

**EFEKTIVITAS ADSORBEN DARI KULIT SINGKONG PADA
PENYISIHAN KADAR LOGAM BESI (Fe)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

NURHASMAH

NIM. 180702065

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS ADSORBEN DARI KULIT SINGKONG PADA
PENYISIHAN KADAR LOGAM BESI (Fe)

TUGAS AKHIR

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

Oleh:
NURHASMAH
NIM. 180702065
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 03 November 2022
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,


Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202


Pembimbing II,


M. Faisi Ikhwal, M.Eng
NIP: 199110082020121013

A R - R A N I R Y

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, M.Sc
NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
EFEKTIVITAS ADSORBEN DARI KULIT SINGKONG PADA
PENYISIHAN KADAR LOGAM BESI (Fe)

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 Prodi Teknik Lingkungan

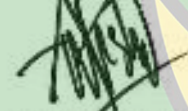
Pada Hari/Tanggal: Kamis, 24 November 2022

29 Rabiul Akhir 1444 H

Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



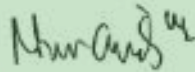
Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN: 2010048202

Sekretaris,



M. Faisi Ikhwal, M.Eng
NIP: 199110082020121013

Penguji I,



Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
NIP. 197806162005012009

Penguji II,




Bhavu Gita Ehernama, M.Si
NIP. 198901232014032003

A R - R A N I R Y

Mengetahui,

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




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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurhasmah
NIM : 180702065
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Efektivitas Adsorben dari Kulit Singkong pada Penyisihan Kadar Logam Besi (Fe)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

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

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

Banda Aceh,
Yang membuat pernyataan,



Nurhasmah
NIM: 180702065

ABSTRAK

Nama : Nurhasmah
Nim : 180702065
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Efektivitas Adsorben dari Kulit Singkong pada Penyisihan Kadar Logam Besi (Fe)
Tanggal Sidang : 24 November 2022
Jumlah Halaman : 70
Pembimbing I : Aulia Rohendi, M.Sc.
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
Kata Kunci : Adsorben, adsorpsi, kulit singkong, besi (Fe)

Kendala yang paling sering ditemui dalam penggunaan air bersih adalah masalah kandungan logam besi (Fe) yang terdapat dalam air baku. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah kulit singkong. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui daya penyerapan karbon aktif yang terbuat dari limbah kulit singkong untuk mengurangi kadar logam Fe sehingga bisa menjadi solusi pencemaran lingkungan. Metode penelitian ini adalah metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben kulit singkong yang telah dijadikan dalam bentuk karbon aktif. Eksperimen adsorpsi dilakukan dengan variasi massa adsorben kulit singkong yaitu 1,5 gr, 3 gr, 4,5 gr, 6 gr, dan 7,5 gr dengan waktu pengadukan 60 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hasil eksperimen menunjukkan efektivitas adsorben dari kulit singkong dalam penyisihan kadar ion Fe tertinggi yaitu pada massa adsorben 7,5 gram sebesar 96,32 %. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben kulit singkong efektif dijadikan untuk pengolahan air bersih terutama dalam penyisihan kadar logam Fe.

ABSTRACT

Name : Nurhasmah
Student ID Number : 180702065
Department : Enviromental Engineering
Title : Effectiveness of Adsorbent from Cassava Peel on the
Removal of Iron (Fe) Substance
Date of Session : 24 November 2022
Number of Page : 70
Advisor I : Aulia Rohendi, M.Sc.
Advisor II : M. Faisi Ikhwali, M.Eng.
Keywords : Adsorbent, Adsorption, Cassava Peel, Iron (Fe)

The most common obstacle encountered in using clean water is the metal content of iron (Fe) contained in raw water. The adsorbent used in this study was a cassava peel waste. The purpose of the research to determine the absorption power of activated carbon made from cassava peel waste to reduce Fe metal levels so that it could be a solution to environmental pollution. This research method is an adsorption method using cassava peel adsorbents that have been made into activated carbon. The adsorption experiment was carried out with variations in the mass of the cassava peel adsorbent, namely 1.5 g, 3 g, 4.5 g, 6 g, and 7.5 g with a stirring time of 60 minutes and a stirring speed of 150 rpm. The experimental results showed the effectiveness of the adsorbent from the cassava peel in removing the highest Fe ion content, namely 96.32% at a 7.5 gram adsorbent mass. This demonstrates that the cassava peel adsorbent is effective as a clean water treatment, particularly when it comes to removing Fe metal content.

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya bagi Allah SWT, yang telah menganugerahkan Al-Quran sebagai petunjuk bagi seluruh umat manusia dan rahmatan lil 'alamin Allah yang maha mengetahui makna yang terkandung dalam al-quran. Dengan berkat pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Rancangan Penelitian ini dengan judul “Efektivitas Adsorben Dari Kulit Singkong pada Penyisihan Kadar Logam Besi (Fe)”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan penafsir pertama al-quran. Terima kasih kepada kedua Orang tua yaitu Ayahanda H.Hasballah, S.H dan Ibunda Hj.Nurmalawati, S.Pd beserta keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat, doa dan keridhaan dari kedua orang tua hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Terima kasih juga untuk orang tua yang telah memberikan segala kebutuhan dan memberikan kasih sayang sehingga peneliti mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Peneliti menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bantuan, bimbingan, dan semangat yang diberikan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr.Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membimbing dan memberikan arahan serta semangat kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Terima kasih untuk segala pembelajaran dan motivasi yang diberikan baik saat perkuliahan maupun selama bimbingan

yang menjadi penyemangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga bapak selalu dilimpahkan kesehatan, kemudahan dan selalu dalam lindungan-Nya. Rasa hormat dan bangga peneliti bisa berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan bapak.

4. Bapak M. Faisi Ikhwal, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan serta motivasi kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas segala bantuan yang bapak berikan, yang selalu menyemangati dan menginspirasi, semoga bapak selalu dilimpahkan kesehatan dan selalu dalam lindungan-Nya. Rasa hormat dan rasa bangga peneliti berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan bapak.
5. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T. selaku Dosen Wali peneliti atas ilmu, bimbingan dan arahan yang bapak berikan selama peneliti menjalani perkuliahan.
6. Ibu Firda Elvisa, SE dan ibu Nurul Huda, S.Pd yang sudah banyak membantu dan memudahkan segala urusan administrasi peneliti selama berkuliah di Prodi Teknik Lingkungan.
7. Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama perkuliahan. Semoga Bapak dan Ibu selalu dilimpahkan kesehatan, kemudahan, dan selalu dalam lindungan-Nya.
8. Seluruh staf Tata Usaha Prodi, Fakultas, dan Perpustakaan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan kepada peneliti.
9. Teman-teman seper bimbingan Tugas Akhir dan seperjuangan di Teknik Lingkungan angkatan 2018, terima kasih atas dukungan dan semangat kalian serta membantu saya dalam proses pelaksanaan penulisan Tugas Akhir ini.

Peneliti berharap tugas akhir ini dapat membawa dampak positif bagi para pembaca, karena didalam tugas akhir ini memuat pembelajaran yang peneliti dapatkan selama penelitian berlangsung. Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini

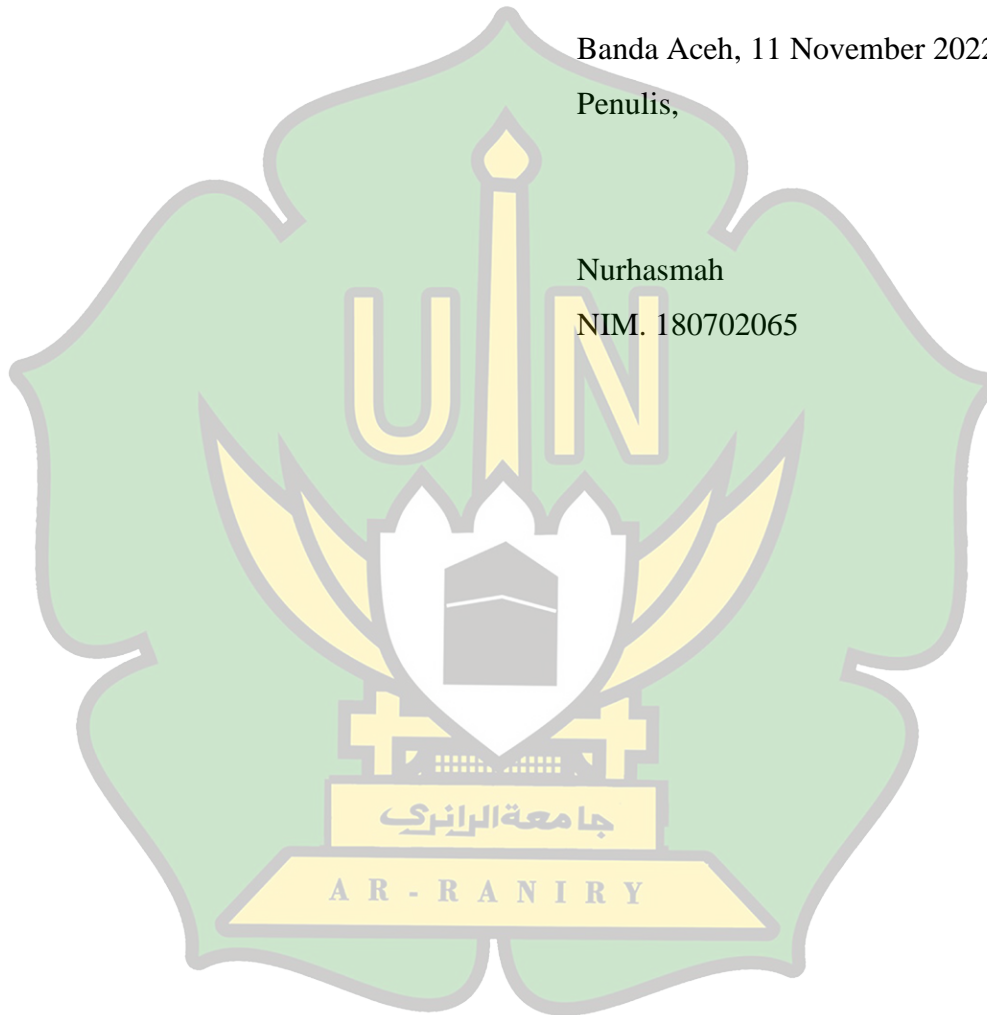
belum sempurna sebagaimana yang diharapkan. Dalam hal ini peneliti tidak menutup diri untuk menerima kritik dan saran yang sekiranya dapat menjadi pembelajaran bagi peneliti untuk berkembang menjadi lebih baik lagi. Akhir kata peneliti ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 11 November 2022

Penulis,

Nurhasmah

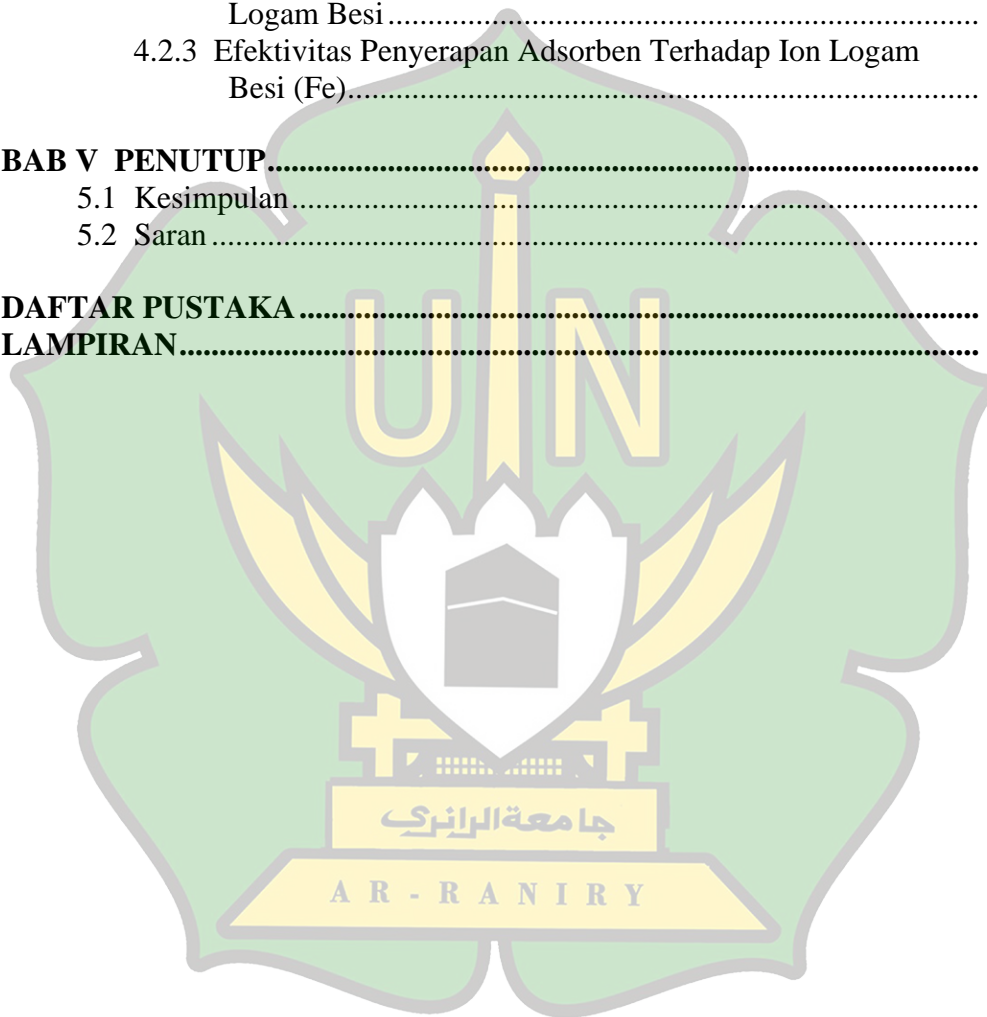
NIM. 180702065



DAFTAR ISI

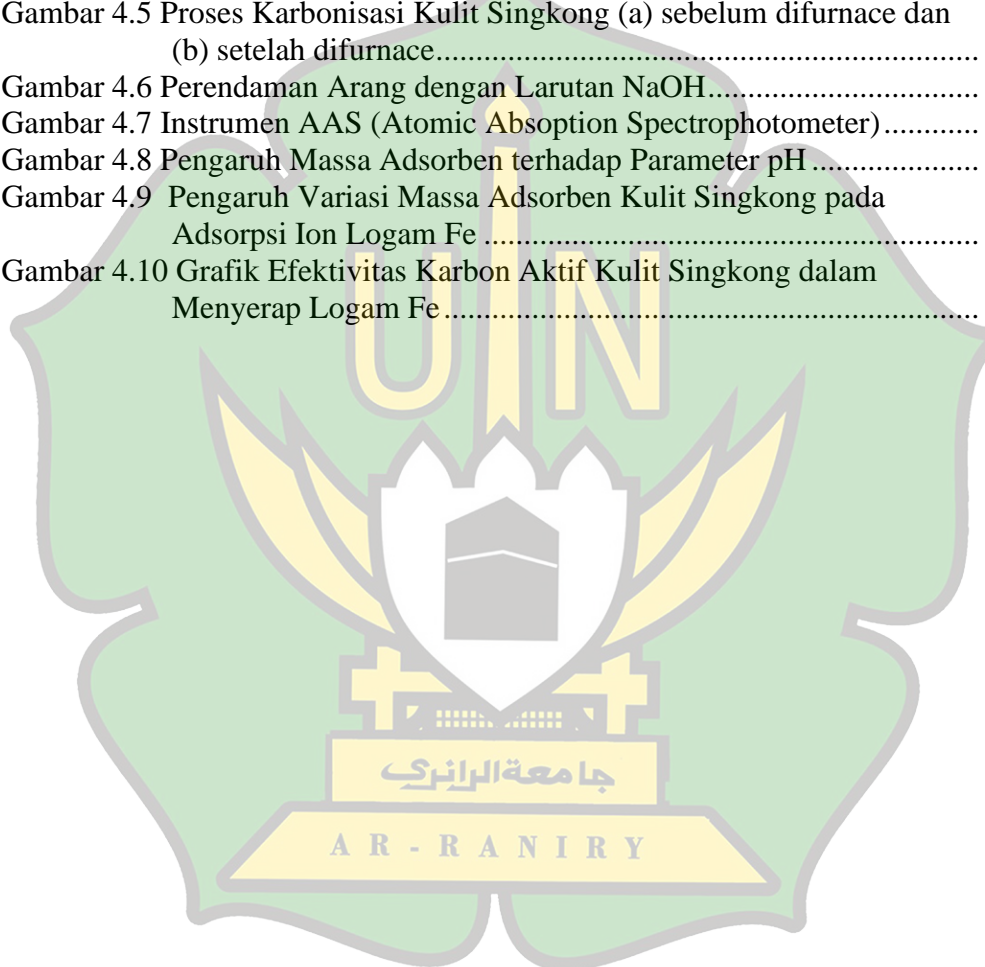
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Bersih	5
2.2 Logam Besi (Fe).....	6
2.3 Adsorpsi.....	7
2.4 Karbon Aktif.....	9
2.5 Kulit Singkong.....	11
2.6 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Tahapan Penelitian.....	15
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	17
3.2.1 Waktu.....	17
3.2.2 Lokasi Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan	17
3.3.1 Alat	17
3.3.2 Bahan	17
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Tahap Pembuatan Adsorben dari Kulit Singkong	17
3.4.2 Karakteristik Adsorben Kulit Singkong	20
3.5 Pembuatan Larutan Artifisial Fe	20
3.6 Analisis Laboratorium	21
3.6.1 Pengujian Penyerapan Adsorben Terhadap Kadar Besi pada Sampel Larutan Fe	21
3.6.2 Pengukuran derajat keasaman (pH).....	21
3.7 Pengolahan dan Analisis Data	22

