

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*Musa Acuminata. L*)
SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENYISIHAN LOGAM BESI (Fe)
DAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA AIR SUMUR DESA
LAMKEUNUNG ACEH BESAR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**Akmul Hafiz
NIM. 180702093
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*Musa Acuminata. L*)
SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENYISIHAN LOGAM BESI (Fe)
DAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA AIR SUMUR DESA
LAMKEUNUNG ACEH BESAR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Oleh :

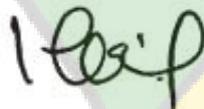
AKMUL HAFIZ

NIM.180702093

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

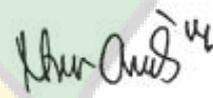
Banda Aceh, 10 Agustus 2023
Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



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

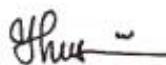
Pembimbing II,



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*Musa Acuminata. L*)
SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENYESIHAN LOGAM BESI (Fe)
DAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA AIR SUMUR DESA
LAMKEUNUNG ACEH BESAR

TUGAS AKHIR

Telah Diaju 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 : Senin 07 Agustus 2023

Di Darussalam, Banda Aceh
Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

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

Sekretaris,

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

Penguji I,

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 230005660

Penguji II,

Arief Rahman, M.T.
NIDN.230035875

Mengetahui

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



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AKMUL HAFIZ

NIM : 180702093

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul : Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.*)
Sebagai Adsorben dalam Penyisihan Kadar Besi (Fe) dan
Kadmium (Cd) pada Air Sumur Desa Lamkeuning Aceh Besar

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

1. Mengerjakan sendiri karya ini maupun bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana 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 dikemudian 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, 10 Agustus 2023



ABSTRAK

Nama : AKMUL HAFIZ
NIM : 180702093
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.*)
Sebagai Adsorben dalam Penyisihan Kadar Besi (Fe) dan
Kadmium (Cd) pada Air Sumur Desa Lamkeunung Aceh Besar
Tanggal Sidang : 20 Juli 2023
Jumlah Halaman : 70
Pembimbing I : Dr, Hj. Ir. Irhamni, S.T, M.T., IPM
Pembimbing II : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Kata Kunci : Adsorben, adsorpsi, kulit pisang kepok, Besi (Fe), Kadmium
(Cd)

Kendala yang paling sering ditemui dalam penggunaan air bersih khususnya air sumur adalah masalah kandungan logam berat diantaranya logam Besi (Fe) dan Logam Kadmium (Cd) yang terdapat didalamnya. Berdasarkan kendala tersebut berbagai solusi dapat dilakukan salah satunya adalah dengan menggunakan adsorben untuk penyisihan kandungan logam berat. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorben dari limbah kulit pisang kepok. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas penjerapan adsorben terhadap logam Fe dan Cd dan kapasitas adsorpsi dari adsorben yang terbuat dari limbah kulit pisang kepok dalam mengurangi kadar logam Fe dan Cd, sehingga bisa menjadi solusi pencemaran lingkungan. Metode penelitian ini adalah metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari kulit pisang kepok yang dijadikan dalam bentuk karbon aktif. Eksperimen yang dilakukan dengan variasi massa adsorben dan variasi waktu pengadukan yaitu 5gr, 6gr, 7gr, dan 8 gr dengan variasi waktu pengadukan 10 sampai dengan 30 menit pada kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil eksperimen menunjukkan efektivitas adsorpsi dari adsorben dalam penyisihan kadar Fe tertinggi yaitu pada massa 5 gram dengan variasi waktu pengadukan 10 menit sebesar 92,59%. Kapasitas adsorpsi dalam penjerapan logam Fe tertinggi yang di hasilkan yaitu sebesar 100,1mg/g. Pada penyisihan kadar logam Cd efektivitas

adsorpsi tertinggi yaitu pada massa 7 gr dan 8 gr dengan variasi waktu pengadukan 10 sampai dengan 30 menit sebesar 92%. Kapasitas adsorpsi dalam penjerapan logam Cd tertinggi yang di hasilkan yaitu sebesar 100,1mg/g.



ABSTRACT

Name : AKMUL HAFIZ
Student ID Number : 180702093
Departement : Environmental Engineering
Title : Utilization of Kepok Banana (*Musa acuminata* L.) Peel Waste As an adsorbent in reducing levels of iron (Fe) and Cadmium (Cd) in Well Water in Lamkeunung Village, Aceh Besar
Date of Session : 20 July 2023
Number of Page : 70
Advisor I : Dr, Hj. Ir. Irhamni, S.T, M.T., IPM
Advisor II : Dr. Eng. Nur Aida, M.Si
Keyword : Adsorbent, adsorption, kepok banana peel, Iron (Fe), Cadmium (Cd)

The most common problem encountered in the use of clean water, problem well water, is the problem of heavy metal content, including Iron (Fe) and Cadmium (Cd) metals contained therein. Based on these constraints various solutions can be made, one of which is to use an adsorbent to remove heavy metal content. The adsorbent used in this study was the adsorbent from kepok banana peel waste. The purpose of this study was to determine the adsorption effectiveness of Fe and Cd metals and the adsorption capacity of the adsorbent made from kepok banana peel waste in reducing Fe and Cd metal levels so that it could be a solution for environmental pollution. This research method is an adsorption method using adsorbents from kepok banana peels which are made in the form of activated carbon. Experiments were carried out with variations in the mass of activated carbon and contact time, namely 5 gr, 6 gr, 7 gr, and 8 gr with a contact time of 10 to 30 minutes at a stirring speed of 200 rpm. The experimental results showed that the adsorption effectiveness of the adsorbent in removing the highest Fe content was at a mass of 5 grams with a variation of 10 minutes of stirring time of 92.59%. The adsorption capacity in the highest Fe metal entrapment produced was 100.1 mg/g. At the removal of Cd metal content, the highest adsorption

effectiveness was at a mass of 7 grams and 8 grams with a variation of 10 to 30 minutes stirring time of 92%. The highest adsorption capacity for Cd metal adsorption was 100.1 mg/g.



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 Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Kadar Besi (Fe) Dan Kadmium (Cd) Pada Air Sumur Desa Lamkeunung Aceh Besar”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad saw. sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia, beliau lah sebagai penyampai, pengamal dan penafsir pertama Al-quran. Terima kasih juga untuk orang tua yang telah memberikan segala kebutuhan dan memberikan kasih sayang sehingga peneliti mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, sekaligus dosen Pembimbing Akademik
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc, selaku Wakil Ketua Prodi Program Studi Teknik Lingkungan sekaligus Koordinator tugas akhir
4. Ibu Dr. Hj. Ir. Irhamni, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
5. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
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. Seluruh staf Tata Usaha Prodi, Fakultas, dan Perpustakaan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan banyak bantuan kepada peneliti

8. Seluruh pihak Laboratorium Multi Fungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah banyak memberikan bantuan kepada peneliti dalam melakukan penelitian.
9. Serta kepada semua teman-teman yang sudah mendukung dan membantu selama proses pembuatan tugas akhir ini.

