \% \\ &= \frac{15,0904}{15} \times 100 \% \\ &= 1,0063 \% \end{aligned}$$

6. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 7,5 mg waktu 30 menit)

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Ef}(\%) &= \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \% \\ &= \frac{15 - (-0,1005)}{15} \times 100 \% \\ &= \frac{15,01005}{15} \times 100 \% \\ &= 1,0067 \% \end{aligned}$$

7. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 10 mg waktu 10 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$

$$= \frac{15 - (0,0762)}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{15,0762}{15} \times 100 \%$$

$$= 1,0051 \%$$

8. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 10 mg waktu 20 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$

$$= \frac{15 - (-0,0975)}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{15,0975}{15} \times 100 \%$$

$$= 1,0065 \%$$

9. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 10 mg waktu 30 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$

$$= \frac{15 - 0,6914}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,3086}{15} \times 100 \%$$

$$= 0,9539 \%$$

10. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 12,5 mg waktu 10 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$

$$= \frac{15 - 0,2180}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,782}{15} \times 100 \%$$

$$= 0,9855 \%$$

11. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 12,5 mg waktu 20 menit)

- $$E_f(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$$

$$= \frac{15 - 0,2781}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,7219}{15} \times 100 \%$$

$$= 0,9815 \%$$

12. Perhitungan Presentasi Adsorpsi Besi (Fe) (Adsorben 12,5 mg waktu 30 menit)

- $Ef(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100 \%$

$$= \frac{15 - 0,3180}{15} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,682}{15} \times 100 \%$$