3.7.1 Efisiensi Penyisihan (%).....	22
3.7.2 Menentukan Kapasitas Adsorpsi	22
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Persiapan Adsorben Kulit Singkong.....	23
4.2 Pengujian Daya Adsorpsi	29
4.2.1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH	30
4.2.2 Pengaruh Variasi Massa Adsorben terhadap Penyisihan Logam Besi.....	32
4.2.3 Efektivitas Penyerapan Adsorben Terhadap Ion Logam Besi (Fe).....	33
BAB V PENUTUP.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	47



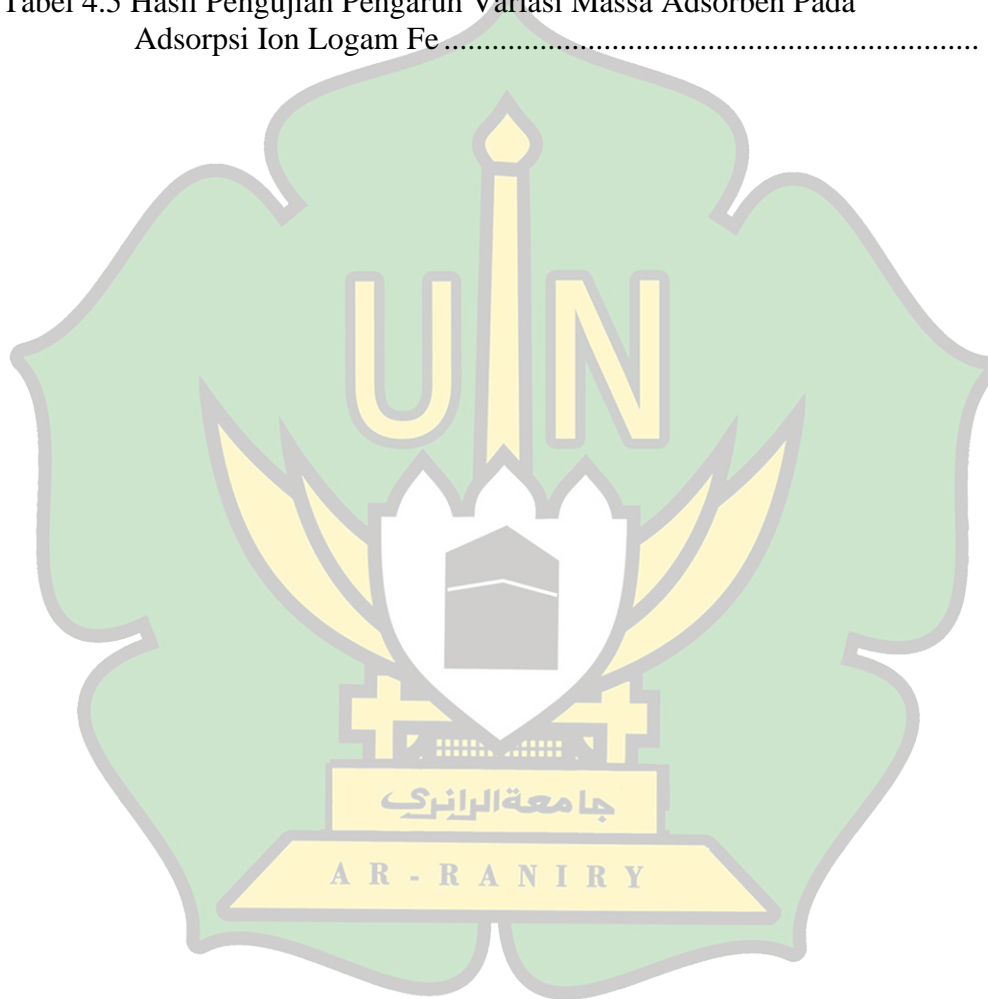
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	16
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Pembuatan Adsorben Kulit Singkong	19
Gambar 4.1 Limbah Kulit Singkong	23
Gambar 4.2 Proses Pencucian Kulit Singkong	24
Gambar 4.3 Proses Dehidrasi Kulit Singkong	24
Gambar 4.4 Proses Pengeringan Kulit Singkong Menggunakan Oven	25
Gambar 4.5 Proses Karbonisasi Kulit Singkong (a) sebelum difurnace dan (b) setelah difurnace.....	26
Gambar 4.6 Perendaman Arang dengan Larutan NaOH.....	27
Gambar 4.7 Instrumen AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).....	30
Gambar 4.8 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH	31
Gambar 4.9 Pengaruh Variasi Massa Adsorben Kulit Singkong pada Adsorpsi Ion Logam Fe	33
Gambar 4.10 Grafik Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong dalam Menyerap Logam Fe	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Karbon Aktif Kulit Singkong	28
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Abu Karbon Aktif Kulit Singkong.....	28
Tabel 4.3 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH.....	30
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Konsentrasi Besi dan Pengaruh Variasi Massa Pada Adsorpsi Ion Logam Fe	32
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pengaruh Variasi Massa Adsorben Pada Adsorpsi Ion Logam Fe	34



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
AAS	Atomic Absobtion Spectrophotometer	17
BOD	Biological Oxygen Demand	1
COD	Chemical Oxygen Demand	1
DO	Dissolved Oxygen	1
gr	Gram	20
SNI	Standar Nasional Indonesia	3
SEM	Scanning Electron Microscope	38
TDS	Total dissolved solid	1
LAMBANG		
°C	Derajat Celcius	20
°K	Derajat Kelvin	7
FeSO ₄ . 7H ₂ O	Sulfat heptahidrat	17
HCN	Cyanic Acid	2
HNO ₃	Asam Nitrat	17
Mg/L	Miligram per liter	20
NaOH	Natrium Hidroksida	17
pH	Power og Hidrogen	1
ppm	Part per million	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan terpenting untuk kelangsungan makhluk hidup baik manusia, tumbuhan dan hewan (Salmani, 2018). Parameter kualitas air bisa ditinjau dari tiga aspek yakni aspek fisik, aspek kimia, dan aspek biologis. Dalam menentukan kualitas air parameter fisika yang digunakan yaitu suhu, *turbidity*, warna, daya hantar listrik, jumlah zat terlarut (TDS), rasa, dan bau (Mukarromah, dkk., 2016). Parameter kimia dalam menentukan kualitas air yaitu derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan kandungan logam berat yang terdapat dalam perairan. Parameter biologi meliputi kandungan mikroorganisme dalam air (Dewi, dkk., 2016).

Logam berat yang berada dalam perairan akan berdampak negatif bagi organisme air dan manusia (Pratiwi, 2020). Apabila kandungan senyawa logam berat berada di lingkungan melebihi ambang batas dan memiliki sifat *toxic* yang berbahaya maka terjadi akumulasi didalam tubuh dan bisa mengakibatkan dampak negatif bagi kesehatan manusia (Rahmi, 2017). Logam berat masuk dalam lingkungan antara lain melalui makanan, udara, maupun air yang telah terkontaminasi. Logam tersebut akan masuk dan terakumulasi ke dalam tubuh manusia. Apabila hal ini terus menerus berlangsung dalam jangka waktu panjang maka bisa mencapai jumlah yang akan membahayakan kesehatan manusia.

Kandungan logam berat yang dapat mencemari lingkungan salah satunya adalah besi. Logam besi (Fe) merupakan salah satu logam esensial dengan jumlah tertentu yang diperlukan oleh makhluk hidup, akan tetapi apabila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan bisa menimbulkan efek *toxic* yang sangat berbahaya bagi kelangsungan makhluk hidup (Supriyantini, 2015). Kandungan Fe dengan kadar tinggi dalam air bisa menyebabkan pencemaran air, antara lain bisa menyebabkan kekeruhan, kesadahan, korosi, dan juga berdampak bagi kesehatan manusia bila telah melewati ambang batas yang diperbolehkan seperti bisa

menyebabkan kerusakan usus, keracunan, penuaan dini, hingga kematian mendadak (Ismiyati, 2021). Logam Fe bersifat akumulatif terutama pada organ penyaringan sehingga bisa mengganggu fungsi fisiologis tubuh (Sriana, 2018). Mengingat efek bahaya yang bisa ditimbulkan oleh logam Fe, berbagai metode telah dikembangkan dalam menurunkan kadar logam berat yang terdapat di perairan, seperti koagulasi, osmosis terbalik, fotokatalis, ekstraksi pelarut, filtrasi dengan membran, adsorpsi dan *ion exchange* (Arifiyana, dkk. 2020).

Salah satu metode pengolahan air untuk mengurangi kandungan besi dalam air adalah metode adsorpsi. Prinsip metode adsorpsi yaitu suatu bahan tertentu diserap oleh bahan yang bersifat sebagai penyerap (Cintia, dkk. 2022). Keuntungan dari metode adsorpsi adalah biayanya relatif rendah, efisiensi adsorpsi logam beratnya tinggi, dan bahan bakunya mudah tersedia (Nurlela, 2018). Secara umum adsorben yang sering digunakan untuk adsorpsi yaitu arang aktif, zeolit, kitosan dan bentonit (Wibowo, 2017). Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang terkandung karbon 85-95% (Cintia, dkk. 2022). Arang aktif bisa diperoleh dari material yang mengandung karbon yang sudah dilakukan pemanasan pada suhu tinggi (Nafi'ah, 2016). Salah satu bahan baku adsorben yang bisa digunakan dan dikembangkan adalah kulit singkong dalam bentuk karbon aktif.

Kulit singkong (*Manihot esculenta* Crantz) adalah tanaman yang cukup populer di seluruh dunia, khususnya di negara-negara tropis (Suprabawati, dkk. 2018). Di Indonesia, singkong merupakan makanan pokok ketiga setelah padi-padian dan jagung. Kondisi ini menjadi sebuah alasan pesatnya pertumbuhan industri khususnya industri pangan yang memakai singkong sebagai bahan baku (Suprawati, dkk. 2018). Menurut data Badan Pusat Statistik (2017), di Aceh luas daerah yang dipergunakan untuk produksi singkong yaitu sebesar 1.452 Ha. Produksi singkong di Aceh sebanyak 23.738 ton selama tahun 2017. Total hasil produksi singkong selama 2017 di Provinsi Aceh adalah 163,45 Kuintal/ha. Kulit singkong merupakan limbah yang mengandung 59,31% karbon (Permatasari, 2020). Kulit singkong bisa digunakan sebagai adsorben karena mengandung protein, non-reducing cellulose, serat kasar yang tinggi dan HCN (*cyanic acid*),

yang berperan sebagai ligan yang efektif untuk mengikat logam berat (Sulastrri, 2018).

Berdasarkan penelitian Sari (2020) kemampuan adsorben dari limbah kulit singkong dalam menyerap logam besi yang terdapat dalam air limbah adalah sebesar 29,38– 54,66%. Hasil penelitian Martak dkk. (2017) menggunakan kulit singkong sebagai karbon aktif dapat menyerap kromium (VI) dalam limbah elektroplating sebesar 61,72%. Hasil penelitian Maulidina (2018) menunjukkan kadar zat mangan (Mn) yang terdapat dalam air yaitu 5,16 ppm sebelum disaring menggunakan karbon aktif kulit singkong dan setelah disaring menggunakan karbon aktif kulit singkong menjadi 3,17 ppm (38,56 %). Menurut hasil penelitian Perwiti dkk. (2017) menunjukkan pemanfaatan arang aktif dari kulit singkong mampu mengurangi kandungan Fe dalam air sumur gali sebesar 51,97%.

Dalam penelitian ini menggunakan metode adsorpsi dengan menggunakan kulit singkong sebagai karbon aktif. Selama ini masyarakat belum memanfaatkan limbah kulit singkong secara optimal, padahal dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Beberapa industri yang menggunakan produksi singkong umumnya menganggap kulit singkong sebagai limbah yang tidak berguna. Pemilihan kulit singkong merupakan pilihan yang menarik karena mudah didapat dan kulitnya merupakan limbah rumah tangga.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dalam mengatasi permasalahan kadar besi (Fe) yang terkandung dalam air. Kualitas air bersih bisa ditingkatkan dengan melakukan pengolahan air menggunakan kulit singkong sebagai adsorben untuk menyisihkan kadar Fe dalam air bersih.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik yang dihasilkan dari adsorben kulit singkong (kadar air dan kadar abu) berdasarkan SNI Nomor 06-3730-1995?
2. Bagaimana efektivitas adsorben kulit singkong dalam menyisihkan kandungan besi (Fe) yang terdapat dalam air?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik dari adsorben kulit singkong yang meliputi kadar air dan kadar abu berdasarkan SNI 06-3730-1995.
2. Untuk mengetahui efektivitas adsorben kulit singkong dalam menyisihkan kandungan besi (Fe) yang terdapat dalam air.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan dan efektivitas adsorpsi Fe dalam air menggunakan karbon aktif berbahan kulit singkong.
2. Mendapat pengalaman berharga dalam upaya menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang penurunan kadar Fe yang terdapat dalam air disamping sebagai prasyarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Memperkaya ilmu pengetahuan dan menjadi referensi penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini yaitu:

1. Adsorben berasal dari kulit singkong.
2. Dalam penelitian ini menggunakan sampel Fe buatan (*artificial*).
3. Dalam penelitian ini hanya menguji pengaruh variasi massa adsorben kulit singkong terhadap efektivitas adsorpsi kadar Fe.
4. Karakteristik karbon aktif yang diuji yaitu kadar air, kadar abu, dan rendemen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air bersih merupakan kebutuhan terpenting bagi masyarakat dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Air adalah komponen terbesar di bumi dengan rasio perbandingan air dan daratan yaitu 71% berupa air dan 29% berupa daratan (Noriko, 2020). Kebutuhan akan air saat ini semakin meningkat, mengingat laju pertumbuhan penduduk, tingkat sosial ekonomi dan kebiasaan gaya hidup penduduk (Salmani, 2018). Kebutuhan akan air bersih membuat manusia selalu berusaha untuk mendapatkannya dengan biaya murah dan cara yang mudah. Mengingat air salah satu faktor lingkungan yang sangat penting perannya dalam kehidupan, maka persediaan air harus memenuhi persyaratan kualitas dan kuantitas agar tidak berdampak buruk bagi kesehatan yang menggunakannya. Namun, alam tidak selalu memiliki akses terhadap kualitas air yang baik dan jumlah yang cukup (Sulastri, 2018).