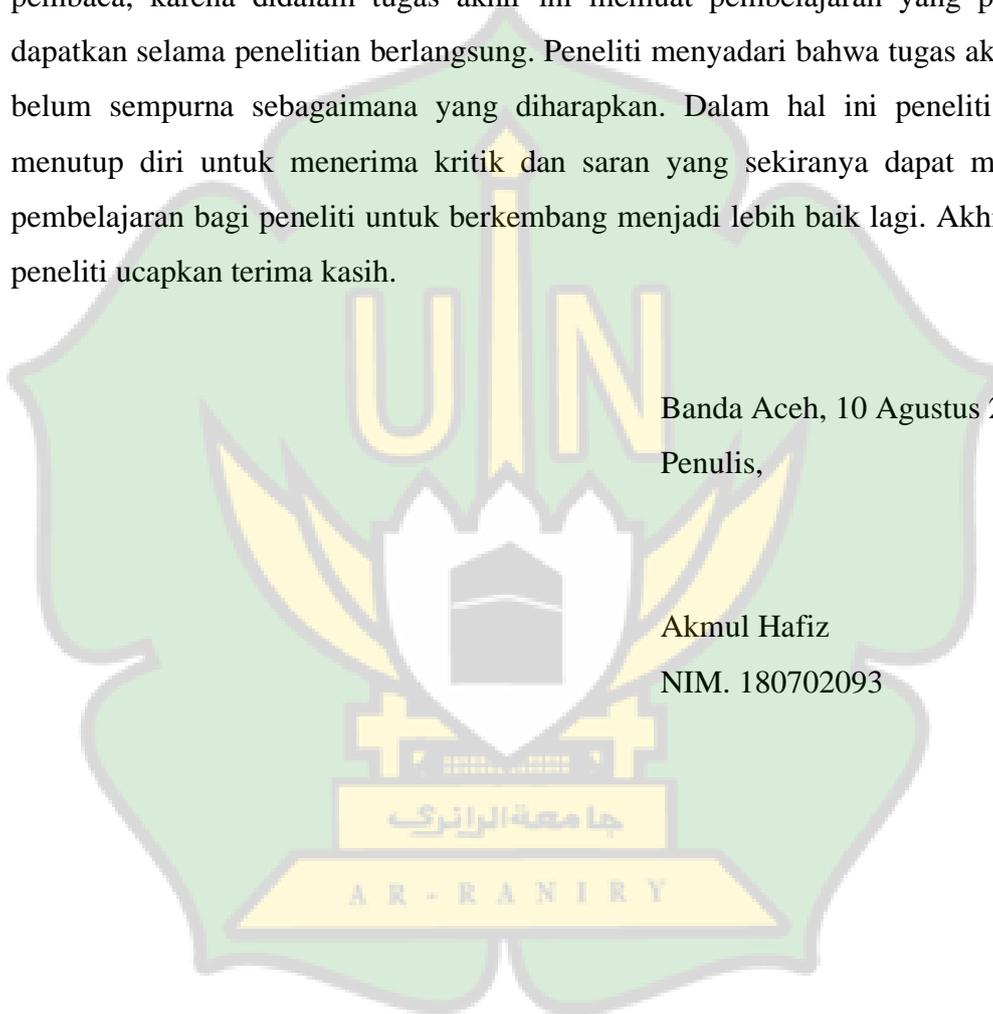
Peneliti berharap tugas akhir ini dapat membawa dampak positif bagi para pembaca, karena didalam tugas akhir ini memuat pembelajaran yang peneliti dapatkan selama penelitian berlangsung. Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna sebagaimana yang diharapkan. Dalam hal ini peneliti tidak 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, 10 Agustus 2023

Penulis,

Akmul Hafiz

NIM. 180702093



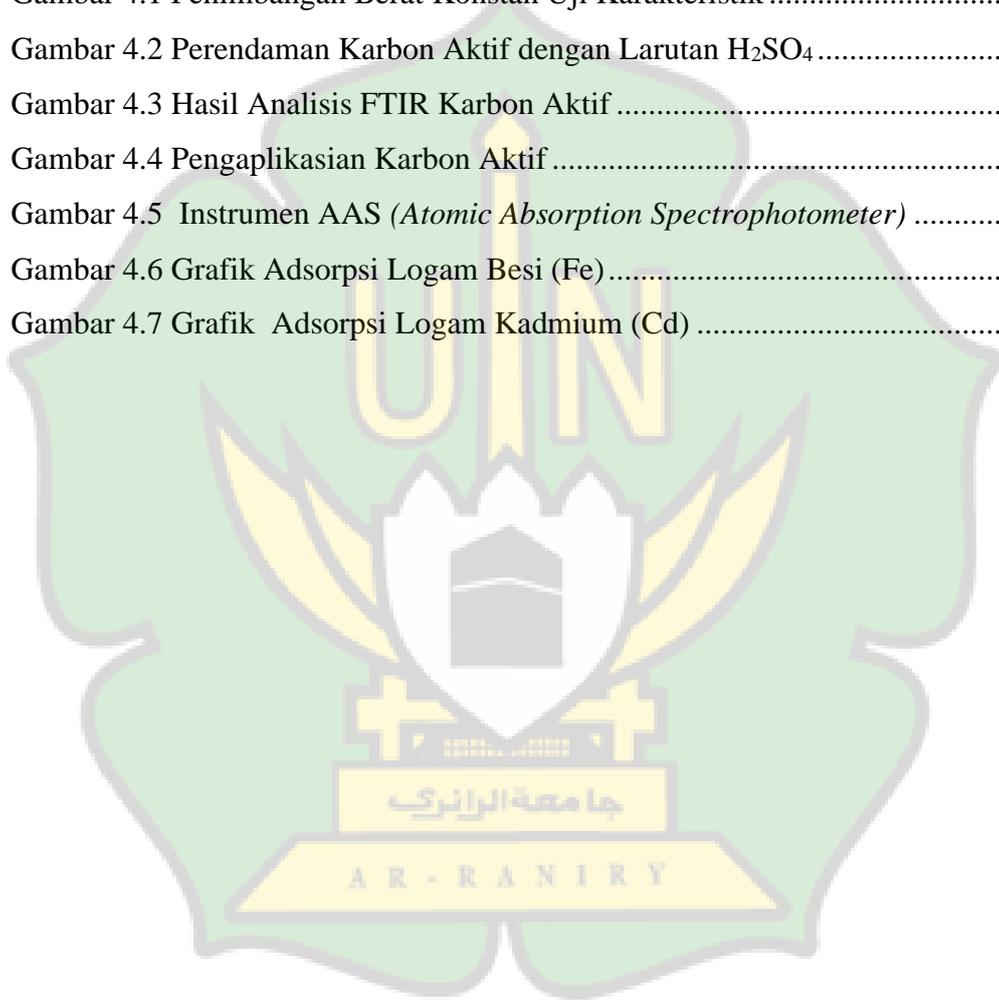
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kualitas Air Bersih.....	6
2.1.1 Standar Baku Mutu Air Bersih.....	7
2.1.2 Karakteristik Air Bersih.....	7
2.2 Adsorpsi.....	9
2.3 Adsorben.....	11
2.4 Pisang Kepok (<i>Musa acuminata. L</i>).....	12
2.5 Karbon Aktif.....	14
2.6 Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	16
2.7 Pengolahan Air Sumur.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Tahapan Umum.....	18
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.3 Sumber dan Bahan Penelitian.....	21
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	21

3.5 Tahapan Penelitian.....	22
3.5.1 Uji pendahuluan.....	22
3.5.2 Tahapan pembuatan karbon aktif :.....	23
3.5.3 Analisis Karakteristik Karbon Aktif.....	23
3.5.3 Proses Aktivasi Karbon Aktif.....	24
3.6 Pengukuran Parameter Air Sumur.....	25
3.6.1 Pengukuran Besi (Fe).....	25
3.6.2 Pengukuran Kadmium (Cd).....	25
3.7 Pengolahan dan Analisis Data.....	25
3.7.1 Menentukan Efektivitas Adsorpsi.....	25
3.7.2 Menentukan Kapasitas Adsorpsi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil.....	27
4.1.1 Hasil uji parameter air bersih.....	27
4.1.2 Karakteristik karbon aktif.....	27
4.1.3 Aktivasi karbon aktif.....	28
4.2 Hasil Analisis FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	29
4.3 Proses Adsorpsi Karbon Aktif Pada Air Sumur.....	31
4.4 Pengujian Daya Adsorpsi.....	32
4.5 Hasil Pengolahan Air Bersih Menggunakan Adsorben.....	33
4.5.1 Efektivitas Adsorpsi Terhadap Logam Besi (Fe).....	33
4.5.2 Efektivitas Adsorpsi Terhadap Logam Cd (kadmium).....	35
4.6 Kapasitas Adsorpsi Terhadap Logam Besi (Fe).....	37
4.7 Kapasitas Adsorpsi Terhadap Logam Kadmium (Cd).....	38
BAB V PENUTUP.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	47