$$= 0,9788 \%$$

Lampiran A.3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{W} \times V$$

1. $Q_e = \frac{15 - (-0,0992)}{5} \times 100$

$$= \frac{15,0992}{5} \times 100$$

$$= 301,98 \text{ mg/gr}$$

2. $Q_e = \frac{15 - 0,0143}{5} \times 100$

$$= \frac{14,9857}{5} \times 100$$

$$= 299,71 \text{ mg/gr}$$

3. $Q_e = \frac{15 - (-0,1015)}{5} \times 100$

$$= \frac{15,1015}{5} \times 100$$

$$= 302,03 \text{ mg/gr}$$

4. $Q_e = \frac{15 - 0,0088}{5} \times 100$

$$= \frac{14,9912}{5} \times 100$$

$$= 299,82 \text{ mg/gr}$$

$$5. \quad Q_e = \frac{15 - (-0,0904)}{5} \times 100$$

$$= \frac{15,0904}{5} \times 100$$

$$= 301,81 \text{ mg/gr}$$

$$6. \quad Q_e = \frac{15 - (-0,1005)}{5} \times 100$$

$$= \frac{15,1005}{5} \times 100$$

$$= 302,01 \text{ mg/gr}$$

$$7. \quad Q_e = \frac{15 - (-0,0762)}{5} \times 100$$

$$= \frac{15,0762}{5} \times 100$$

$$= 301,52 \text{ mg/gr}$$

$$8. \quad Q_e = \frac{15 - (-0,0975)}{5} \times 100$$

$$= \frac{15,0975}{5} \times 100$$

$$= 301,95 \text{ mg/gr}$$

$$9. \quad Q_e = \frac{15 - 0,6914}{5} \times 100$$

$$= \frac{14,3086}{5} \times 100$$

$$= 286,17 \text{ mg/gr}$$

$$10. \quad Q_e = \frac{15 - 0,2180}{5} \times 100$$

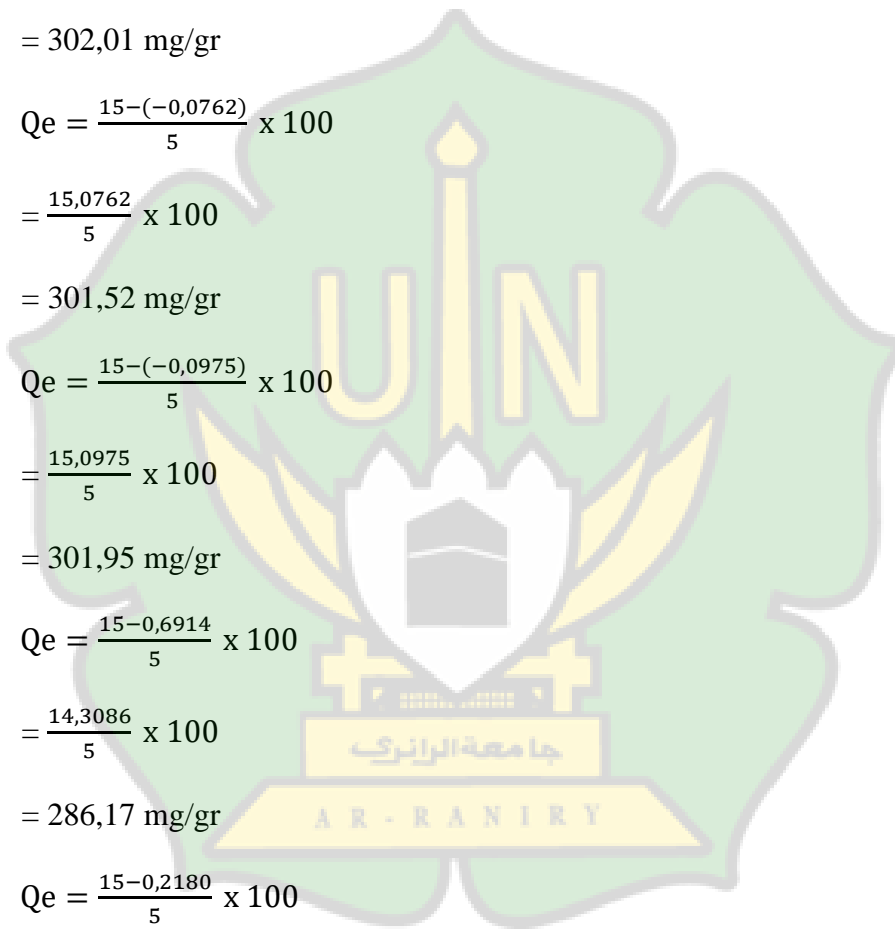
$$= \frac{14,782}{5} \times 100$$

$$= 295,64 \text{ mg/gr}$$

$$11. \quad Q_e = \frac{15 - 0,2781}{5} \times 100$$

$$= \frac{14,7219}{5} \times 100$$

$$= 294,44 \text{ mg/gr}$$



$$\begin{aligned}
 12. \quad Q_e &= \frac{15-0,3180}{5} \times 100 \\
 &= \frac{14,682}{5} \times 100 \\
 &= 293,64 \text{ mg/gr}
 \end{aligned}$$

Tabel Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Besi (Fe)

No.	Hasil Sampel (mg/l)	Kapasitas Adsorpsi (mg/gr)
1.	-0,0992	301,98
2.	0,0143	299,71
3.	-0,1015	302,03
4.	0,0088	299,82
5.	-0,0904	301,81
6.	-0,1005	302,01
7.	-0,0762	301,52
8.	-0,0975	301,95
9.	0,6914	286,17
10.	0,2180	295,64
11.	0,2781	294,44
12.	0,3180	293,64
Jumlah		3,580,72
Rata-rata		298,4

Lampiran A.4. Adsorpsi Isoterm *Langmuir* dan *Freundlich*

Adsorpsi isoterm adalah fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan. Persamaan ini dapat digunakan untuk menjelaskan data percobaan isoterm yang di kaji oleh *Freundlich* dan *Langmuir*.

Persamaan *Langmuir*:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e K_L} + \frac{C_e}{q_m}$$

$$1. \quad \frac{(-0,0992)}{301,98} + \frac{1}{301,98.K_L} + \frac{(-0,0992)}{301,24}$$

$$\frac{(-0,000328)}{1} = + \frac{1}{301,98.K_L} + \frac{(-0,000329)}{1}$$

$$(-0,000328) \times 301,98. K_L = 1 + (-0,000329)$$

$$K_L = 1 + \frac{(-0,000329)}{(-0,000328 \times 301,98)}$$

$$K_L = 1 + 3,32157355$$

$$K_L = 4,32157355$$

$$2. \quad \frac{(0,0088)}{299,82} + \frac{1}{299,82.K_L} + \frac{(0,0088)}{301,21}$$

$$\frac{(0,000293)}{1} = + \frac{1}{299,82.K_L} + \frac{(0,000292)}{1}$$

$$(0,000293) \times 299,82. K_L = 1 + (0,000292)$$

$$K_L = 1 + \frac{(0,000292)}{(0,000293 \times 299,82)}$$

$$K_L = 1 + 3,32395114$$

$$K_L = 4,32395114$$

$$3. \quad \frac{(-0,0762)}{301,52} + \frac{1}{301,52.K_L} + \frac{(-0,0762)}{296,54}$$