Pencemaran air akibat aktivitas alam dan antropogenik merupakan masalah yang menjadi perhatian besar secara global (Ngabura, 2018). Istilah pencemaran sebenarnya yaitu untuk menggambarkan keadaan sesuatu yang tercampur dalam suatu media, yang bisa menimbulkan dampak positif ataupun dampak negatif (Darwis, 2018). Secara garis besar, pencemaran air terdiri dari tiga kategori, yaitu pencemaran fisik, pencemaran kimia, dan pencemaran biologis (Suprihatin, 2018). Perubahan sifat air yang bisa menjadi tanda atau ciri-ciri pencemaran air tanah antara lain, yaitu (Darwis, 2018) :

1. Perubahan fisik; yaitu perubahan air yang bisa dilihat dan dirasakan secara langsung dengan panca indera, seperti perubahan kejernihan air, perubahan suhu air tanah, serta perubahan warna dan rasa air tanah.
2. Perubahan kimia; yaitu perubahan pH (tingkat keasaman) dan komposisi bahan kimia yang terkandung dalam air tanah.
3. Perubahan biologi; yaitu adanya bakteri-bakteri yang merugikan yang terdapat dalam air tanah.

Baku mutu air adalah standar yang ditetapkan berdasarkan sifat fisik, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut (Salmani, 2018). Di Indonesia, parameter kualitas air bersih tercantum dalam Permenkes No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Salah satu persyaratan kimia pada kualitas air adalah jumlah kandungan zat Besi (Fe). Standar air minum Eropa (WHO) menetapkan kandungan senyawa besi kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,1 mg/L dalam air minum (Hutapea, 2018).

2.2 Logam Besi (Fe)

Salah satu unsur pencemar dalam air adalah logam berat. Logam pada umumnya merupakan zat murni organik dan anorganik sumbernya berasal dari kerak bumi. Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 5 gr/cm³ dan juga memiliki nilai atom yang lebih besar dari 21 dan terletak pada bagian tengah pada sistem periodik (Azzahra, 2020). Logam berat bisa dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia seperti pertambangan logam, pencampuran dan pelapisan logam, pembuatan pestisida, industri minyak dan pigmen, dan industri penyamakan kulit (Adhani, & Husaini, 2017).

Besi atau *ferrum* (Fe) adalah logam transisi sangat banyak yang berada di kerak bumi (Adhani & Husaini, 2017). Konsentrasi logam besi (Fe) yang sangat melimpah dalam air akan menimbulkan berbagai masalah, seperti masalah khusus misalnya pencemaran bak mandi, jamban, wastafel, kerusakan pipa yang dapat menyebabkan korosi, dan masalah aktual misalnya perubahan warna, rasa air, dan bau. Kandungan logam Fe dalam air tanah bisa mencapai 10-100 mg/L dengan kadar oksigen yang rendah (Valentine, 2021).

Besi (Fe) memiliki karakteristik fisika dan kimia diantaranya (Botahala, 2019):

- Lambang : Fe
- Nomor atom/kategori unsur : 26 / logam transisi
- Warna : putih keabuan, mengkilap, keras
- Fase pada suhu kamar : padat/*solid*

- *Melting Point* (titik leleh) : 1811 °K (1538 °C, 2800 °F)
- *Boiling Point* (titik didih) : 3134 °K (2861 °C, 5182 °F)
- Massa Atom : 55,854 gr/mol
- Konfigurasi Elektron : [Ar] 4s²3d⁶ atau per-kulit 2,8,14,2
- Kerapatan : 3,4 gr/cm³
- Kepadatan : 7860 kg/m³
- Kelarutan dalam air : 0,72 gr/100 mL (25°C, pH 7)
- Rasio toksisitas : 0,29
- Konduktor yang baik
- Oksidanya bersifat amfoter
- Mudah terkorosi
- Mudah melepaskan elektron (Elektropositif)
- Mudah bereaksi dengan unsur logam lainnya seperti halogen, belerang, fosfor, boron, silikon dan karbon

Logam besi (Fe) diperlukan oleh tubuh manusia, karena berperan dalam menyusun hemoglobin. Namun, apabila dalam jumlah yang berlebihan maka akan mempengaruhi kesehatan manusia, yang dapat merusak saluran pencernaan dan menyebabkan kematian (Valentine, dkk. 2021). Keberadaan besi memiliki sifat terlarut dalam air, hal tersebut dapat menyebabkan air berubah menjadi merah kekuning-kuningan, bau amis, dan juga akan membentuk lapisan lemak atau minyak (Azzahra, 2020). Strategi untuk menghilangkan logam dalam air dilakukan strategi adsorpsi.

2.3 Adsorpsi

Pengolahan air dilakukan dengan berbagai metode yaitu pengolahan dengan metode adsorpsi, filtrasi, penambahan zat kimia, aerasi, pengolahan air dengan pemanasan untuk membunuh bakteri di air (Hutapea, 2018). Adsorpsi merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengolahan air. Metode adsorpsi adalah mekanisme pemisahan komponen yang terdapat dalam suatu fase cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menjadi penyerap (adsorben) (Novia, dkk. 2019). Umumnya adsorben adalah material padat berpori, yang digunakan untuk menyerap

molekul adsorbat pada proses adsorpsi (Astuti, 2018). Adsorben mempunyai karakteristik masing-masing yang berbeda-beda dalam proses adsorpsi, sehingga kondisi yang diperlukan untuk adsorpsi juga beda (Sulastrri, 2018).

Mekanisme adsorpsi didefinisikan yaitu proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan adsorben karena disebabkan kimia dan fisika (Karim, dkk., 2017). Mekanisme adsorpsi sangat tergantung pada sifat-sifat padatan teradsorpsi, sifat-sifat atom atau molekul yang diadsorpsi, temperatur, konsentrasi dan lain-lain. Proses adsorpsi ada 4 tahap yaitu (Karim, dkk., 2017):

- 1) Molekul terlarut yang terserap dipindahkan ke lapisan film di sekitar adsorben.
- 2) Molekul terlarut yang terserap berpindah melalui lapisan film.
- 3) Molekul terlarut yang terserap berpindah melalui pori adsorben.
- 4) Molekul terlarut terserap pada permukaan dinding pori adsorben.

Mekanisme adsorpsi bisa dilakukan dengan dua cara yaitu (Karim dkk, 2017):

- a) Mekanisme adsorpsi dengan sistem pengadukan. Serbuk adsorben ditambahkan ke air, kemudian diaduk, sehingga terjadi gaya tolak menolak antar partikel adsorben dengan cairan.
- b) Mekanisme adsorpsi dalam bejana menggunakan sistem filtrasi, bejana diisi dengan adsorben (media penyerap) selanjutnya secara gravitasi air mengalir ke dalam bejana tersebut.

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi suatu larutan adalah (Anggriani, 2021):

- a. Karakteristik kimia dan fisik dari adsorben, seperti ukuran pori-pori karbon, luas permukaan, adsorpsi kimia dan sebagainya.
- b. Karakteristik kimia adsorbat, antara lain polaritas molekul, ukuran molekul, komposisi kimia, dan sebagainya.
- c. Konsentrasi adsorbat dalam larutan
- d. Karakteristik larutan, seperti pH dan temperatur
- e. Lama waktu pengadukan atau waktu adsorpsi

2.4 Karbon Aktif

Karbon aktif ialah bahan dalam bentuk karbon *amorf* yang terdiri atas sebagian besar atom karbon bebas yang memiliki porositas tinggi dan luas permukaan yang besar (Unzueta, et al. 2022), sehingga memiliki kemampuan daya serap yang baik (Laos & Arkilaus, 2016). Karbon aktif yaitu karbon yang sudah teraktivasi sehingga memperluas struktur pori tergantung metode yang dipergunakan untuk aktivasi (Pratiwi, 2017). Karbon aktif mempunyai banyak fungsi, contohnya pada proses pengolahan air yaitu bisa menyisihkan polutan seperti unsur Pb, Zn, Cr, Fe dan uap amonia.

Menurut Laos & Arkilaus (2016), karbon aktif bisa mengadsorpsi gas serta senyawa tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada ukuran dan luas permukaan. Daya serap karbon sangat berkaitan dengan struktur pori, jadi pada permukaan karbon aktif apabila semakin pori-porinya banyak maka semakin tinggi pula kapasitas adsorpsinya. Hal tersebut akan bertambah nilai kecepatan adsorpsinya.

Karbon aktif bisa dibuat melalui dua tahapan, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi adalah metode untuk mendapatkan karbon aktif sebagai produk utama dengan memasukkan biomassa padat seperti kulit durian, kayu, sekam padi, kulit singkong dan lain-lain. Tujuan karbonisasi yaitu untuk menghilangkan uap air dan zat lain yang tidak diperlukan arang seperti hidrogen dan oksigen atau zat yang mudah menguap, dengan cara melakukan pembakaran (Ridhuan, 2016). Aktivasi merupakan proses konversi karbon yang memiliki daya serapnya rendah menjadi karbon yang memiliki daya serap yang tinggi (Rahmadani, 2017). Aktivasi karbon aktif umumnya mempunyai dua metode yang biasanya digunakan untuk aktivasi karbon aktif yaitu aktivasi secara kimia dan fisika (Surianti, 2020).

a) Aktivasi kimia

Aktivasi kimia adalah penggunaan bahan kimia untuk pemutusan rantai karbon dari zat organik. Proses aktivasi yang dilakukan pada tahap ini yaitu dengan penggunaan bahan kimia sebagai aktivator. Aktivator merupakan bahan kimia yang mempunyai fungsi sebagai aktivator pada adsorben,

sehingga bisa menyerap lebih baik. Karbon aktif dapat diaktifkan dengan cara merendam karbon dalam larutan kimia asam, basa dan garam (Surianti, 2020). Pada proses pembuatan karbon aktif diperlukan aktivasi kimia yang mempunyai tujuan untuk membentuk struktur pori permukaan arang aktif (Nuria, dkk. 2020). Pori-pori bahan baku akan terbuka, sehingga daya serapnya lebih besar dari pada karbon biasa (Laos, dkk. 2016). Kapasitas penyerapan yang tinggi ini disebabkan banyaknya pori-pori pada karbon dengan memutuskan ikatan senyawa hidrokarbon atau molekul permukaan yang mengoksidasi (Rohmah, dkk. 2014).

b) Aktivasi fisika

Aktivasi fisika bisa didefinisikan sebagai proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan CO_2 (Rahmadhani, dkk. 2020). Pada aktivasi fisika langkah pertama yang harus dilakukan adalah memanaskan karbon hingga suhu sekitar 800-1000 °C selanjutnya karbon tersebut dialirkan gas pengoksidasi seperti oksigen, CO_2 , atau uap air. Pada waktu tersebut, senyawa produk samping dilepaskan, sehingga memperbesar pori dan daya adsorpsi juga akan meningkatkan. Faktor yang mempengaruhi karakteristik karbon aktif yang dihasilkan oleh suatu proses aktivasi secara fisika yaitu bahan dasar (substrat), laju aliran gas, aliran panas, proses karbonisasi sebelumnya, jangka waktu pada saat aktivasi, suhu selama aktivasi, bahan aktivasi yang digunakan, dan alat yang dipakai (Marsh, dan Francisco, 2006).

Penyerapan karbon aktif dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain karakteristik karbon aktif, sifat larutan, sifat komponen yang diserapnya, serta waktu kontak. Penyerapan komponen yang ada dalam larutan oleh karbon aktif disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur pori. Selain itu, sifat karbon aktif juga dipengaruhi oleh jenis bahan baku, metode aktivasi yang digunakan, luas permukaan, distribusi pori serta sifat kimia permukaan karbon (Laos & Arkilaus, 2016).

Kualitas karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, teknologi pengolahan, proses teknis, dan ketepatan penggunaannya. Oleh karena itu,

yang perlu diketahui oleh produsen karbon aktif ialah bagaimana kualitas yang ingin dihasilkan dari bahan baku yang tersedia, dan tujuan penggunaan karbon aktif tersebut (Surianti, 2020). Persyaratan kualitas karbon aktif tertuang dalam SNI No. 06-3730-1995.

2.5 Kulit Singkong

Singkong (*Manihot utilissima*) merupakan tanaman yang tumbuh melimpah di Indonesia yang mengandung karbohidrat tinggi (Permatasari, dkk. 2020). Singkong merupakan makanan pokok terbesar ketiga setelah padi-padian dan jagung di Indonesia (Suprawati, dkk. 2018). Keadaan ini menjadi salah satu penyebab pesatnya pertumbuhan industri khususnya industri makanan yang memakai singkong sebagai bahan bakunya. Menurut data Badan Pusat Statistik (2017), di Aceh luas areal yang dikhususkan untuk produksi singkong yaitu sebesar 1.452 Ha. Produksi singkong di provinsi Aceh pada tahun 2017 sebanyak 23.738 ton. Hasil produksi singkong di Aceh pada tahun 2017 sebesar 163,45 Kuintal/ha.

Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari industri pengolahan dalam negeri yang memproduksi keripik singkong (Ariyani, dkk. 2017). Limbah utama yang dihasilkan oleh industri pengolahan singkong adalah kulitnya. Namun, pada sebagian besar industri ini, hasil limbah kulit singkong dibuang langsung ke lingkungan, sedangkan limbah kulit singkong mengandung sianida yang bisa mencemari lingkungan dan merusak tanah, serta akan menghasilkan bau yang tidak sedap apabila tidak dilakukan pengolahan (Purwaningsih, dkk. 2019). Limbah kulit singkong mengandung unsur karbon sebesar 59,31% (Ariyani, dkk. 2017). Oleh karena itu, dengan adanya kandungan karbon yang relatif tinggi sehingga bisa digunakan sebagai karbon aktif atau bioadsorben.

Agar mendapatkan biomassa yang lebih reaktif sebagai adsorben, perlu dilakukan upaya untuk mengaktifkan karbon dari kulit singkong. Salah satunya yaitu dengan menggunakan metode karbonisasi teraktivasi menjadi karbon aktif. Tujuan dari proses aktivasi yaitu untuk memperluas pori-pori pada karbon (Sailah, dkk. 2020). Saat ini penggunaan biosorben merupakan pilihan yang tepat

untuk dikembangkan, karena murah dan sumbernya mudah didapat. Salah satu bahan bioadsorben yang potensial untuk dijadikan sebagai bioadsorben logam Fe adalah limbah kulit singkong. Kulit singkong ini bisa dijadikan bioadsorben dikarenakan selain mengandung karbon yang relatif tinggi juga mengandung protein, selulosa tanpa reduksi, serat kasar yang tinggi dan HCN (asam sianida) (Sulastri, 2018).