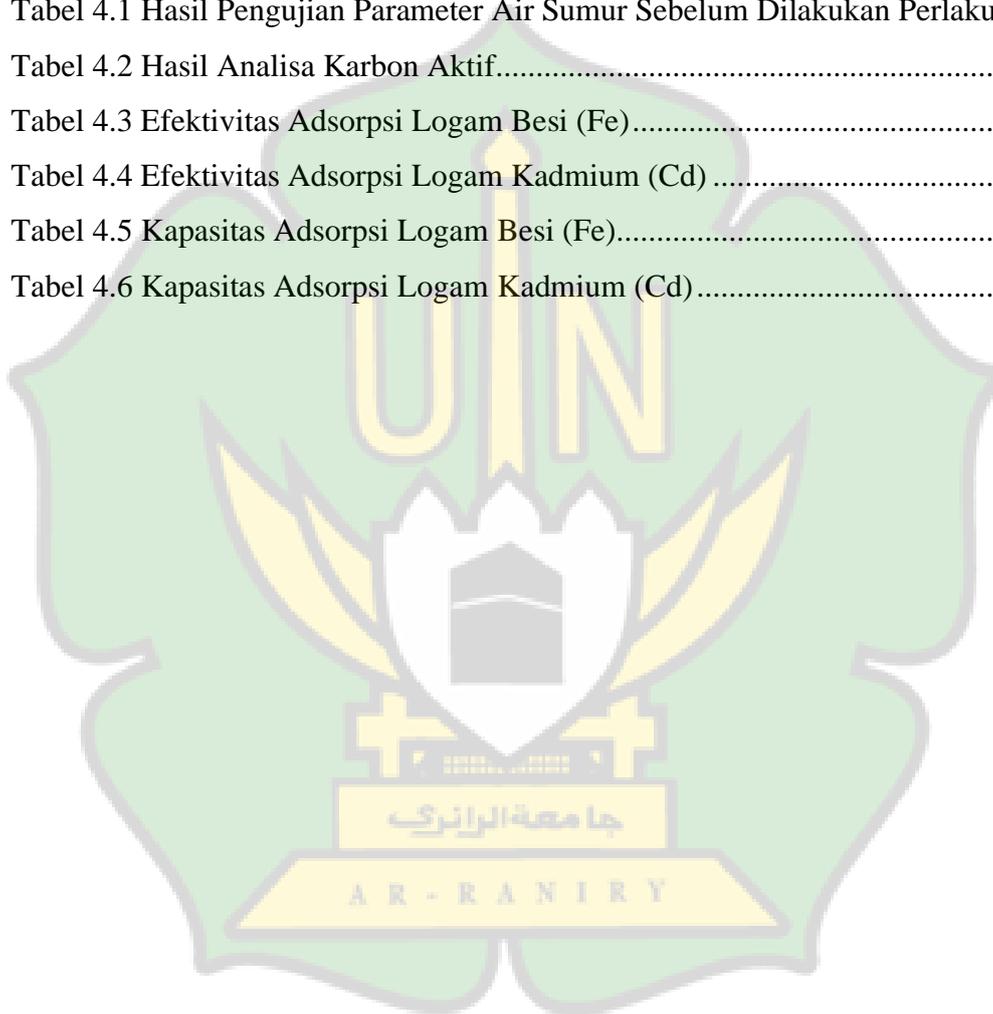
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Air Sumur di Desa Lamkeunung.....	2
Gambar 2.1 Buah Pisang Kepok.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel.....	21
Gambar 3.3 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Penimbangan Berat Konstan Uji Karakteristik.....	28
Gambar 4.2 Perendaman Karbon Aktif dengan Larutan H ₂ SO ₄	29
Gambar 4.3 Hasil Analisis FTIR Karbon Aktif.....	30
Gambar 4.4 Pengaplikasian Karbon Aktif.....	31
Gambar 4.5 Instrumen AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>).....	32
Gambar 4.6 Grafik Adsorpsi Logam Besi (Fe).....	34
Gambar 4.7 Grafik Adsorpsi Logam Kadmium (Cd).....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Bersih.....	8
Tabel 2.2 Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995	17
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 3.2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	23
Tabel 3.3 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Air Sumur Sebelum Dilakukan Perlakuan	27
Tabel 4.2 Hasil Analisa Karbon Aktif.....	28
Tabel 4.3 Efektivitas Adsorpsi Logam Besi (Fe).....	33
Tabel 4.4 Efektivitas Adsorpsi Logam Kadmium (Cd)	35
Tabel 4.5 Kapasitas Adsorpsi Logam Besi (Fe).....	37
Tabel 4.6 Kapasitas Adsorpsi Logam Kadmium (Cd).....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen lingkungan yang penting bagi kehidupan. Makhluk hidup di muka bumi ini tak dapat terlepas dari kebutuhan akan air, namun demikian, air dapat menyebabkan dampak buruk bila mana tidak tersedia dalam kondisi yang layak untuk digunakan, baik kualitas maupun kuantitasnya. Air tanah atau air sumur merupakan sumber air bersih terbesar yang digunakan. Kendala yang paling sering ditemui dalam menggunakan air tanah adalah masalah kandungan zat Besi (Fe) dan logam berat lainnya seperti Kadmium (Cd) (Valentine dkk. 2022).

Logam berat sebagai zat polutan yang masuk ke perairan dapat menimbulkan pencemaran terhadap perairan dan dapat terakumulasi pada makhluk hidup. 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).

Desa Lamkeunung terletak di Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar. Desa Lamkeunung terdiri dari tiga Dusun di antaranya Dusun Mulia, Dusun Rahmat, Dusun Lamlhee. Jumlah kepala keluarga yang ada di Desa Lamkeunung berjumlah 154 kepala keluarga. Sebelah barat berbatasan dengan Desa Lamklat, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Tungkop dan Lamduro, Sebelah Timur Berbatasan Dengan Desa Lampuuk.

Menurut hasil observasi awal yang dilakukan peneliti di Desa Lamkeunung, Kecamatan Darussalam, Kabupaten Aceh Besar ditemukan bahwa kondisi air sumur warga sebagian berwarna kekuningan dan keruh. Kualitas lingkungan dan tekstur tanah di sekitar sangat mempengaruhi kualitas air yang bersumber dari air tanah. Menurut Munfiah dkk. (2013),



Gambar1.1 Air Sumur di Desa Lamkeunung

Berdasarkan gambar 1.1 kondisi air sumur yang diambil dari rumah warga secara fisik sebagian berwarna kekuningan dan keruh. Pemilihan parameter Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) dalam penelitian ini karena kandungan Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) pada air sumur di desa Lamkeunung Aceh Besar cenderung tinggi, berdasarkan hasil analisa uji pendahuluan di Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Hasil dari analisa Besi (Fe), dan Kadmium (Cd) ditemukan hasil di atas baku mutu yang dikategorikan tercemar. Maka pada penelitian ini parameter yang diangkat adalah parameter Besi (Fe) dan Kadmium (Cd).

Salah satu teknologi pengolahan air adalah melalui proses adsorpsi dengan menambahkan adsorben (karbon aktif) ke dalam air. Salah satu bahan yang dipilih oleh peneliti adalah kulit pisang. Kulit pisang merupakan bahan buangan atau limbah buah pisang yang cukup banyak jumlahnya. Umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi dan kerbau. Kulit pisang juga menjadi salah satu limbah dari industri pengolahan pisang, namun bisa dijadikan teknologi dalam penjernihan air (Abdi dkk, 2016).