$$\frac{(-0,000252)}{1} = + \frac{1}{301,52.K_L} + \frac{(-0,000256)}{1}$$

$$(-0,000252) \times 301,52. K_L = 1 + (-0,000256)$$

$$K_L = 1 + \frac{(-0,000256)}{(-0,000252 \times 301,52)}$$

$$K_L = 1 + 3,36917291$$

$$K_L = 4,36917291$$

$$4. \quad \frac{(-0,2180)}{295,64} + \frac{1}{295,64.K_L} + \frac{(-0,2180)}{294,57}$$

$$\frac{(-0,000737)}{1} = + \frac{1}{295,64.K_L} + + \frac{(-0,000740)}{1}$$

$$(-0,000737) \times 295,64. K_L = 1 + (-0,000740)$$

$$K_L = 1 + \frac{(-0,000740)}{(-0,000737 \times 295,64)}$$

$$K_L = 1 + 3,396260845$$

$$K_L = 4,396260845$$



Persamaan Freundlich:

Variasi 5mg

C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (mg)	Qe (mg/g)	Ce/Qe	Qmax
15	-0,0992	0,1	0,5	301,98	-0,000328499	3,580,72
15	0,0143	0,1	0,5	299,71	4,77128E-05	3,580,72
15	-0,1015	0,1	0,5	302,03	-0,000336059	3,580,72

Variasi 7,5 mg

C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (mg)	Qe (mg/g)	Ce/Qe	Qmax
15	0,0088	0,1	0,5	299,82	2,93509E-05	3,580,72
15	-0,0904	0,1	0,5	301,81	-0,000299526	3,580,72
15	-0,1005	0,1	0,5	302,01	-0,00033277	3,580,72

Variasi 10 mg

C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (mg)	Qe (mg/g)	Ce/Qe	Qmax
15	-0,0762	0,1	10	301,52	-0,00025272	3,580,72
15	-0,0975	0,1	10	301,95	-0,000322901	3,580,72
15	0,6914	0,1	10	286,17	0,002416046	3,580,72

Variasi 12,5 mg

C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Volume (L)	Massa (mg)	Qe (mg/g)	Ce/Qe	Qmax
15	0,218	0,1	12,5	295,64	0,000737383	3,580,72
15	0,2781	0,1	12,5	294,44	0,000944505	3,580,72
15	0,318	0,1	12,5	293,64	0,001082959	3,580,72

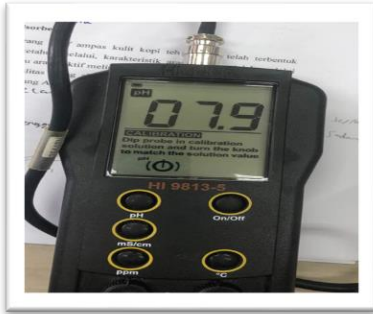
Data Perhitungan Model Kinetika

C0 (mg/L)	Ct (mg/L)	t (Menit)	Ce (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)
15	0,01285	10	-0,0992	301,98	2,99743
15	0,20185	30	-0,1015	302,03	2,95963

LAMPIRAN II

FOTO PENELITIAN

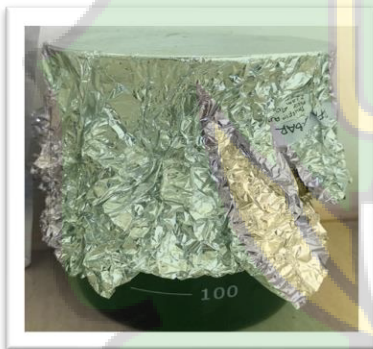
	<p>Bahan Baku Ampas Teh Kaskara Yang Telah Kering</p>
	<p>Proses Pengeringan Ampas Teh Kaskara Di dalam Oven</p>
	<p>Proses Pengarangan Ampas Teh Kaskara Di dalam <i>Muffle Furnance</i></p>
	<p>Ampas Teh Kaskara Yang Telah Dihaluskan</p>



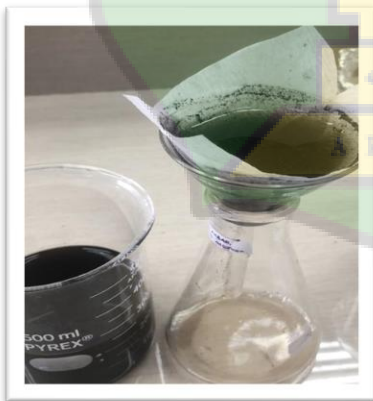
Adsorben Ampas Teh Kaskara Yang Telah Diaktivasi Dengan pH 7