2.6 Penelitian Terdahulu

Berikut Tabel 2.1 adalah beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Variabel	Hasil
1	Pengaruh Jenis Aktivasi Bioadsorben Kulit Singkong terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali (Sulastri, Hardoyo, dan Wahyu Saputro, 2018)	Sampel : Air sumur gali Massa Adsorben = 10 gram Waktu kontak : 2, 22, 42, 62, 82,102, 122 menit 1. Tanpa Aktivasi 2. Aktivasi Fisika 3. Aktivasi Kimia 4. Aktivasi fisika kimia	Fe awal = 3,85 mg/L Waktu kontak optimum : 1. Tanpa Aktivasi = 42 menit (2,760 mg/l) (28,31 %) 2. Aktivasi Fisika = 22 menit (0,723 mg/l) (81,12 %) 3. Aktivasi Kimia = 62 menit (0,268 mg/l) (93,03 %) 4. Aktivasi fisika kimia = 62 menit (0,213 mg/l) (94,46 %)

2	<p>Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Adsorban Alami Untuk Mengurangi Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah dengan Sistem <i>Batch</i></p> <p>(Diah Eloka Sari, 2020)</p>	<p>*Variasi massa adsorban: 2,5 dan 5 gram</p> <p>*Waktu retensi: 30, 60, dan 90 menit.</p> <p>* 500 ml larutan Fe</p>	<p>Konsentrasi Awal Fe : 5,36 mg/l</p> <p>Adsorben non aktivasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 30 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 6,36 mg/l (-18,66%) 5 gr = 2,81 mg/l (47,57%) 2. 60 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 3,54 mg/l (33,96%) 5 gr = 2,68 mg/l (50,00 %) 3. 90 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 3,79 mg/l (29,38 %) 5 gr = 2,43 mg/l (54,66 %) <p>Adsorben aktivasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 30 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 5,84 mg/l (-8,86 %) 5 gr = 7,39 mg/l (-37,87 %) 2. 60 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 8,04 mg/l (-49,91 %) 5 gr = 7,25 mg/l (35,17 %) 3. 90 menit <ul style="list-style-type: none"> 2,5 gr = 7,49 mg/l (-39,74 %) 5 gr = 7,04 mg/l (-31,25 %)
3	<p>Pemanfaatan Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar</p>	<p>Pengaktifan karbon aktif kulit singkong pada suhu</p>	<p>Konsentrasi Awal Mn: 5,16 ppm.</p> <p>Setelah perlakuan : 3,17 ppm (38,56%).</p>

	Mangan (Mn) Dalam Air (Irma Nadia Maulidina, 2018)	500°C dan konsentrasi NaOH 0,5 N.	
4	Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Singkong untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dalam Air (Aldila Nur Rahmawati, 2018)	Massa adsorben = 1 gram	Kadar awal = 1 ppm Kadar akhir = 0,775 mg/L (20,10 %)
5	Absorption Activity of Cassave Peel (Manihot utilissima) as Chromium (VI) Metal Biosorbent in Electroplating Waste Martak F., lin Candrawati, Yurike I.C. (2017)	Variasi massa adsorben : 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 gram. Variasi waktu kontak: 10, 20, 30, 40, dan 50 menit.	Bioadsorben kulit singkong yang diaktifkan oleh HNO ₃ 1,5 M mencapai kondisi optimum pada massa 0,3 gr dengan waktu kontak 10 menit. Persentase (%) chromium (VI) yang teradsorpsi dalam limbah elektroplating sebesar 61,72%.
6	Removal of Iron and Manganese in Groundwater using Natural Biosorbent (Baharudin, Mohd Tadza, Mohd Imran & Jani (2018)	Karbon aktif kulit pisang sebanyak 2,4 dan 8 gram.	Rentang persentase penyisihan besi dan mangan masing-masing antara 82,25% hingga 90,84% dan 98,79% hingga 99,43%.

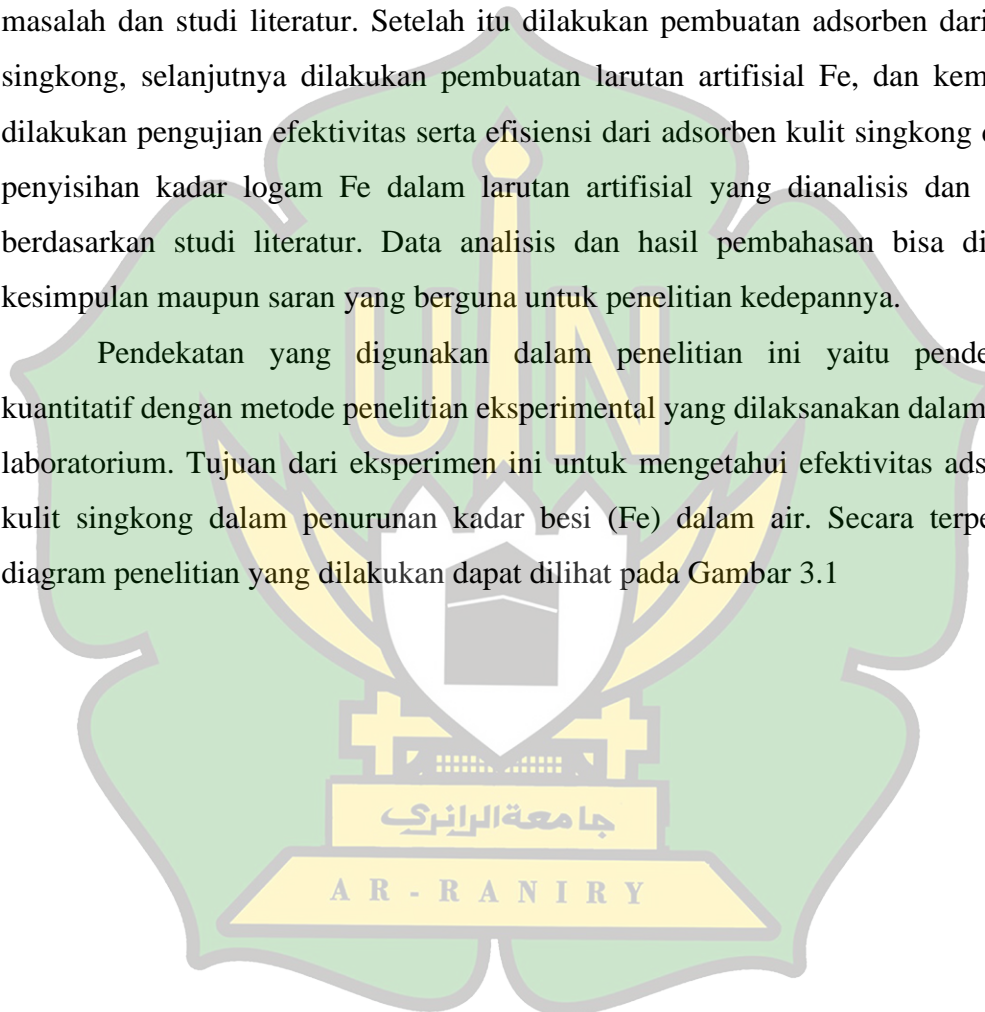
BAB III

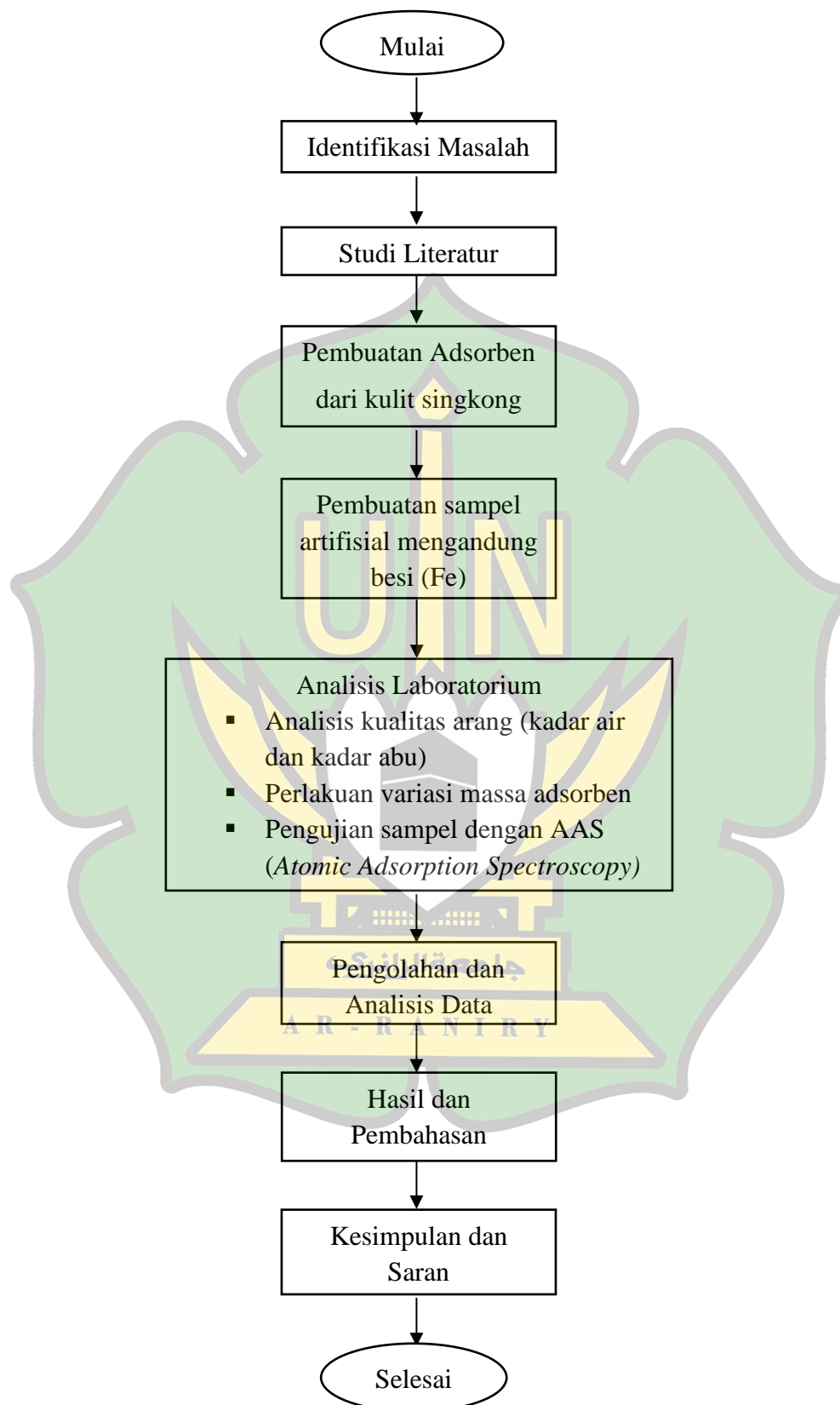
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Secara umum, metode dalam penelitian ini didahului oleh identifikasi masalah dan studi literatur. Setelah itu dilakukan pembuatan adsorben dari kulit singkong, selanjutnya dilakukan pembuatan larutan artifisial Fe, dan kemudian dilakukan pengujian efektivitas serta efisiensi dari adsorben kulit singkong dalam penyisihan kadar logam Fe dalam larutan artifisial yang dianalisis dan dikaji berdasarkan studi literatur. Data analisis dan hasil pembahasan bisa diambil kesimpulan maupun saran yang berguna untuk penelitian kedepannya.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kuantitatif dengan metode penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium. Tujuan dari eksperimen ini untuk mengetahui efektivitas adsorben kulit singkong dalam penurunan kadar besi (Fe) dalam air. Secara terperinci, diagram penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan yang dilaksanakan pada bulan September 2022.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan limbah kulit singkong yaitu di usaha keripik Sare, Aceh Besar. Lokasi penelitian dilakukan pada dua tempat berdasarkan proses penelitian, yaitu:

- Proses pembuatan larutan artifisial Fe, proses pembuatan adsorben dan pengujian efektivitas karbon aktif dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Analisis kadar besi (Fe) dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Adapun peralatan yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) merk Perkin Elmer PinAAcle 900T, *Jar test*, *beaker glass*, ayakan 100 mesh, oven, neraca analitik, labu ukur, kertas saring, desikator, *furnace*, dan spatula.

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari kulit singkong sebagai adsorben, Besi (II) sulfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Natrium hidroksida (NaOH) untuk aktivasi, asam nitrat (HNO_3), dan aquades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Pembuatan Adsorben dari Kulit Singkong

a. Preparasi kulit singkong

Tahap awal yang dilakukan adalah dengan cara membersihkan kulit singkong dari kotoran yang menempel dan dicuci bersih, kemudian dikeringkan dengan cara dijemur selama 2 hari dibawah sinar matahari.

Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam (Hutapea, 2018);

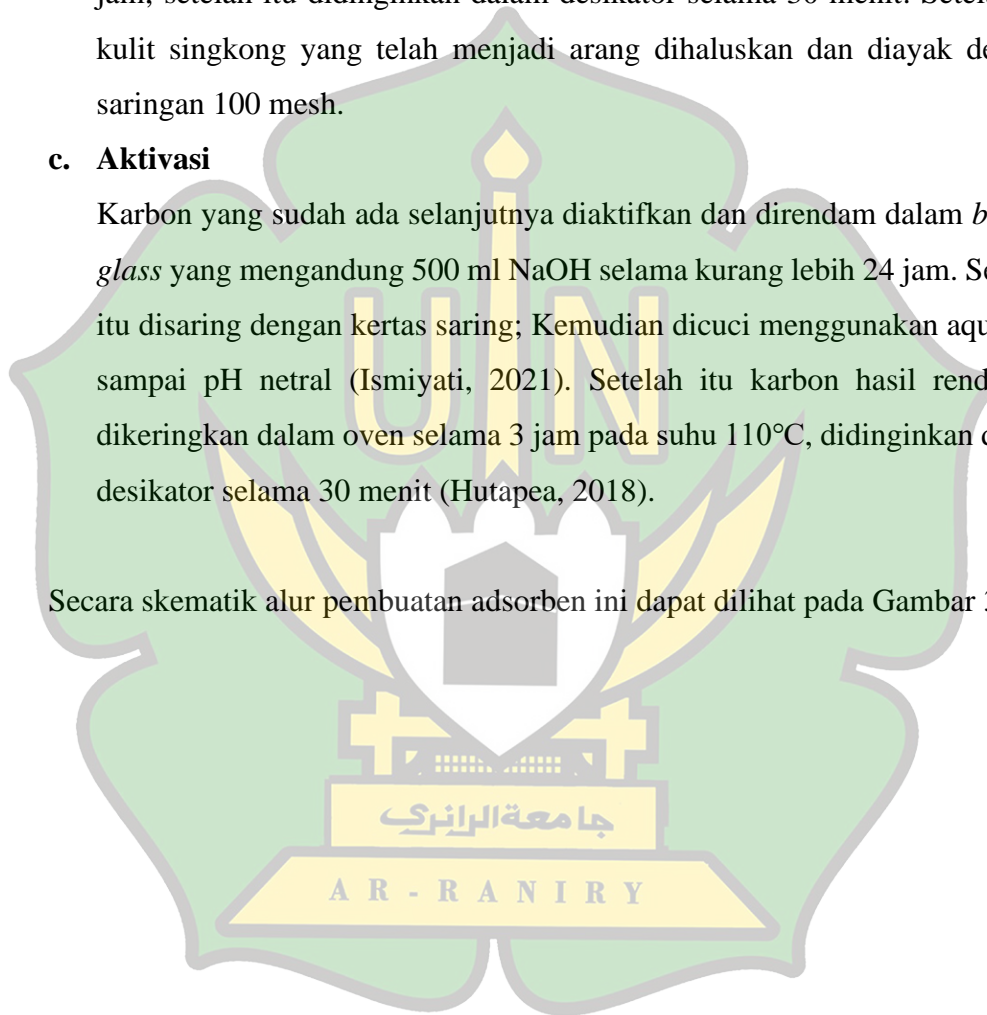
b. Karbonisasi

Setelah kulit singkong selesai dikeringkan, tahap selanjutnya yaitu kulit sampel dikarbonisasi menggunakan *furnace* dengan suhu 250°C selama 1 jam; setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Setelah itu kulit singkong yang telah menjadi arang dihaluskan dan diayak dengan saringan 100 mesh.

c. Aktivasi

Karbon yang sudah ada selanjutnya diaktifkan dan direndam dalam *beaker glass* yang mengandung 500 ml NaOH selama kurang lebih 24 jam. Setelah itu disaring dengan kertas saring; Kemudian dicuci menggunakan aquadest sampai pH netral (Ismiyati, 2021). Setelah itu karbon hasil rendaman dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 110°C, didinginkan dalam desikator selama 30 menit (Hutapea, 2018).