Kulit pisang dapat dijadikan sebagai bahan karbon aktif, hasil yang didapat untuk nilai karbonisasi nya mencapai 96,56%. Penelitian tersebut hanya diteliti sampai dengan proses pembuatan karbon aktif dari kulit pisang tidak sampai kepada pengaplikasiannya ke dalam air. Kulit pisang sebelumnya memang bisa menurunkan kandungan logam berat namun tanpa diproses sebagai karbon aktif dalam penelitian yang dilakukan oleh (Castro dkk, 2011), bahwa kulit pisang

dapat menarik logam-logam berat yang mengkontaminasi air, kulit pisang yang dikeringkan kemudian dicampur dengan air dan hasilnya air bersih dari logam, logam menempel pada kulit pisang

Selulosa yang terkandung juga memiliki kemampuan mengikat ion logam yang terdapat di dalam air. Selulosa memiliki dua gugus yaitu gugus fungsi karboksilat dan gugus fungsi *hidroksil*. Selulosa adalah gugus polimer yang bersifat selektif terhadap senyawa polar. Air adalah senyawa polar sehingga air dapat melewati pori-pori selulosa namun senyawa polutan tertahan. Kandungan zat pektin dan selulosa terbanyak pada kulit pisang yang sudah matang. Kandungan gugus fungsi yang terdapat pada selulosa dan zat pektin kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat dalam bentuk karbon aktif (Yudhistira, 2019)

Kulit pisang memiliki gugus fungsi yang berperan dalam pengikatan ion logam berat seperti gugus fungsi *hidroksil*, asam *karboksilat*, dan gugus amina (Castro, 2011). Gugus fungsional dari rantai *polisakarida* karbohidrat kulit pisang ialah gugus hidroksilasi. Ikatan yang terjadi antara ion logam dan gugus pada polisakarida ini dapat terjadi melalui ikatan hidrogen, hal inilah yang menyebabkan kulit pisang dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif (Suhartini, 2012)

Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hanya dengan satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen). Biasanya pengaktifan hanya bertujuan untuk memperbesar luas permukaannya saja, namun beberapa usaha juga berkaitan dengan meningkatkan beberapa kemampuan adsorpsi karbon aktif itu sendiri sehingga mampu menyerap sejumlah pengotor dalam air. Dalam penentuan proses adsorpsi dilakukan kesetimbangan adsorpsi. (Nurafriyanti dkk, 2017)

Karbon aktif sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia *orgasintetis*, tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan *inorganic* seperti radon, merkuri dan logam beracun lainnya. Ukuran partikel dan luas permukaan hal penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif

mempengaruhi kecepatan adsorpsi tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon (Prabarini, 2013)

Salah satu teknik untuk mengoptimalkan adsorpsi adalah dengan menambah luas permukaan pada karbon aktif. Luas permukaan karbon dengan ukuran partikel berbanding terbalik. Semakin luas permukaan karbon maka semakin kecil ukuran diameter karbon. Adsorben berukuran nanopartikel memiliki efisiensi pemisahan yang tinggi, proses pemisahan yang cepat, reaktif dalam menghilangkan kontaminan dan dapat digunakan kembali (Ismiyati, 2020)

Berdasarkan permasalahan di atas maka pada penelitian ini penting untuk dilakukan penyisihan terhadap kandungan logam berat yang terkandung air sumur dengan memanfaatkan limbah kulit pisang Kepok (*Musa acuminata L.*) sebagai karbon aktif untuk penyisihan kandungan logam Fe dan Cd pada air sumur di Desa Lamkeunung Aceh Besar. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan proses *batch*. Sebelum dilakukan adsorpsi terhadap Fe dan Cd pada air sumur akan dilakukan uji karakteristik karbon aktif terlebih dahulu yang meliputi uji kadar air, kadar abu, luas permukaan, daya serap terhadap iodium dan pH karbon aktif (Purnama dkk, 2015)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efektivitas adsorben terhadap penyisihan logam Besi (Fe) dan logam Kadmium (Cd) pada air sumur?
2. Berapa besar kapasitas adsorpsi terhadap penyerapan logam Besi (Fe) dan logam Kadmium (Cd) pada air sumur di Desa Lamkeunung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui efektivitas pengaruh penyisihan terhadap logam Besi (Fe) dan logam Kadmium (Cd) pada air sumur dengan menggunakan limbah kulit pisang kepok (*Musa acuminata L.*) sebagai adsorben.
2. Untuk mengetahui seberapa besar kapasitas adsorpsi terhadap penyerapan logam Besi (Fe) dan logam Kadmium (Cd)

1.4 Manfaat Penelitian

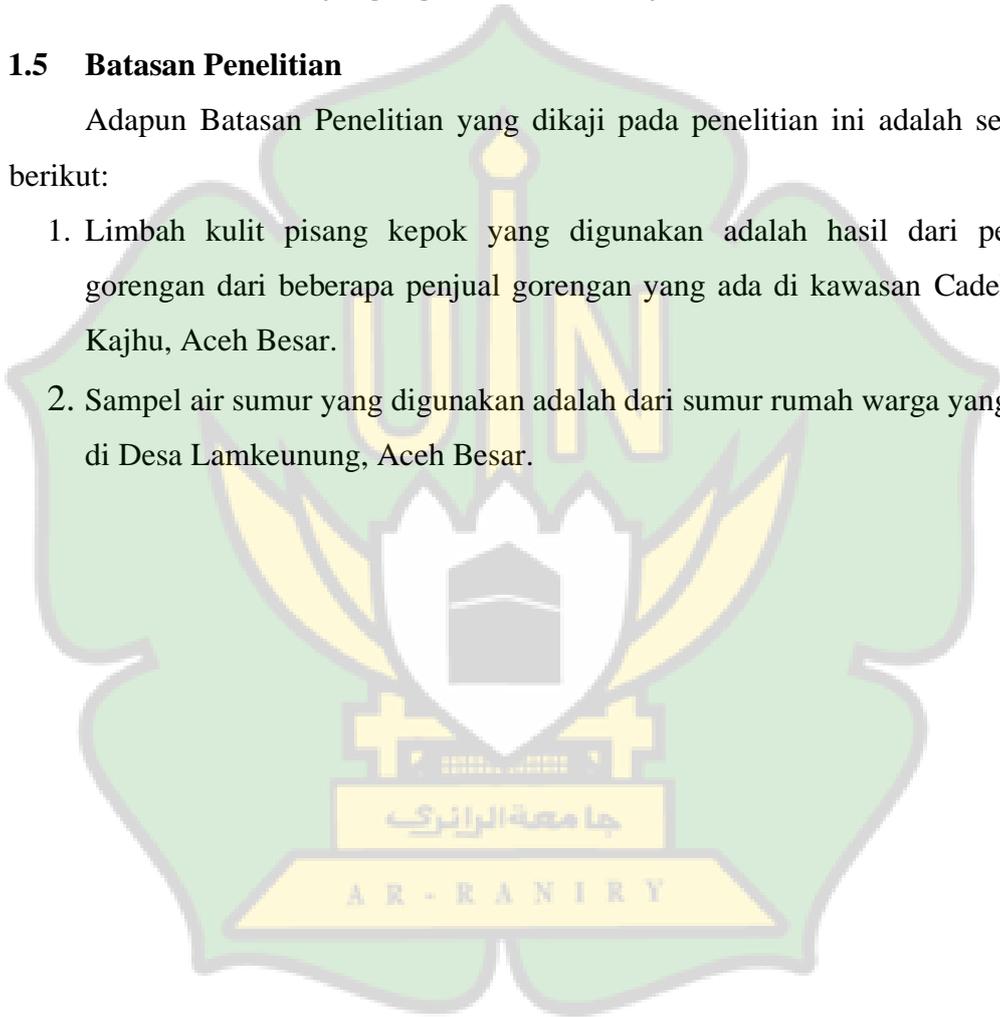
Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan, efektivitas adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi terhadap penyisihan logam Fe dan Cd dalam air sumur.
2. Dapat diterapkan langsung untuk mengurangi pencemaran pada air dengan menggunakan adsorben dari kulit pisang kepok sehingga dapat meningkatkan kualitas air bersih yang digunakan oleh masyarakat

1.5 Batasan Penelitian

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

1. Limbah kulit pisang kepok yang digunakan adalah hasil dari penjual gorengan dari beberapa penjual gorengan yang ada di kawasan Cadek dan Kajhu, Aceh Besar.
2. Sampel air sumur yang digunakan adalah dari sumur rumah warga yang ada di Desa Lamkeunung, Aceh Besar.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Bersih

Air sumur atau air tanah merupakan salah satu sumber air bersih yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Penggunaan air sumur pun beragam, mulai dari kebutuhan sanitasi hingga air minum sehari-hari. Air tanah pada umumnya tergolong bersih dilihat dari segi mikrobiologis, namun kadar kimia air tanah tergantung dari formasi *litosfir* yang dilaluinya atau mungkin adanya pencemaran dari lingkungan sekitar. Aliran air tanah, mineral-mineral dapat larut dan terbawa sehingga mengubah kualitas air tersebut (Sasongko dkk., 2014).