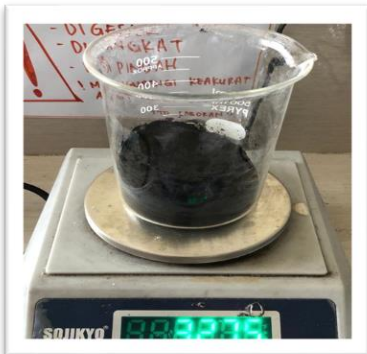
Proses Pengayakan Ampas Teh Kaskara Dengan Ukuran 100 Mesh



Proses Aktivasi Ampas Teh Kaskara dengan Larutan Natrium Asam Asetat 48 Jam



Penyaringan Adsorben dengan Aquades Setelah di Aktivasi



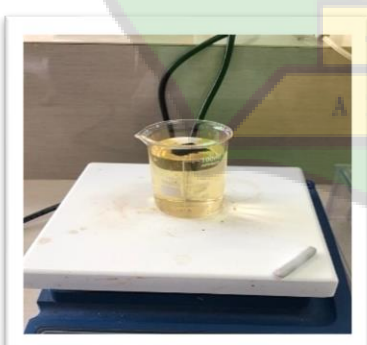
Penimbangan Adsorben yang telah diaktivasi



Penimbangan Serbuk $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$



Larutan Sampel Fe 500 ppm dan 15 ppm



Proses Adsorpsi Menggunakan *Magnetic Stirrer* 250 rpm



Proses Pemisahan Larutan Logam Dengan Adsorben




Larutan Logam Fe Setelah Di Adsorpsi



Sampel Larutan Fe Uji Logam Di Laboratorium Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

LAMPIRAN III

Hasil Uji Besi (Fe) 15 ppm



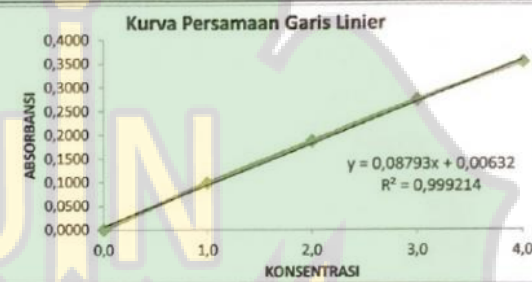
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

No: B-158/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/11/2022

Data Pengujian

1. Nama pengguna layanan : Irfan
 2. Tanggal pengujian : 17 Oktober - 08 November 2022
 3. Nama sampel : Larutan Kerja
 4. Jumlah sampel : 12 (Dua belas)
 5. Parameter uji : Besi (Fe)
 6. Metode uji : AAS - Flame
 7. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,0986
Std-2	2,0	0,1867
Std-3	3,0	0,2732
Std-4	4,0	0,3523
Nilai r ²	0,999214	
slope	0,08793	
Intercept	0,00632	



8. Evaluasi Pengukuran


No	Evaluator	Abs	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 1 mg/L	0,0988	1,052	1	1,052	0,33	104,80
2	Std-8 1 mg/L	0,0984	1,047	1	1,047	Ok	Ok
3	Std-9 1 mg/L	0,0982	1,045	1	1,045	Ok	Ok

LOQ = 0,0666 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 1 mg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs	StdKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	Ket
1	5mg/10m	-0,0024	-0,0992	1	-0,0992	< LOQ
2	5mg/20m	0,0076	0,0143	1	0,0143	< LOQ
3	5mg/30m	-0,0026	-0,1015	1	-0,1015	< LOQ
4	7,5mg/10m	0,0071	0,0088	1	0,0088	< LOQ
5	7,5mg/20m	-0,0017	-0,0904	1	-0,0904	< LOQ
6	7,5mg/30m	-0,0025	-0,1005	1	-0,1005	< LOQ
7	10mg/10m	-0,0004	-0,0762	1	-0,0762	< LOQ
8	10mg/20m	-0,0023	-0,0975	1	-0,0975	< LOQ
9	10mg/30m	0,0671	0,6914	1	0,6914	OK
10	12,5mg/10m	0,0255	0,2180	1	0,2180	OK
11	12,5mg/20m	0,0308	0,2781	1	0,2781	OK
12	12,5mg/30m	0,0343	0,3180	1	0,3180	OK


Analisis




Rizki Kurniawan, S.Si.

Banda, Aceh, 08 November 2022

Ka. Lab FST



Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.



LAMPIRAN IV

Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) Di Laboratorium Fisika Material FMIPA Universitas Syiah Kuala