Secara skematik alur pembuatan adsorben ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 *Flowchart* Pembuatan Adsorben Kulit Singkong

3.4.2 Karakteristik Adsorben Kulit Singkong

1. Kadar Air (SNI 06-3730-1995)

Kadar air dalam karbon aktif ditentukan terlebih dahulu dikeringkan dalam oven. Dimasukkan karbon aktif sebanyak 2 gr ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya. Dimasukkan cawan yang sudah berisi karbon aktif dalam oven dengan suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam. Karbon aktif tersebut kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang bobotnya. Penentuan kadar air dapat dihitung dengan persamaan 1.

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

Keterangan:

a = bobot karbon aktif sebelum pemanasan (g)

b = bobot karbon aktif setelah pemanasan (g)

2. Kadar Abu (SNI 06-3730-1995)

Dimasukkan karbon aktif sebanyak 2 gr ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya, kemudian dimasukkan ke *furnace* bersuhu 650°C sampai semua sampel berubah menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator sampai suhu konstan, selanjutnya ditimbang. Penentuan kadar abu dapat dihitung dengan persamaan 2.

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

Keterangan:

a = massa abu (g)

b = massa awal sampel (g)

3.5 Pembuatan Larutan Artifisial Fe

Pada tahap pembuatan larutan Fe 1000 ppm yaitu ditimbang serbuk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 2,5 gr kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 ml

kemudian ditambahkan 5 ml asa nitrat (HNO_3) pekat lalu diencerkan dengan aquades hingga tanda batas dan homogenkan. Selanjutnya diambil 50 ml larutan Fe 1000 ppm dimasukkan dalam gelas kimia 500 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan Fe 100 ppm, kemudian larutan Fe 100 ppm diambil sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas sehingga didapatkan larutan standar 10 ppm.

3.6 Analisis Laboratorium

3.6.1 Pengujian Penyerapan Adsorben Terhadap Kadar Besi pada Sampel Larutan Fe

Disiapkan sampel artifisial Fe dengan konsentrasi 10 ppm dalam *beaker glass* 1000 ml. Adsorben dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah berisi 500 ml sampel larutan artifisial Fe, dengan variasi massa adsorben 1,5 gram, 3 gram, 4,5 gram, 6 gram dan 7,5 gram. Selanjutnya diaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu kontak 60 menit secara bergantian, selanjutnya diendapkan selama 1 jam. Sampel disaring dengan kertas saring, dimasukkan ke dalam botol sampel sebanyak 10 ml dan diamati dengan AAS untuk menentukan efektifitas tertinggi dan kualitas adsorben optimum.

3.6.2 Pengukuran derajat keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan sebanyak dua kali, yaitu sebelum dan sesudah penambahan adsorben pada larutan Fe. Prosedur pengukuran pH sesuai SNI 06-6989.11-2004 sebagai berikut:

- a) Dilakukan kalibrasi alat pH meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap melakukan pengukuran.
- b) Dikeringkan dengan tisu dan dibilas elektroda dengan aquades.
- c) Dicelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
- d) Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH meter.

3.7 Pengolahan dan Analisis Data

3.7.1 Efisiensi Penyisihan (%)

Efisiensi penyisihan kadar Fe pada sampel larutan standar Fe bisa dihitung dengan menghitung nilai influen dan efluen yang dinyatakan dalam persen (%) seperti rumus berikut ini (Hutapea, 2018) :

Rumus perhitungan efisiensi:

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$

Keterangan:

RE = Efisiensi

C_1 = Konsentrasi besi sebelum pengolahan

C_2 = Konsentrasi besi sesudah pengolahan

3.7.2 Menentukan Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas Adsorpsi dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

Keterangan :

Q_e : kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_i : konsentrasi awal (mg/l)

C_e : konsentrasi akhir (mg/l)

V : volume larutan yang digunakan (L)

w : massa adsorben (g)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terdiri dari hasil analisis rendemen, kadar air, dan kadar abu, kemudian dilanjutkan dengan parameter pH dan kadar besi sebelum dan sesudah perlakuan penambahan adsorben kulit singkong. Data yang didapat dari hasil pengujian kadar besi sebelum dan sesudah perlakuan penambahan adsorben kulit singkong, maka dilakukan pengolahan data untuk mengetahui bagaimana kemampuan adsorben kulit singkong terhadap adsorpsi logam Fe. Untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi dan pengaruh adsorben kulit singkong dalam larutan dilakukan perhitungan yang meliputi efisiensi adsorpsi dengan persamaan efektivitas dan kapasitas adsorpsi.

4.1 Persiapan Adsorben Kulit Singkong

Limbah kulit singkong diambil dari industri produksi keripik singkong setempat. Kulit singkong ini memiliki karakteristik fisik yaitu berwarna putih dan mengeluarkan bau khas singkong.



Gambar 4.1 Limbah Kulit Singkong

Kulit singkong yang sudah dikupas terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran dan tanah yang menempel serta dipisahkan dari kulit arinya yaitu dengan cara dicuci. Berikut ini Gambar 4.2 Proses pencucian kulit singkong.



Gambar 4.2 Proses Pencucian Kulit Singkong

Kulit singkong yang sudah dibersihkan sebanyak 1,3 kg kemudian dilakukan proses dehidrasi yaitu dengan cara menjemur kulit singkong dibawah sinar matahari selama 48 jam sampai kulit singkong menjadi kering. Proses dehidrasi dilakukan guna untuk menghilangkan kadar air pada kulit singkong. Berikut Gambar 4.3 proses dehidrasi kulit singkong.



Gambar 4.3 Proses Dehidrasi Kulit Singkong

Kulit singkong yang sudah dilakukan pengeringan akan menyusut secara volume dan berat. Penyusutan dan penurunan berat kering disebabkan oleh panas matahari sehingga terlepasnya kandungan air yang terdapat pada kulit singkong. Penyusutan kulit singkong setelah dijemur menyusut sekitar 50% dari berat

basahnya. Setelah itu kulit singkong di oven pada suhu 110°C selama 3 jam untuk menghilangkan sisa kadar air yang terdapat dalam kulit singkong. Setelah itu kulit singkong dikeluarkan dari oven dan didiamkan selama 15 menit untuk menstabilkan beratnya lalu ditimbang.



Gambar 4.4 Proses Pengeringan Kulit Singkong Menggunakan Oven

Kulit singkong yang telah dikeringkan dalam oven selanjutnya dikarbonisasi menggunakan *furnace*. Proses karbonisasi merupakan proses pirolisis atau sering disebut pembuatan arang. Proses pirolisis merupakan proses pembakaran secara tidak sempurna terhadap suatu bahan yang mengandung senyawa karbon kompleks dan tidak sampai teroksidasi menjadi karbon dioksida (Indarti, 2021). Karbonisasi bertujuan untuk menguraikan senyawa hidrokarbon seperti selulosa dan hemiselulosa agar dapat menjadi karbon murni (Maghfirana, 2019). Pada penelitian ini suhu karbonisasi yang digunakan adalah 250° selama 60 menit untuk menghasilkan arang yang kering (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Proses Karbonisasi Kulit Singkong (a) sebelum difurnace dan (b) setelah difurnace

Setelah tahapan karbonisasi selesai, adsorben kulit singkong dikeluarkan dan didiamkan selama 15 menit untuk menstabilkan beratnya. Arang kulit singkong yang sudah didinginkan ditimbang dengan neraca analitik. Berat awal bahan baku kulit singkong sebelum dilakukan karbonisasi (a) yaitu sebesar 700 gram dan setelah karbonisasi sebesar 483,2 gram (b). Rendemen atau kadar arang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{483.2 \text{ gram}}{700 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen (\%)} = 69,02 \%$$

Rendemen yang dihasilkan yaitu sebesar 69,02 % dari berat kering kulit singkong. Pemanasan dengan suhu yang tinggi dapat menurunkan hasil persentase rendemen karena zat volatil dalam bahan banyak hilang. Kadar arang yang diperoleh tergantung pada tahapan perlakuan awal pada saat dehidrasi. Semakin optimal dehidrasi yang dilakukan maka bisa meningkatkan rendemen yang diperoleh dari kulit singkong (Indarti, 2021).

Setelah proses karbonisasi selesai, tahap selanjutnya kulit singkong dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Pengayakan ini bertujuan agar arang mempunyai ukuran yang sama dan memiliki partikel dengan ukuran yang

lebih kecil. Luas permukaan dari arang dipengaruhi oleh ukuran partikel yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran adsorben, maka luas permukaan kontak antara adsorben dengan ion logam berat semakin besar, sehingga semakin banyak ion-ion yang tersisihkan (Shafirinia, dkk. 2016).

Tahap selanjutnya yaitu aktivasi adsorben. Aktivasi merupakan proses yang paling penting dalam proses pembuatan karbon aktif, hal ini dikarenakan melalui proses aktivasi maka kualitas karbon aktif dapat meningkat. Proses aktivasi bertujuan agar memperluas diameter pori-pori karbon dan mengembangkan volume yang terserap dalam pori karbon serta membuka pori-pori baru melalui metode aktivasi fisika atau aktivasi kimia (Erawati & Ardiansyah, 2018). Pada penelitian ini aktivasi yang digunakan adalah aktivasi kimia menggunakan larutan NaOH 0,1 M sebagai aktivator. Kulit singkong yang telah dihaluskan kemudian direndam menggunakan larutan NaOH 0,1 M selama 24 jam yang bertujuan untuk meningkatkan daya adsorpsi logam. Perendaman kulit singkong dengan larutan NaOH 0,1 M dapat dilihat pada Gambar 4.6. Setelah adsorben kulit singkong terendam sempurna, selanjutnya adsorben kulit singkong disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Setelah proses perendaman dan pencucian selesai, karbon aktif dikeringkan kembali dengan cara di oven pada suhu 110°C selama 3 jam.



Gambar 4.6 Perendaman Arang dengan Larutan NaOH

Karbon aktif yang telah selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian kualitas adsorben kulit singkong yang meliputi kadar air dan kadar abu. Kadar air dan kadar abu akan mempengaruhi kemampuan daya serap karbon aktif dalam mengadsorpsi polutan. Kadar air diuji berdasarkan prinsip gravimetri, yaitu jumlah sampel yang diambil sebanyak 2 gram kemudian sampel karbon aktif dioven pada suhu 105°C selama 3 jam (SNI No. 06-3730-1995). Hasil dari pengujian kadar air karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Karbon Aktif Kulit Singkong

Karbon Aktif	Berat sebelum oven (g)	Berat setelah oven (g)	Kadar air (%)	SNI No. 06-3730-1995
		2,00	1,90	5%

Dari hasil pengujian tersebut, kadar air yang diperoleh pada karbon aktif yaitu 5%. Hasil pengujian ini menunjukkan kesesuaian dengan SNI No. 06-3730-1995 Tentang Arang Aktif Teknis yang memiliki kadar air maksimal 15%. Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif. Kadar air yang terkandung dalam karbon aktif dipengaruhi oleh jumlah uap air diudara. Kadar air yang tinggi pada karbon aktif dapat menyebabkan daya adsorpsinya berkurang. Kadar air dalam adsorben perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam berat (Sari, 2020).

Pengujian kadar abu yaitu dimasukkan arang kulit singkong dalam *furnace* pada suhu 650°C selama 2 jam (SNI No. 06-3730-1995). Setelah itu, sampel karbon aktif kulit singkong dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Hasil uji kadar abu dapat dilihat pada Tabel 4.2.

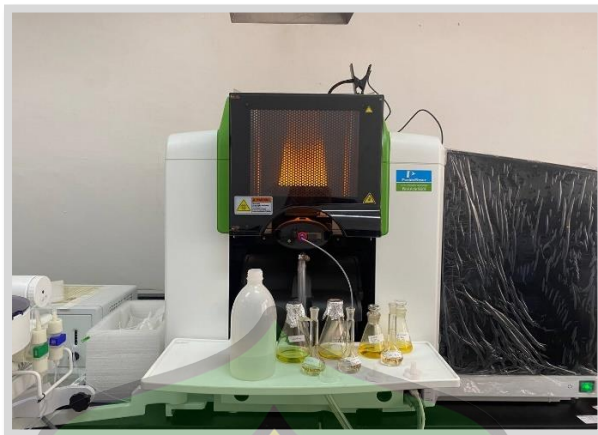
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Abu Karbon Aktif Kulit Singkong

Karbon Aktif	Berat sebelum furnace (g)	Berat setelah furnace (g)	Kadar abu (%)	SNI No. 06-3730-1995
		2,00	0,11	5,5%

Dari hasil pengujian tersebut, kadar abu yang terdapat dalam sampel karbon aktif sebesar 5,5%. Hal ini menunjukkan kadar abu yang terdapat dalam adsorben sudah sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995 Tentang Arang Aktif Teknis memiliki kadar abu maksimal 10%. Tujuan dari pengujian kadar abu yaitu untuk mengetahui kandungan abu pada karbon aktif karena jika kandungan abu semakin tinggi maka daya adsorpsi yang dihasilkan semakin rendah, oleh karena itu diupayakan kandungan abu sekecil mungkin agar proses adsorpsi yang terjadi bisa maksimal (Meilianti, 2017).

4.2 Pengujian Daya Adsorpsi

Pengujian daya adsorpsi karbon aktif kulit singkong terhadap larutan Fe dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Sampel larutan Fe dicampurkan dengan adsorben serta dilakukan pengadukan agar terjadi kontak secara merata. Variasi yang digunakan yaitu dosis adsorben untuk bisa mengetahui dosis yang optimum yang bisa digunakan dalam penurunan kadar Fe pada air. Karbon aktif kulit singkong dimasukkan ke dalam *beaker glass* dengan massa adsorben sebanyak 1,5 gram, 3 gram, 4,5 gram, 6 gram dan 7,5 gram. Kemudian masing-masing adsorben ditambahkan sampel larutan besi dengan konsentrasi besi 10 ppm, lalu diaduk menggunakan *jar test* selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Setelah itu dидiamkan selama 1 jam agar residunya mengendap, kemudian disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtratnya sebanyak 10 ml untuk diukur menggunakan instrumen AAS.



Gambar 4.7 Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

4.2.1 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH

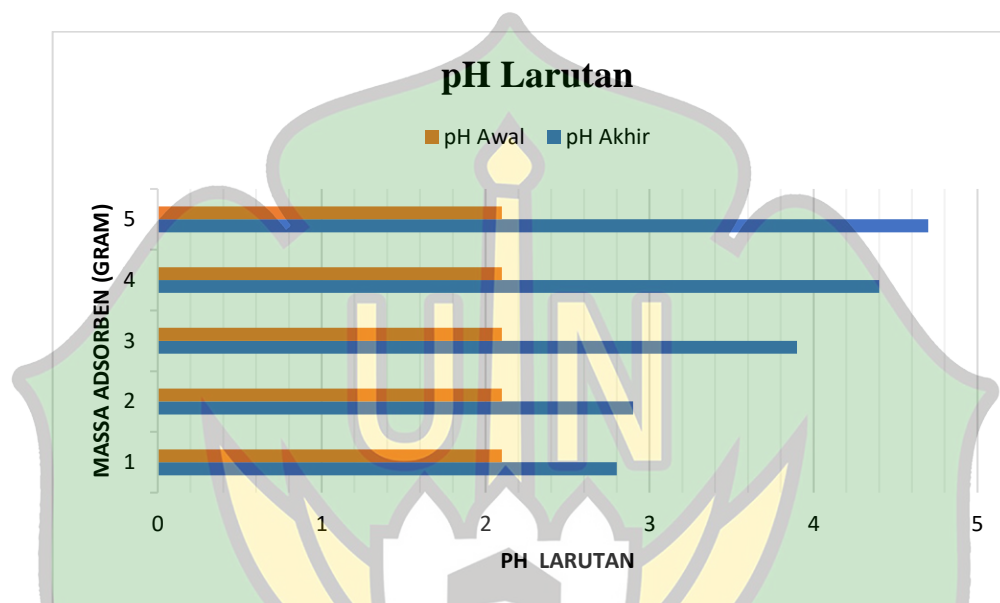
Parameter pH merupakan salah satu parameter yang penting dalam proses menghilangkan polutan dari air dengan proses adsorpsi, tingkat ionisasi adsorbat dapat dikontrol menggunakan pH (Yudisputra, 2019). Penentuan pH optimum larutan ion logam berat ini bertujuan untuk mengetahui derajat pH yang merupakan derajat optimum dalam penyerapan ion logam berat oleh adsorben.