Air tanah sering mengandung unsur-unsur yang cukup tinggi menyebabkan air berwarna kuning kecoklatan dan bercak-bercak pada pakaian serta dapat mengganggu kesehatan, yaitu bersifat toksik terhadap organ melalui gangguan secara *fisiologisnya*, misalnya kerusakan hati, ginjal dan saraf. Jika kita mengkonsumsi air minum secara terus menerus dengan kandungan mangan, besi, magnesium, kalsium dalam jumlah melebihi baku mutu air maka dimungkinkan adanya akumulasi logam tersebut dalam tubuh, oleh karena itu untuk menghindari dampak negatif yang tidak diinginkan tersebut perlu dicari suatu teknik pengolahan air untuk menurunkan kadar Besi, Mangan dan logam berat lainnya dalam air sampai kadarnya di bawah ambang batas yang diperbolehkan (Rahayu, 2004).

Salah satu prioritas utama manusia adalah melindungi dan melestarikan sumber air agar kualitasnya tetap terjaga, karena kebutuhan air bersih akan semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk (Sulistyorini dkk., 2016). Kualitas air adalah sifat atau kandungan yang terdapat dalam air baik makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain (Sari, 2019).

Ketergantungan manusia terhadap air sangatlah tinggi. Bagi kehidupan manusia, peran air sangatlah penting sehingga pengawasan kualitas air perlu dilakukan supaya sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan. Keperluan air dalam berbagai aspek kehidupan memiliki kualitas tergantung pada kriteria penggunaan air tersebut. (Susana, 2003).

Standar kualitas air terdiri dari tiga aspek yaitu sebagai berikut: Pertama, aspek fisika adalah kualitas air yang dapat dilihat dengan penglihatan atau indera lain seperti penciuman maupun indera perasa, seperti faktor kekeruhan, warna, bau, endapan, temperatur dan rasa. Kedua, aspek kimia yang ditentukan oleh konsentrasi bahan-bahan kimia diantaranya Besi (Fe) dan Kadmium (Cd). Aspek biologi yang ditentukan oleh mikroorganisme *pathogen* maupun non patogen (Susilawaty dkk., 2015).

2.1.1 Standar Baku Mutu Air Bersih

Persyaratan air bersih yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Bersih

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
Fisika		
Kekeruhan	NTU	25
Kimia		
Besi (Fe)	Mg/L	1
Kadmium (Cd)	Mg/L	0,005
pH	-	6,5-8,5

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 yang telah ditentukan untuk kekeruhan 25 NTU, untuk logam berat Besi (Fe) yaitu 1 Mg/L, Kadmium (Cd) 0,005 Mg/L dan pH 6,5-8,5.

2.1.2 Karakteristik Air Bersih

1. Karakteristik Fisika

a. Kekeruhan

Turbiditas atau Kekeruhan disebabkan karena terdapat materi suspensi seperti lempung atau tanah liat, partikel organik koloid, plankton, endapan lumpur, dan organisme lainnya. Pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter yang berprinsip pada *spektroskopi* adsorpsi. Selain itu, dapat juga diukur dengan turbidimeter atau nephelometer yang prinsip kerjanya berdasarkan hamburan

sinar dan yang diukur adalah hamburan cahaya oleh campurannya. Satuan pengukuran tingkat kekeruhan yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, batas maksimum kekeruhan air yang memenuhi syarat adalah 25 NTU (Yuniarti, 2007). Air yang tingkat kekeruhan melebihi dari baku mutu memiliki dampak bagi kesehatan yaitu timbulnya berbagai jenis penyakit seperti diare, cacangan, dan penyakit kulit (Rachmansyah dkk., 2014).

2. Karakteristik Kimia

a. Besi (Fe)

Merupakan logam dalam deret transisi pertama. Ini adalah unsur paling umum di bumi berdasarkan massa, membentuk sebagian besar bagian inti luar dan dalam bumi. Besi adalah unsur keempat terbesar pada kerak bumi. Kelimpahannya dalam planet berbatu seperti bumi karena melimpahnya produksi akibat reaksi fungsi dalam bintang bermassa besar, di mana produksi nikel-56 (yang meluruh menjadi isotop besi paling umum) adalah reaksi fusi nuklir terakhir yang bersifat eksotermal. Akibatnya, nikel radioaktif adalah unsur terakhir yang diproduksi sebelum keruntuhan hebat supernova.

Pada umumnya keberadaan besi yang ada di dalam air bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} atau Fe^{3+} . Besi adalah logam yang menghambat proses desinfeksi. Dalam keadaan tereduksi ion besi di dalam air berada dalam bentuk *ferro* (ion besi dengan valensi II), dan apabila terdapat bahan oksidator atau karena pengaruh oksigen dari udara, maka bentuk ini akan cepat teroksidasi menjadi ion ferri (ion besi dengan valensi III) dan dapat bereaksi lagi menjadi oksida yang tidak larut. Dalam keadaan asam, dimana pH-nya $<3,5$ maka ion *ferri* akan melarut (Joko, 2010).

Konsentrasi zat besi yang larut dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Apabila konsentrasi zat Besi (Fe) dalam air telah melebihi ambang batas maka akan menimbulkan berbagai permasalahan seperti gangguan teknis, gangguan fisik, gangguan kesehatan, dan gangguan ekonomis. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 tahun 2017 tentang “Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan *Hygiene*, Kolam Renang, Solusi Per Aqua, dan Pemandian Umum bahwa parameter kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan

Lingkungan untuk Media Air Keperluan *Hygiene* Sanitasi, kadar maksimum besi (Fe) yang diperbolehkan adalah sebesar 1 mg/liter.

b. Kadmium (Cd)

Kadmium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang (Cd) dan nomor atom 48. Logam lunak dan putih kebiruan ini secara kimiawi serupa dengan dua logam stabil lainnya pada golongan 12, seng dan raksa. Seperti halnya seng, (Cd) lebih menyukai tingkat oksidasi +2 dalam sebagian senyawa besar dan, seperti raksa, ia menunjukkan titik lebur yang rendah dibandingkan dengan logam transisi, karena logam tersebut tidak memiliki kulit elektron d atau f yang terisi sebagian atau seluruhnya, baik dalam unsur maupun dalam tingkat oksidasi umumnya. Konsentrasi kadmium rata-rata dalam kerak bumi adalah antara 0,1 dan 0,5 bagian per juta (ppm). Cd ditemukan pada tahun 1817 secara *simultan* oleh Stromeyer dan Berzelius di Jerman, sebagai ketakmurnian dalam seng karbonat.

Penurunan kualitas air tanah ditandai dengan terdeteksinya kehadiran beberapa polutan logam berat yakni kadmium (Cd), berasal dari limbah industri, limbah TPA, penggunaan pupuk yang berlebihan dan limbah domestik. Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia berubah menjadi lahan kritis akibat pengaruh penggunaan pupuk anorganik dan pencemaran limbah pabrik/industri secara berlebihan dalam waktu yang cukup lama sebagai dampaknya dapat menurunkan unsur hara esensial, keracunan tanah dan tanaman (Widaningrum, 2007).

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah teknik untuk menurunkan kandungan pencemar dalam air dengan proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap (Saputri, 2020).

Adsorben adalah zat penyerap sedangkan adsorbat adalah zat yang terserap. Umumnya adsorben dapat berbentuk zat padat seperti alumina, silika gel, selulosa, platina halus dan karbon aktif. Pada penelitian ini adsorben digunakan adalah karbon aktif dari kulit pisang kepok. Perpindahannya massa dari cairan ke permukaan butir merupakan proses awal terjadinya adsorpsi, kemudian terjadi proses difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, massa dari cairan

dalam pori berpindah ke dinding pori dan terakhir adsorpsi pada dinding pori. Penyebab terjadinya adsorpsi adalah terdapat energi permukaan dan gaya tarik menarik permukaan (Asip dkk., 2008).

Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan cara sistem pengadukan dan sistem filtrasi. Adsorpsi sistem pengadukan adalah dibubuhkan adsorben berbentuk serbuk dalam air kemudian diaduk. Sedangkan adsorpsi sistem filtrasi adalah media penyerap dimasukkan ke dalam wadah dan dialirkan air dengan sistem gravitasi Menurut Ismiyati (2020),

Menurut Adinata (2013), proses adsorpsi terdiri 2 jenis, yaitu sebagai berikut:

- a. Adsorpsi secara fisika, terjadi karena tarik menarik molekul yang sangat besar antara larutan dengan permukaan media. Misal adsorpsi karbon aktif yang diaktivasi pada suhu tinggi sehingga membentuk struktur pori pada karbon dan luas permukaan yang besar. Dengan luas permukaan yang makin besar maka adsorbat yang melekat pada adsorben semakin banyak.
- b. Adsorpsi secara kimia, timbul ketika ikatan kimia terbentuk antara substansi terlarut dengan molekul dalam media, misal *ion exchange*.

Faktor - faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah sebagai berikut :

- a. Luas permukaan

Pengaruh luas permukaan adsorben terhadap proses adsorpsi adalah semakin luas permukaannya yang ditentukan oleh ukuran partikel, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben (Adinata, 2013). Menurut (Ismiyati, 2020), luas permukaan dengan ukuran adsorben berbanding terbalik yaitu semakin kecil ukuran diameter adsorben maka luas permukaan semakin besar.

- b. Temperatur

Pemanasan dan pengaktifan adsorben dapat menyebabkan peningkatan daya serap karena terbukanya pori-pori adsorben. Tetapi tingginya pemanasan akan menyebabkan rusaknya adsorben sehingga daya serapnya menurun (Adinata, 2013).

c. Waktu Kontak

Lamanya waktu kontak pada proses penyerapan sangat diperlukan karena jika larutan diam yang berisikan adsorben, maka proses adsorpsi berjalan lambat. Untuk mempercepat proses adsorpsi diperlukan proses pengadukan sehingga lamanya waktu kontak pengadukan akan menyebabkan jumlah ion yang terkandung dalam air akan semakin berkurang (Ismiyati, 2020).

d. Massa adsorben

Massa adsorben dengan jumlah partikel dan luas permukaan sebanding, sehingga efektivitas penyisihan logam yang terdapat dalam air juga meningkat (Ismiyati, 2020).

e. Pengadukan

Proses pengadukan yang cepat menyebabkan molekul-molekul adsorbat akan saling bertumbukan dengan adsorben sehingga mempercepat proses adsorpsi (Widayatno dkk., 2017).

2.3 Adsorben

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau yang sering disebut dengan adsorben merupakan bahan yang berpori, dan proses adsorpsi terjadi pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu didalam partikel tersebut. Pori-pori adsorben memiliki ukuran sangat kecil sehingga luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih besar dari permukaan luarnya. Adsorben yang jenuh dapat diperbarui agar bisa digunakan kembali pada proses adsorpsi. Syarat-syarat adsorben yang baik, yaitu sebagai berikut:

1. Mempunyai daya serap tinggi
2. Berupa zat padat yang memiliki luas permukaan besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan di adsorpsi
4. Tidak membuat reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Dapat diperbarui kembali
6. Tidak beracun
7. Tidak meninggalkan kotoran berupa gas yang memiliki bau
8. Mudah ditemukan dan harga terjangkau (Agung, 2010)

2.4 Pisang Kepok (*Musa acuminata. L*)

Tanaman penghasil buah paling banyak di Indonesia dan tinggi nutrisinya dibanding dengan buah lainnya adalah tanaman pisang. Tanaman ini termasuk ke dalam tanaman monokotil, karena dapat ditanam serta tumbuh pada topografi tanah yang bermacam-macam, baik tanah miring atau pun datar. Tinggi tanaman pisang antara 2-9 meter dan berakar serabut (Dewi, 2015).

Berikut taksonomi tanaman pisang :

Devisi	: <i>Spermatophyte</i>
Sub Devisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Keluarga	: <i>Musaceae</i>
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa spp</i>



Gambar 2.1 Buah Pisang Kepok

Kulit pisang merupakan limbah buangan. Pada umumnya, kulit pisang tidak dimanfaatkan secara nyata akan tetapi hanya dibuang sebagai limbah organik dan pakan ternak. Kulit pisang tergolong kedalam salah satu limbah yang belum banyak dimanfaatkan (Masriantini,2015).

Komponen yang terdapat pada kulit pisang yaitu air dan karbohidrat. Karbohidrat yang terkandung dalam limbah kulit pisang memiliki manfaat sebagai nutrisi pakan ternak. Selain itu, kulit bisa dapat digunakan sebagai bahan penstabil, dimana senyawa yang dimanfaatkan adalah *selulosa* dan pektin. Berikut adalah komposisi kimia yang terkandung dalam kulit pisang (Govint, 2017).

Buah pisang termasuk jenis buah klimaterik, yaitu jenis buah yang mengalami kenaikan kecepatan respirasi dengan cepat setelah dipanen/dipetik dari pohonnya. Kenaikan kecepatan respirasi ditandai dengan berbagai perubahan baik fisik maupun kimia yaitu perubahan warna, tekstur, karbohidrat, gula total dan total asam. Kenaikan laju respirasi pada buah-buahan klimaterik adalah indikasi dimulainya proses pematangan (Winarti, 2010).

Tanaman pisang terdiri dari tujuh jenis yaitu jenis pisang mas, pisang ambon, pisang kepok, pisang uli, pisang tanduk, pisang klutuk dan pisang raja (Dewi, 2015). Kulit pisang kepok adalah bahan yang dapat menyerap ion logam karena mempunyai senyawa *selulosa* yang terdapat di dalamnya. Gugus *hidroksil* yang kaya elektron akan terikat dengan muatan positif pada logam. Kulit pisang kepok dapat menurunkan kandungan logam seperti besi dan kadmium dalam air sumur (Wardani, dkk 2018). Kulit pisang kepok memiliki 77% kandungan karbon, 73,60% kandungan air, 11,48% karbohidrat, 17,04% *selulosa* dan dalam 10 gram kulit pisang kepok mengandung 52,1% zat pektin. *Selulosa* dan zat pektin inilah yang dapat menyerap kandungan logam berat dan banyak terdapat pada kulit pisang yang sudah matang. Sedangkan, kandungan selulosa dan zat pektin pada kulit pisang raja lebih sedikit yaitu 8,4% s dan 21% sehingga kulit pisang kepok sangat potensial dijadikan sebagai adsorben untuk menurunkan parameter yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan. Dalam zat pektin terdapat asam *galakturonik* yang mampu mengikat ion logam dan merupakan gugus fungsi gula karboksilat serta *selulosa* memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam yang terdapat dalam air. Gugus fungsi *karboksil* dari *selulosa* adalah - dan gugus fungsi *hidroksilasi*, selain itu *selulosa* merupakan gugus polimer yang sifatnya selektif terhadap senyawa polar. Sehingga pori-pori *selulosa* dapat dilewati air karena air merupakan senyawa polar, tetapi senyawa polutan akan tertahan. Kulit pisang kepok mudah diperoleh dan harga relatif murah (Putra dkk., 2019).