Tabel 4.3 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (Gram)	pH Awal	pH Akhir
Kulit Singkong	1,5	2,1	2,8
	3	2,1	2,9
	4,5	2,1	3,9
	6	2,1	4,4
	7,5	2,1	4,7

Kemampuan adsorpsi suatu adsorben bisa dipengaruhi oleh pH larutan. Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan serbuk besi (II) sulfat atau $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ membentuk larutan sedikit asam. Nilai pH awal yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu 2,1 (asam). Setelah penambahan adsorben kulit singkong mengalami kenaikan pH dalam kategori asam, sehingga dapat dilihat bahwa efektivitas adsorben baik dalam meningkatkan nilai pH. Menurut Nurafriyanti dkk (2017) kondisi optimum suatu proses adsorpsi terjadi pada pH asam. Menurut Irawan & Mohammad (2018),

pada pH 2 sampai pH 5 terjadi peningkatan persentase adsorpsi, dan pada pH 5 sampai pH 7 menunjukkan penurunan persentase adsorpsi ion Fe^{2+} . Diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Nirmala, dkk (2015) adsorpsi optimum ion besi terjadi pada pH 3 (asam). Grafik pengaruh massa adsorben terhadap parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengaruh Massa Adsorben terhadap Parameter pH

Kondisi pH optimum akan ditentukan berdasarkan jumlah adsorpsi tertinggi adsorben kulit singkong terhadap ion logam Fe. Penambahan massa adsorben menyebabkan nilai pH meningkat, hal ini dikarenakan terjadinya ikatan kimia antara adsorben dengan adsorbat. Hal ini berkaitan dengan protonasi atau deprotonasi permukaan sisi aktif dari adsorben, pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi yang terserap dalam adsorpsi tersebut (Nurohmah, dkk. 2019).

Peningkatan pH dipengaruhi karena adanya reaksi pertukaran ion-ion logam dengan gugus fungsi yang terkandung dalam adsorben. Semakin banyak adsorben maka reaksi pertukaran ion-ion logam dengan gugus fungsi adsorben juga akan semakin banyak (Indarti, 2021). pH mempengaruhi sisi aktif biomassa serta berpengaruh pada mekanisme adsorpsi ion logam. Dari data tersebut dapat

disimpulkan bahwa dari massa adsorben kulit singkong yang dapat meningkatkan nilai pH hingga batas optimum adalah 7,5 gram dengan nilai pH 4,7.

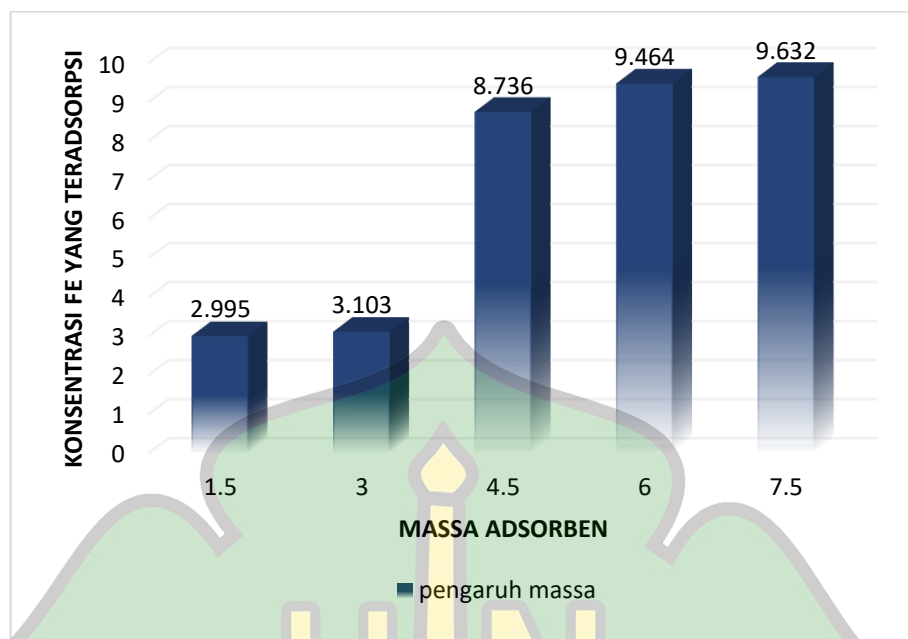
4.2.2 Pengaruh Variasi Massa Adsorben terhadap Penyisihan Logam Besi

Massa adsorben sangat mempengaruhi kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi ion logam Fe. Pada percobaan ini variasi massa adsorben sebesar 1,5 gram, 3 gram, 4,5 gram, 6 gram dan 7,5 gram dengan waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Data hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Konsentrasi Besi dan Pengaruh Variasi Massa Pada Adsorpsi Ion Logam Fe

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (Gram)	Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Konsentrasi Fe yang teradsorpsi (mg/L)
Kulit Singkong	1,5	60	10	7,005	2,995
	3	60	10	6,897	3,103
	4,5	60	10	1,264	8,736
	6	60	10	0,5357	9,464
	7,5	60	10	0,3674	9,632

Hasil pengujian daya serap karbon aktif pada variasi massa adsorben menunjukkan adanya pengaruh massa terhadap daya adsorpsi. Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa hasil kemampuan adsorpsi terhadap ion logam besi (Fe) mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah adsorben. Hal ini dikarenakan semakin bertambahnya jumlah adsorben maka pori-pori yang tersedia juga akan semakin banyak dan semakin banyak pula adsorpsi yang akan terjadi pada permukaan adsorben. Konsentrasi penyerapan Fe tertinggi terjadi pada massa adsorben 7,5 gram yang mampu menurunkan kadar besi dari konsentrasi awal 10 mg/L menjadi konsentrasi akhir yaitu 0,3674 mg/L.



Gambar 4.9 Pengaruh Variasi Massa Adsorben Kulit Singkong pada Adsorpsi Ion Logam Fe

Berdasarkan Gambar 4.9 menunjukkan logam Fe yang teradsorpsi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya massa adsorben kulit singkong dari 1,5 gram sampai 7,5 gram. Menurut Indarti (2021), massa adsorben berpengaruh pada jumlah gugus aktif, sehingga semakin banyak massa adsorben karbon aktif maka luas permukaan juga akan semakin besar untuk mengadsorpsi. Hal ini menunjukkan bahwa massa adsorben kulit singkong berpengaruh terhadap proses penyerapan ion logam Fe.

4.2.3 Efektivitas Penyerapan Adsorben Terhadap Ion Logam Besi (Fe)

Metode adsorpsi adalah mekanisme pemisahan komponen yang terdapat dalam suatu fase cairan berpindah ke permukaan zat padat yang menjadi penyerap (adsorben) (Novia, dkk. 2019). Dalam penelitian ini yang menjadi adsorbat yaitu larutan Fe artifisial dan yang menjadi adsorben adalah karbon aktif kulit singkong. Pada penelitian yang dilakukan, untuk menentukan kemampuan adsorpsi maksimal maka dibutuhkan pengujian efektivitas dan kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit

singkong dalam menyerap logam Fe berdasarkan variasi massa adsorben yaitu 1,5 gram, 3 gram, 4,5 gram, 6 gram, dan 7,5 gram.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pengaruh Variasi Massa Adsorben Pada Adsorpsi Ion Logam Fe

Jenis Adsorben	Massa Adsorben (Gram)	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Efektivitas Adsorpsi (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Kulit Singkong	1,5	10	7,005	29,95	0,998
	3	10	6,897	31,03	0,517
	4,5	10	1,264	87,36	0,970
	6	10	0,5357	94,643	0,788
	7,5	10	0,3674	96,326	0,642

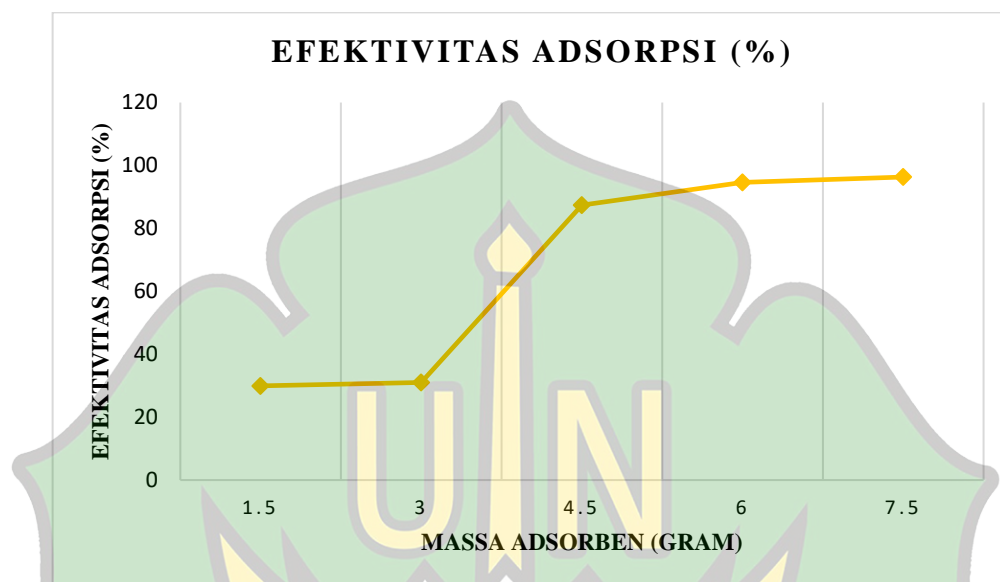
Sebagai contoh, untuk perhitungan efektivitas penyerapan Fe dengan massa adsorben kulit singkong 1,5 gr, dengan konsentrasi awal yaitu 10 ppm sebagai C_1 dan konsentrasi akhir 7,005 mg/L sebagai C_2 . dihitung dengan persamaan berikut:

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 7.005}{10} \times 100\% = 29.95 \%$$

Persentase penyisihan atau disebut juga efektivitas penyerapan dinyatakan berdasarkan banyaknya konsentrasi kadar logam yang terserap oleh adsorben (Sylvia, dkk, 2021). Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa semakin besar massa adsorben maka semakin berkurang konsentrasi logam Fe, sehingga membuktikan bahwa pada proses adsorpsi ini, massa adsorben sangat berpengaruh karena semakin banyak massa adsorben maka efektivitas karbon aktif kulit singkong dalam mengadsorpsi logam Fe juga semakin meningkat. Semakin banyak jumlah adsorben maka akan memperluas penyerapan ion logam pada suatu larutan sehingga nilai efektivitas penyerapannya akan meningkat (Azzahra & Muhammad, 2020).

Adapun untuk grafik data efektivitas karbon aktif kulit singkong dalam menyerap logam Fe dengan massa 1,5 gr, 3 gr, 4,5 g, 6 g dan 7,5 gr dalam waktu 60 menit dapat dilihat pada Gambar 4.10 :

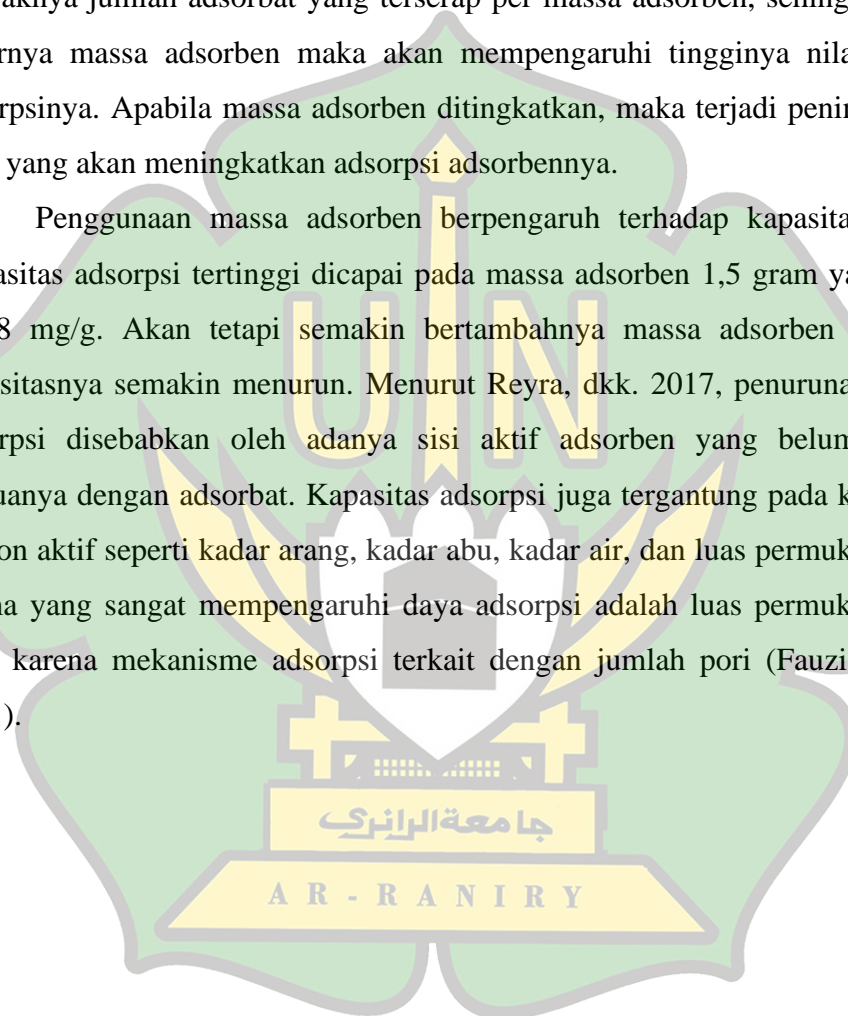


Gambar 4.10 Grafik Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong dalam Menyerap Logam Fe

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa, pada massa adsorben 1,5 gram dan 3 gram, nilai efektivitas adsorpsi ion logam Fe relatif lebih kecil hal ini dikarenakan saat proses adsorpsi kurangnya massa adsorben dan waktu pengadukan hal tersebut menyebabkan proses penyerapan logam Fe belum bekerja secara maksimal. Pada massa adsorben 4,5 gram, proses adsorpsi mulai efektif sehingga nilai efektivitas adsorpsinya meningkat jauh yaitu 87,36 %. Peningkatan daya serap yang tajam terjadi karena tercapainya keadaan setimbang antara jumlah ion logam dalam larutan dengan jumlah partikel karbon aktif yang tersedia. Bertambahnya jumlah adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben oleh sebab itu jumlah ruang mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyisihan juga meningkat (Reyra, dkk. 2017). Efektivitas penyerapan tertinggi ion logam Fe yang diserap oleh adsorben kulit singkong terjadi pada massa 7,5 gram dengan tingkat efektivitas 96,32 %.