2.5 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon dengan perlakuan khusus sehingga menghasilkan pori dengan luas permukaan yang besar dan berdaya serap tinggi. Luas permukaan karbon aktif memiliki kemampuan yang besar dalam penyerapan logam (Leimkuehler, 2010). Karbon aktif memiliki komposisi yang terdiri dari selulosa, karbon, kadar air, dan kadar abu sehingga dapat menjernihkan air. Porositas klasifikasi pori berdasarkan IUPAC (*international union of pure and applied chemical*) dibagi menjadi 3, yaitu: mikropori yang ber diameter pori <2 nm, mesoporiberdiameter antara 2-50 nm dan makropori ber diameter >50 nm. Karbon aktif biasa digunakan untuk menghilangkan warna, bau, polusi zat organik, polusi zat anorganik pada pengolahan air limbah (Sugesti, 2018).

Penggunaan karbon aktif banyak diterapkan di dalam proses pemisahan, pemurnian gas, pendinginan elektrokatalis dan pemurnian air (penjernihan air). Karbon aktif sering digunakan untuk menghilangkan berbagai jenis logam berat. Ada beberapa proses dalam memproduksi karbon aktif seperti proses karbonisasi yaitu memecah bahan organik menjadi karbon pada suhu 400-900°C dengan tujuan menguapkan zat *volatile* sehingga pori-pori permukaan terbuka. Kemudian dilakukan aktivasi pada pori-pori karbon aktif untuk memperlebar diameter pori dan meningkatkan volume yang terserap dalam pori serta kinerja dalam adsorpsi lebih optimal (Erawati, 2018). Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap daya penyerapan karbon aktif adalah sifat larutan, sifat karbon aktif, sifat adsorbat dan sistem kontak. Sifat arang aktif juga dipengaruhi oleh aktivasi yang digunakan, yang dapat meningkatkan daya serap (Laos, 2016).

(Menurut Adinata, 2013) pembuatan karbon aktif melalui 2 proses yaitu karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi adalah proses membakar bahan baku, dipengaruhi oleh faktor:

- a. Waktu Karbonisasi

Waktu karbonisasi berbeda yaitu tergantung jenis bahan yang akan digunakan seperti kulit pisang membutuhkan waktu 2 jam.

b. Suhu pemanasan

Reaksi endotermis akan terjadi pada suhu 100-200°C, pada suhu tersebut bahan organik terurai dan menguap, kemudian suhu 225-275°C terjadi reaksi eksotermis yang menyebabkan terurainya *lignoselulosa*. Suhu yang semakin tinggi menyebabkan semakin berkurangnya arang yang diperoleh karena banyaknya zat-zat yang terurai dan teruapkan.

c. Kadar air

Proses pembakaran berjalan kurang baik apabila kadar air pada bahan tinggi dan bara yang terbentuk mudah mati sehingga memerlukan waktu yang lama untuk menghilangkan uap.

d. Ukuran bahan

Bahan dengan ukuran yang semakin kecil akan mempercepat perantaraan keseluruhan umpan sehingga *pirolisis* berjalan dengan sempurna. Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06-3730-1995)

Tabel 2.2 Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995

Uraian	Prasyarat Kualitas (%)
Rendemen	-
Kadar air	Maksimal.15
Kadar abu	Maksimal. 10

Sedangkan menurut Maulinda dkk. (2015), terdapat 3 tahap dalam pembuatan karbon aktif, yaitu:

- a. Proses dehidrasi, bahan baku dipanaskan untuk menghilangkan kandungan air.
- b. Proses karbonisasi, bahan baku dibakar pada temperatur 300-900°C sesuai dengan tingkat kekerasan bahan dan menghasilkan arang yang mengandung karbon.
- c. Proses aktivasi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :
 - Secara fisika, yaitu memanaskan karbon dengan *furnace* pada temperatur 400°C.
 - Proses aktivasi dengan menggunakan bahan-bahan kimia atau reagen

pengaktif. Contoh bahan kimia yang dapat digunakan, misalnya adalah unsur aktivator menyusup diantara plat heksagon dari *kristalit* dan memisahkan permukaan yang tertutup. Saat dilakukan pemanasan, senyawa kontaminan yang berada di pori menjadi lebih mudah lepas. Sehingga luas permukaan arang aktif semakin besar dan daya serap karbon aktif meningkat.

2.6 Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam masing-masing karbon aktif berdasarkan puncak serapan yang dihasilkan. Pola spektrum yang dihasilkan merupakan hasil serapan vibrasi dari seluruh konstituen yang ada dalam sel, seperti pada kulit pisang yaitu *selulosa*, *hemiselulosa* dan *lignin* (Bledzki dkk., 2010).

Analisis *spektroskopi* FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi karbon aktif dilakukan dengan menggunakan pita direkam di wilayah dari 4000 hingga 500 cm^{-1} . Analisis karbon aktif menggunakan FT-IR dilakukan dengan mencampurkan karbon aktif 0,2 mg dengan 2 mg KBr dan dibentuk menjadi pelet. Sampel kemudian ditempatkan ke instrumen FT-IR dengan 4000-400 cm^{-1} . Hasil analisis dengan FTIR tersebut disimpulkan bahwa baik adsorben kulit pisang kepok dapat dijadikan sebagai adsorben dalam mengolah air sumur dan dapat mengikat beberapa komponen dalam air sumur (Zein dkk., 2020).

Spektroskopi FTIR mampu membedakan spektrum dari dua sampel yang berbeda berdasarkan karakteristik struktur intramolekulernya dimana kemampuan menyerap cahaya dari suatu senyawa akan berbeda bergantung pada sifat fisikokimia, ikatan antar atom dalam senyawa dan karakteristik gugus fungsinya. Pola spektrum IR yang kompleks menyebabkan interpretasi secara langsung dan visual menjadi tidak mudah. Teknik kemometrika seperti analisis multivariat dapat digunakan untuk memudahkannya (Siregar., dkk 2015).

2.7 Pengolahan Air Sumur

Pengolahan air sumur dilakukan dengan menggunakan metode adsorpsi, adsorben yang sudah di aktivasi diaplikasikan ke sampel air sumur yang akan diolah. Di aplikasikan dengan cara menggunakan kertas saring berdasarkan variasi

yang sudah ditentukan dengan dua variabel bebas yaitu massa adsorben dan lama waktu kontak. Pengukuran parameter logam Besi (Fe), Kadmium (Cd) dilakukan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan. Sehingga untuk menentukan hasil akhir digunakan uji analisis data statistik yaitu dengan menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). SPSS merupakan salah satu perangkat lunak untuk membantu perhitungan secara statistik yang cepat dan akurat (Suyitno, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kajian efektivitas penyisihan logam Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) menggunakan karbon aktif kulit pisang kepok dengan variasi waktu kontak dan dosis adsorben. Konsentrasi Fe dan Cd diukur dengan *Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)*. Hasil penelitian menunjukkan, kondisi optimum penyisihan logam Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) dari air sumur yang menggunakan karbon aktif kulit pisang kepok pada dosis adsorben 5 gram, 6,5 gram, 7 gram, dan 8 gram dengan variasi waktu 10 menit sampai dengan 30 menit.

Untuk mengetahui efektivitas penurunan parameter dalam air pada setiap perlakuan baik menggunakan karbon aktif dapat diukur dengan persamaan:

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

Keterangan :

E_f = Efektivitas adsorpsi

C_{1-} = Konsentrasi awal sebelum pengolahan

C_2 = Konsentrasi akhir sesudah pengolahan

dengan C_1 adalah konsentrasi awal sebelum pengolahan dan C_2 adalah konsentrasi akhir sesudah pengolahan (Hevira dkk., 2019).