Berdasarkan Tabel 4.5 nilai kapasitas penyerapan tidak sejalan dengan nilai efektivitas adsorpsi. Pada saat kondisi massa adsorben yang berbeda akan tetapi dengan konsentrasi yang sama, peningkatan berat adsorben menyebabkan penurunan kapasitas adsorpsi tetapi efektivitas adsorpsi mempunyai persentase nilai yang tinggi. Menurut Darmayanti (2020) kapasitas adsorpsi menunjukkan banyaknya jumlah adsorbat yang terserap per massa adsorben, sehingga semakin besarnya massa adsorben maka akan mempengaruhi tingginya nilai kapasitas adsorpsinya. Apabila massa adsorben ditingkatkan, maka terjadi peningkatan sisi aktif yang akan meningkatkan adsorpsi adsorbennya.

Penggunaan massa adsorben berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi tertinggi dicapai pada massa adsorben 1,5 gram yaitu sebesar 0,998 mg/g. Akan tetapi semakin bertambahnya massa adsorben maka nilai kapasitasnya semakin menurun. Menurut Reyra, dkk. 2017, penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum berikatan semuanya dengan adsorbat. Kapasitas adsorpsi juga tergantung pada karakteristik karbon aktif seperti kadar arang, kadar abu, kadar air, dan luas permukaan. Faktor utama yang sangat mempengaruhi daya adsorpsi adalah luas permukaan karbon aktif karena mekanisme adsorpsi terkait dengan jumlah pori (Fauzia & Herry, 2021).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Karakteristik adsorben kulit singkong yang dihasilkan yaitu memiliki kadar air 5% dan kadar abu 5,5 %. Karakteristik tersebut sudah sesuai dengan SNI 06-3730-1995 tentang Arang Aktif Teknis yaitu maksimum kadar air yang terdapat dalam karbon aktif kulit singkong sebesar 15% dan maksimum kadar abu sebesar 10%.
2. Efektivitas penyerapan dinyatakan berdasarkan banyaknya konsentrasi ion logam yang terserap oleh adsorben dan nilainya ditentukan oleh perubahan dari ion logam setelah terjadi adsorpsi oleh adsorben. Kemampuan tertinggi adsorpsi ion logam besi menggunakan adsorben kulit singkong terjadi pada massa adsorben 7,5 gram yaitu sebesar 96,32 %, dari konsentrasi 10 mg/L menjadi konsentrasi akhir yaitu 0,367 mg/L sehingga kulit singkong efektif dijadikan sebagai adsorben dalam penyisihan kadar Fe.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, adapun saran untuk penelitian lebih lanjut adalah:

1. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan adsorben kulit singkong untuk mengadsorpsi logam berat lainnya.
2. Bagi peneliti selanjutnya aktivasi karbon aktif juga dapat dilakukan dengan dengan aktivator bahan kimia lain.
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan variasi massa dan variasi terhadap lama proses adsorpsi serta analisis uji SEM untuk mengetahui karakteristik karbon aktif yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambang Mangkurat University Press.
- Anggriani, U.M., Abu, H., Indah, P. (2021). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb). *Jurnal Kinetika*, 12(2), 29-37.
- Arifiyana, D., & Vika, A. D. (2020). Biosorpsi Logam Besi (Fe) dalam Media Limbah Cair Artifisial Menggunakan Biosorben Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*). *Jurnal Kimia Riset*, 5(1), 1-8.
- Ariyani, Putri, A. R., Eka, R. P., & Fathoni, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Suhu. *Jurnal Konversi*, 6(1), 7-10.
- Astuti, W. (2018). *Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa*. Semarang : Unnes Press.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). *Luas Panen Ubi Kayu Provinsi Aceh*. Aceh : Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). *Luas Produksi Ubi Kayu Provinsi Aceh*. Aceh: Badan Pusat Statistik.
- Badan Statistik (BPS). (2017). *Produktivitas Ubi Kayu Provinsi Aceh*. Aceh : Badan Pusat Statistik.
- Baharuddin, F. Mohd, I., & Jani. (2018). Removal Of Iron and Manganese In Groundwater Using Natural Biosorbent. *Journal of Earth and Enviromental Science*.

- Cintia, M., Ni, L.G., Dian, H., Agung, A., & Supriyanto. (2022). Studi Karbon Aktif Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata*) sebagai Adsorben Pewarna Tekstil Biru Tua Kode 5 Menggunakan Spektrofotometer UV.VIS. *Jurnal Analytical Environmental Chemistry*, 7(1), 54-67.
- Damayanti, T. (2020). *Pengaruh Variasi Massa Biochar Dari Kulit Singkong (Manihot esculenta Crants) Termodifikasi Fe₃O₄ Terhadap Adsorpsi Limbah Methylene Blue*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Darwis. (2018). *Pengelolaan Air Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis.
- Dewi, I., Iskandar, W., Fevi, W.C. (2016). Analisis Kualitas Air Akibat Bongkar Muat Batu Bara di Sungai Ketahun Desa Pasar Ketahun Kecamatan Ketahun Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Georafflesia*, 1(2), 61-81.
- Erawati, E., & Ardiansyah, F. (2018). Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif terhadap Pembuatan Adsorben dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7(2), 58-66.
- Fauzia, E.A., & Herry, P. (2021). The Effect of Particle Size on the Characterization of Activated Carbon from Tropical Black Bamboo (*Gigantochloa atroviolacea*). *Journal Techno*, 22(2), 99-106.
- Hasan, A., Muhammad, Y., Muhammad, H.Y. (2021). Mekanisme Adsorben Zeolit dan Manganese Zeolit terhadap Logam Besi (Fe). *Jurnal Kinetika*, 2(1), 9-17.
- Hasrianti. (2013). Adsorpsi Ion Cd²⁺ pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Jurnal Dinamika*, 4(2), 59-76.
- Hutapea, K. E. (2018). *Penyisihan Kadar Logam Fe dan Mn dari Air Sumur Menggunakan Kulit Singkong Sebagai Adsorben*. Skripsi. Medan. Universitas Sumatera Utara.

- Indarti, R. (2021). Uji Daya Adsorpsi Karbon Aktif dari Kulit Singkong terhadap Zat Warna. Skripsi. Universitas Maulana Malik Ibrahim.
- Irawan, C. & Mohammad, I. M. (2018). Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Logam Fe dengan Menggunakan Abu Layang sebagai Adsorben. *Jurnal Politeknik Negeri Balikpapan*, 288-291. ISBN: 978-602-51450-1-8.
- Ismiyati, M., Diah, N.S. & Sulistiya, N. (2021). Pembuatan Bioadsorben dari Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 33-35.
- Karim, M.A., Heni, J., & Fitria, P.A. (2017). Adsorpsi Ion Logam Fe dalam Limbah Tekstil Sintesis dengan Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Destilasi*, 2 (2), 68-81.
- Laos, L. E. & Arkilaus, S. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 1(1), 32-36.
- Laos, L. E., & Masturi, Ian, y. (2016). Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 5, 135-140.
- Maghfirah, C. A. (2019). *Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong terhadap Logam Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Kontinyu*. Skripsi. Universitas Sunan Ampel.
- Mars, H., & Francisco, (2006). *Aktivated carbon*. Publisher. Elsevier Science and Technology Books.
- Martak, F., Iin, C., & Yurike, I.C. (2017). *Absorbtion Activity of Cassave Peel (Manihot utilissima) as Chromium (VI) Metal Biosorbent in Electroplating Waste*. *Journal Pure App. Chem. Res*, 6 (1), XX-XX.

- Maulidina, I.N. (2018). *Pemanfaatan Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Dalam Air*. Skripsi. Medan. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI.
- Mastiani, N. Vina, A. & Tina, D.S. (2018). Potensi Penggunaan Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Ion Logam Fe (III). *Jurnal Al-Kimiya*, 5 (1), 42-47.
- Mukarromah, R., Ian, Y., & Sunarno. (2016). Analisis Sifat Fisis Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. *Unnes Physics Journal*, 5 (1), 40-45.
- Nafi'ah, R. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 1(2).
- Ngabura, M., Sutu, A.H., Wan, A., Ghani, Mohammed, S.J., & Yen, P.T. (2018). Utilization of Renewable Durian Pell for Biosorption of Zinc from Wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*.
- Nurafriyanti, Nopi, S. P., & Isna, S. (2017). Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total pada Limbah Artifisial Menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 56-65.
- Nurlela. (2018). Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintesis dengan Metode Adsorpsi dan Ultraviolet. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(2), 44-50.
- Noriko, N. (2020). *Konservasi Air di Pemukiman Padat Wilayah Perkotaan*. Jakarta: UAI Press.
- Nuromah, L., Paradila, A. W., & Rif'an, F. (2019). Kemampuan Adsorpsi Logam Berat Cu dan Pb dengan Menggunakan Adsorben Kulit Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 18-22.

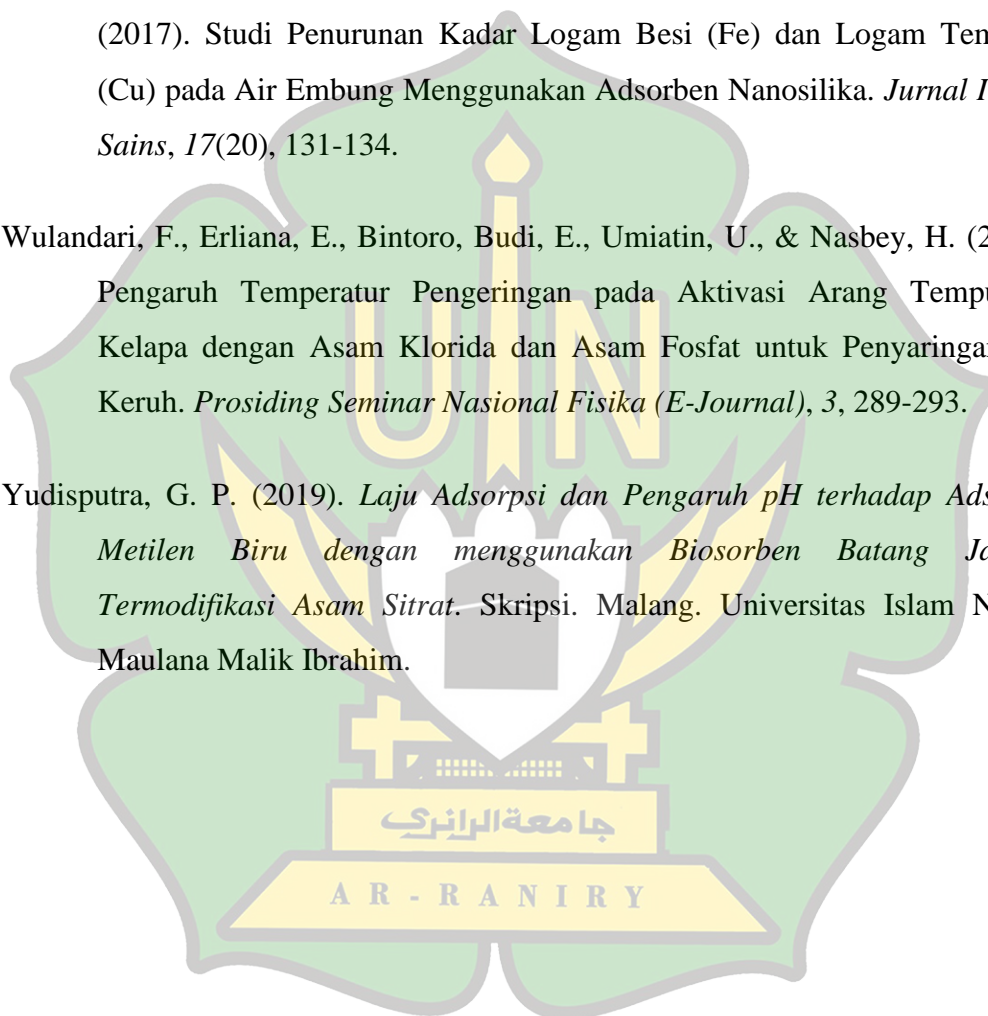
- Novia, A.A., Aulia, N., Dara, J.H., Mohammad, A., & Rizka, A. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana dengan Sistem Filtrasi. *Jurnal Teknik Sipil*. 6. 12-20.
- Perdani, F. P., Cucun, A. R., & Yohanes, M. (2021). Karakteristik Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Berdasarkan Variasi Konsentrasi H_3PO_4 Dan Lama Waktu Aktivasi. *Jurnal of Chemical Analysis*, 4(2), 72-81.
- Permatasari, A.R. Lia, U.K. & Esti, W. (2020). Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot Utilissima*) dengan Variasi Jenis Aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7 (2). 70-77.
- Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum.
- Purwaningsih, D. Y., Agus, B., Ariska, A. N., Birar, T. K. (2019). Produksi Karbon Aktif dari Kulit Singkong dengan Aktivasi Kimia Fisika Menggunakan Gelombang Mikro. *Jurnal Teknik Kimia*, 663-670.
- Pratiwi, D.Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatik*, 1(1), 59-65.
- Pratiwi, I. & Yusriani, S.D. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot Utilissima*) dalam Mempengaruhi Kadar Fe Dalam Air. *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*. 10 (1), 52 -58.
- Rahmi, R. & Sajidah. (2017). Pemanfaatan Adsorben Alami (Biosorben) untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb) dalam Limbah Cair. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 271-279.

- Rahmadhani, L., Imaya, N., Ratna, Y., Erwan A.S. (2020) Review: Teknologi Aktivasi Fisika pada Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(26), 42-53.
- Rahmadani, N., & Puji, K. (2017). Sintesis dan Karakteristik Karbon Teraktivasi. *Jurnal prosiding Seminar Nasional Kimia Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas.*, 154-161.
- Reyra, A. S., Syarfi, D., & Silvia, R. Y. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut. *Jurnal Jom Fakultas Teknik*, 4(2), 1-9.
- Rohmah, P. M., & Athiek, S.R. (2014). Pengaruh Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH. *Jurnal Konversi*, 3(1), 19-26.
- Ridhuan, K., Joko, S. (2016). Perbandingan Pembakaran Pirolisis dan Karbonisasi pada Biomassa Kulit Durian terhadap Nilai Klori. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 50-56.
- Riyanto, E., Muhammad, T., & Metta, S. (2021). Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dalam Air Sumur Gali dengan Metode Variasi Waktu Aerasi Menggunakan Aerator Gelembung dan Variasi Saringan Pasir Lambat. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil Surya Beton*, 5(1), 1-9.
- Sailah, I., Fitri, M, Andes, I., Tyara, P., Anis, A.A., & Nastiti, S.I. (2020). Kinerja Karbon Aktif dari Kulit Singkong dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 180-189.
- Salmani. (2018). *Rekayasa dan Penyediaan Air Bersih*. Yogyakarta: Deepublish.

- Sari, D. A. (2020). *Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Adsorben Alami untuk Mengurangi Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah dengan Sistem Batch*. Skripsi. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Shafirinia, R., Irawan, W. W., & Wiharyanto, O. (2016). Pengaruh Variasi Ukuran Adsorben dan Debit Aliran terhadap Penurunan Khrom (Cr) dan Tembaga (Cu) dengan Arang Aktif dari Limbah Kulit Pisang pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam (Elektroplating) Krom. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1-9.
- Siahaan, M.A. (2019). Analisis Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Gali Penduduk Wilayah Kompleks Rahayu Kelurahan Mabar Hilir Kecamatan Medan Deli, Kota Medan. *Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan*, 3(1), 19-22.
- Situmorang, M.A., Atmono & Panisean N. (2018). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Menggunakan Metode *Aerator Pneumatic System* Pada Air Sumur Gali (Studi Kasus: Di Desa Sukarame Bandar Lampung). *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 1(1), 45-48.
- Sriana, I. (2018). *Penentuan Kadar Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sumur yang terdapat di Daerah Ban-Ban Kutacane Aceh Tenggara dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Sulastri, Hardoyo, & Wahyu, S. (2018). Pengaruh Jenis Aktivasi Bioadsorben Kulit Singkong Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Dalam Air Sumur Gali. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2 (2), 87-96.
- Sumakul, H.W. (2018). *Efektivitas Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Kekeruhan Pada Air Tanah Dengan Penambahan Media Kulit Ubi Kayu (Manihot Esculenta Crantz)*. Skripsi. Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin.

- Suprabawati, A., Holiyah, N. W., & Jasmansyah. (2018). Kulit Singkong (*Manihot esculenta crantz*) sebagai Karbon Aktif dengan Berbagai Langkah Pembuatan untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb^{2+}) dalam Air. *Jurnal Kartika Kimia*, 1(1), 21-28.
- Suprihatin & Ono, S. (2018). *Teknologi Proses Pengolahan Air untuk Mahasiswa dan Praktisi Industri*. Bogor: IPB Press.
- Supriyantini, E. & Hadi, E. (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 Iondin*. Skripsi. Palopo. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Sylvia, N., Yogi, A.W., Masrullita, & Ferri, S. (2021). Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe^{2+} dengan Aktivator NaOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(2), 83-91.
- Unzueta, R. L., Mingguel, M. M., Luis, R. M., Alejandro, C., & Angel, M. (2022). Whey as a Sustainable Binder for the Production of Extruded Activated Carbon. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(3), 1-12.
- Utami, S. & Handayani, S.K. (2017). Ketersediaan Air Bersih untuk Kesehatan: Kasus, 211-236.
- Valentine, D. A., Azhar, & Mitha, P.P. (2021). Karakteristik dan Efektifitas Cangkrang Bekicot (*Achatina fulica*) sebagai Biosorben dalam Menyerap Logam Berat Fe pada Air Limbah Sintetik. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2480-2485.

- Vilardi, Luca, D. P., & Nicola, V. (2017). Heavy Metals Adsorption by Banana Pells Micro-Powder. Equilibrium Modeling by Non-Linear Models. *Journal Chemical Engineering Materials Environment*. DOI:10.1016/j.cjche.2017.06.026.
- Wibowo, E.A.P., Hardyanti, I.S., Nurani, I., Hardjono, D.S., & Rizkita, A.D. (2017). Studi Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) dan Logam Tembaga (Cu) pada Air Embung Menggunakan Adsorben Nanosilika. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(20), 131-134.
- Wulandari, F., Erliana, E., Bintoro, Budi, E., Umiatin, U., & Nasbey, H. (2014). Pengaruh Temperatur Pengeringan pada Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Klorida dan Asam Fosfat untuk Penyaringan Air Keruh. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 3, 289-293.
- Yudisputra, G. P. (2019). *Laju Adsorpsi dan Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Metilen Biru dengan menggunakan Biosorben Batang Jagung Termodifikasi Asam Sitrat*. Skripsi. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.



LAMPIRAN PERHITUNGAN

1. Perhitungan Rendemen Arang

$$\text{Rendemen arang} = \frac{\text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{483.2 \text{ gram}}{700 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$\text{Rendemen arang} = 69.02 \%$$

2. Perhitungan kadar air kulit singkong

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{2 \text{ gram} - 1.90 \text{ gram}}{2 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$= 5 \%$$

3. Perhitungan Kadar Abu

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0.11 \text{ gram}}{2 \text{ gram}} \times 100 \%$$

$$= 5.5 \%$$

4. Perhitungan Pembuatan Larutan Besi (Fe)

$$\text{Ar (Fe} = 56, \text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1)$$

$$\text{Mr } \text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O} = 56 + 32 + (4 \times 16) + (7(2 \times 1) + 16) + 16$$

$$= 88 + 64 + 14 + 112$$

$$= 278 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Kemurnian} = 99 \%$$

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{V, Ar Fe}} = \frac{1 \text{ gr}}{1 \text{ L} \times 56} = 0.0178 \text{ M}$$

$$M = \frac{\text{gr}}{\text{Mr } FeSO_4, 7H_2O} \times \frac{1000}{\text{ml}}$$

$$0.0178 \text{ M} = \frac{\text{gr}}{278} \times \frac{1000}{500}$$

$$\text{gr} = \frac{0.0178 \text{ M} \times 278}{1}$$

$$\text{gr} = 4.94 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemurnian } FeSO_4, 7H_2O &= \frac{\text{gr}}{\% \text{kemurnian}} \\ &= \frac{4.94 \text{ gram}}{0.99} = 4.98 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi, untuk membuat 1000 ppm larutan Fe diambil 4,98 gram $FeSO_4, 7H_2O$. selanjutnya dilarutkan dalam 1000 ml aquades.

Setelah itu diencerkan menjadi 100 ppm dan 10 ppm:

- a. Membuat larutan Fe 100 ppm

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ &= 1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 500 \text{ ml} \\ &= \frac{50,000}{1000} \\ &= 50 \text{ ml} \end{aligned}$$

- b. Membuat larutan Fe 10 ppm

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ &= 100 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 500 \text{ ml} \\ &= \frac{5,000}{100} \\ &= 50 \text{ ml} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Efisiensi Adsorpsi Fe

- a. Massa adsorben 1,5 gram (60 menit)

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 7.005}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{2.995}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = 29,95 \%$$

b. Massa adsorben 3 gram (60 menit)

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 6.897}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{3.103}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = 31,03 \%$$

c. Massa adsorben 4,5 gram (60 menit)

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 1.264}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{8.736}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = 87,36 \%$$

d. Massa adsorben 6 gram (60 menit)

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 0.5355}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{9.464}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = 94,64 \%$$

e. Massa adsorben 7,5 gram (60 menit)

$$E_f(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{10 - 0.3674}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = \frac{9.632}{10} \times 100\%$$

$$E_f(\%) = 96,32 \%$$

6. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Fe

a. Massa adsorben 1,5 gram (60 menit)

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 7.005) \times 0.5L}{1.5}$$

$$Q_e = \frac{2.995 \times 0.5 l}{1.5} = 0.998 \text{ mg/g}$$

b. Massa adsorben 3 gram (60 menit)

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 6.897) \times 0.5L}{3}$$

$$Q_e = \frac{3.103 \times 0.5 l}{3} = 0.517 \text{ mg/g}$$

c. Massa adsorben 4,5 gram (60 menit)

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 1.264) \times 0.5L}{4.5}$$

$$Q_e = \frac{8.736 \times 0.5 l}{4.5} = 0.970 \text{ mg/g}$$

d. Massa adsorben 6 gram (60 menit)

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0.5355) \times 0.5L}{6}$$

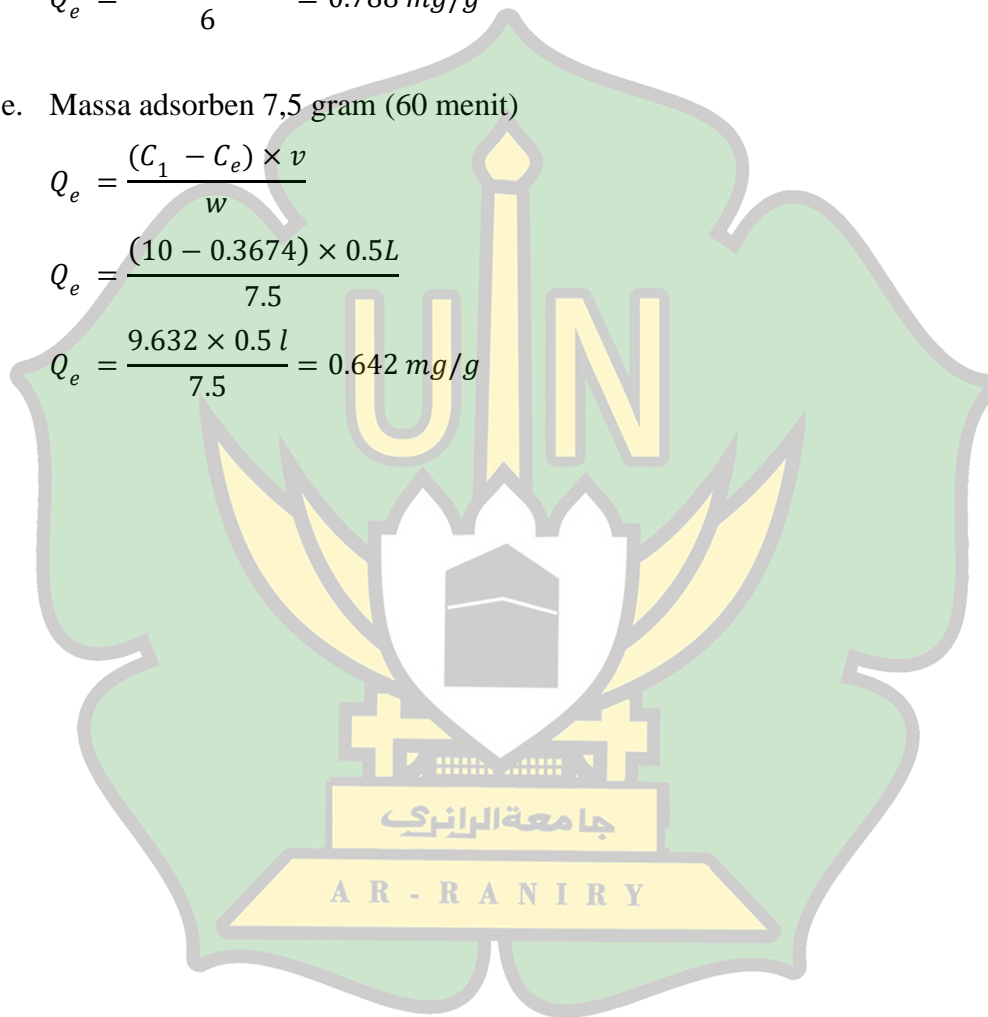
$$Q_e = \frac{9.464 \times 0.5 l}{6} = 0.788 \text{ mg/g}$$

e. Massa adsorben 7,5 gram (60 menit)

$$Q_e = \frac{(C_1 - C_e) \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(10 - 0.3674) \times 0.5L}{7.5}$$




$$Q_e = \frac{9.632 \times 0.5 l}{7.5} = 0.642 \text{ mg/g}$$






LAMPIRAN B
GAMBAR DOKUMENTASI PENELITIAN

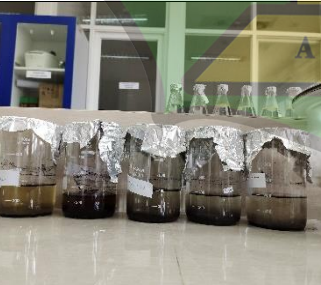


A. Tahap Pembuatan Adsorben Kulit Singkong

		
<p style="text-align: center;">Bahan Baku (Kulit Singkong)</p>	<p style="text-align: center;">Pembersihan Kulit Singkong</p>	<p style="text-align: center;">Kulit Singkong setelah dibersihkan</p>
		
<p style="text-align: center;">Pengeringan dibawah matahari</p>	<p style="text-align: center;">Proses pengeringan dengan oven</p>	<p style="text-align: center;">Kulit singkong setelah pengeringan</p>
		
<p style="text-align: center;">Kulit singkong sebelum difurnace</p>	<p style="text-align: center;">Kulit singkong setelah difurnace</p>	<p style="text-align: center;">Proses penghalusan kulit singkong</p>


		
Perendaman kulit singkong dengan NaOH 0,1 M	Penyaringan dan dicuci hasil perendaman menggunakan aquades	Karbon aktif kulit singkong halus sesudah pengovenan

B. Tahap Pembuatan serta Pengujian Larutan Besi (Fe)

		
Proses pembuatan sampel larutan besi	Proses pengecekan pH	Proses penyaringan filtrat untuk pengujian

		
Proses pengendapan sampel	Proses pengadukan sampel menggunakan jar test	Sampel larutan Fe yang akan diuji

LAMPIRAN C
HASIL UJI LARUTAN Fe AWAL



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

No: B-16/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/9/2022

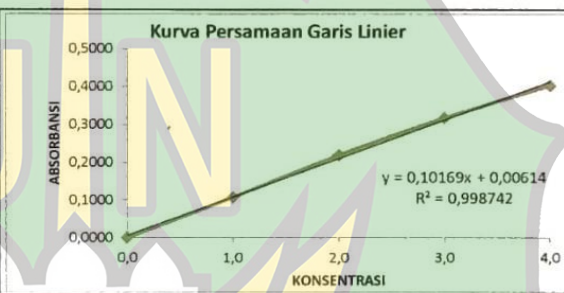
Data Pengujian

- Nama pengguna layanan : Nur Hasmah
- Tanggal pengujian : 20 - 27 September 2022
- Nama sampel : Larutan kerja (Cair)
- Jumlah sampel : 1 (satu)
- Parameter uji : Besi (Fe)
- Metode uji : AAS - Flame

7. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,1075
Std-2	2,0	0,2191
Std-3	3,0	0,3176
Std-4	4,0	0,4034

Nilai r^2	0,998742
slope	0,10169
Intercept	0,00614



Kurva Persamaan Garis Linier

8. Evaluasi Pengukuran


No	Evaluator	Abs	StndKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 1 mg/L	0,1107	1,028	1	1,028	0,40	102,69
2	Std-8 1 mg/L	0,1109	1,030	1	1,030	Ok	Ok
3	Std-9 1 mg/L	0,1101	1,022	1	1,022		

RSD < 10 % Target Rec = 1 mg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel


No	Sampel	Abs	StndKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)
1	Fe awal	0,9985	10,033	1	10,033

Analisis




Rizki Kurniawan, S.Si

Banda Aceh, 27 September 2022



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

LAMPIRAN D
DATA HASIL PENGUJIAN



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

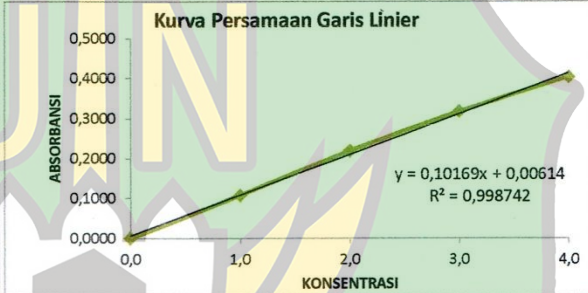
No: B-139/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/9/2022
Data Pengujian

1. Nama pengguna layanan : Nur Hasmah
 2. Tanggal pengujian : 20 - 27 September 2022
 3. Nama sampel : Larutan kerja (Cair)
 4. Jumlah sampel : 5 (lima)
 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	0,1075
Std-2	2,0	0,2191
Std-3	3,0	0,3176
Std-4	4,0	0,4034

Nilai r ²	0,998742
slope	0,10169
Intercept	0,00614



Kurva Persamaan Garis Linier

$y = 0,10169x + 0,00614$
 $R^2 = 0,998742$

8. Evaluasi Pengukuran


No	Evaluator	Abs	StdKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 1 mg/L	0,1107	1,028	1	1,028	0,40	102,69
2	Std-8 1 mg/L	0,1109	1,030	1	1,030	Ok	Ok
3	Std-9 1 mg/L	0,1101	1,022	1	1,022		

RSD < 10 % Target Rec = 1 mg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs	StdKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)
1	Karbon aktif 1,5 g	0,7185	7,005	1	7,005
2	Karbon aktif 3 g	0,7075	6,897	1	6,897
3	Karbon aktif 4,5 g	0,1346	1,263	1	1,263
4	Karbon aktif 6 g	0,0606	0,5355	1	0,5355
5	Karbon aktif 7,5 g	0,0435	0,3674	1	0,3674


Analisis



Rizki Kurniawan, S.Si.

Banda Aceh, 27 September 2022

Ka Lab FST



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