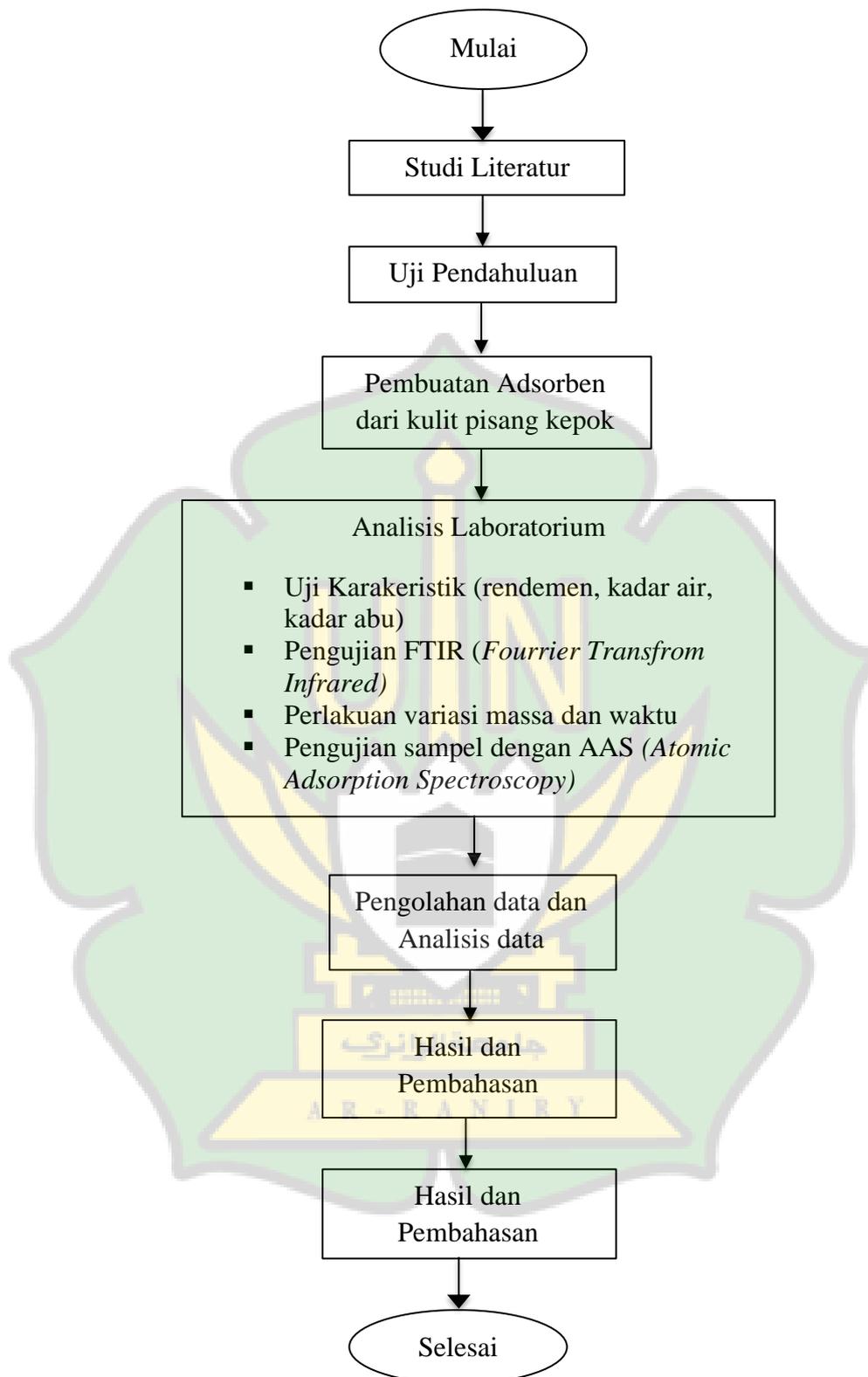
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum

Secara umum, metode dalam penelitian ini didahului oleh studi literatur kemudian dilakukan observasi awal ke lokasi penelitian dan kemudian uji pendahuluan, Setelah itu dilakukan pembuatan adsorben dari limbah kulit pisang kepok, selanjutnya dilakukan uji karakteristik adsorben, dan pengujian FTIR kemudian dilakukan pengujian AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) terhadap penyisihan logam Fe dan Cd dan dilanjutkan dengan analisa data efektivitas adsorpsi serta kapasitas adsorpsi dalam penyisihan kadar logam Fe dan Cd pada air sumur dengan menggunakan adsorben dari limbah kulit pisang kepok. Analisa data 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 adsorpsi dan kapasitas adsorpsi dalam penurunan kadar Fe dan Cd dalam air sumur. Secara terperinci, diagram penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

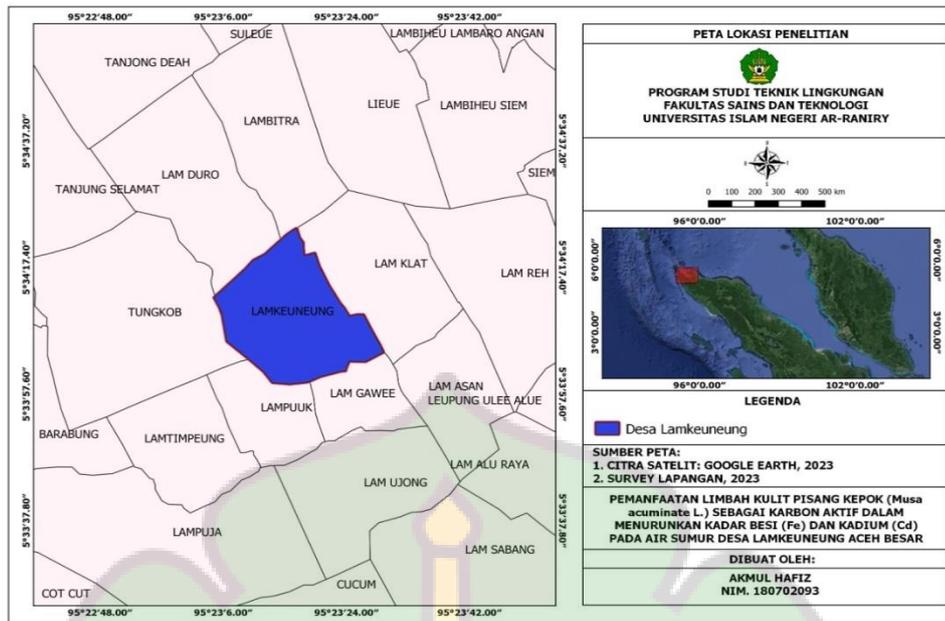
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada periode bulan Maret sampai dengan Mei tahun 2023. Tempat pembuatan karbon aktif dan proses adsorpsi dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh atau Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan analisis kandungan Fe dan Cd dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

Jadwal	2022 -2023						
	Des	jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Seminar Proposal	✓						
Revisi Proposal		✓					
Tahapan Penelitian Persiapan Alat & Bahan				✓			
Proses Pembuatan Karbon Aktif					✓		
Aktivasi Karbon Aktif					✓		
Pengaplikasian Karbon Aktif Terhadap Air Sumur						✓	
Analisis SSA Pengujian FTIR						✓ ✓	
Pengolahan Data							✓
Sidang Tugas Akhir							✓

Pemilihan lokasi pengambilan sampel air di Desa Lamkeunung dikarenakan kondisi sumur di wilayah ini kualitasnya menurun yaitu berwarna, keruh, mengandung Fe dan Cd yang tinggi dan terindikasi sehingga harus dilakukan pengolahan untuk menghasilkan air yang bersih dan sesuai dengan baku mutu. Kondisi air sumur dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel

3.3 Sumber dan Bahan Penelitian

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang dibuat oleh penelitian guna dapat menyelesaikan permasalahan yang sedang dihadapi. Data ini diperoleh yang dikumpulkan pada tempat objek penelitian dilakukan. Data sekunder yang didapat dari hasil penelitian yang sudah pernah diteliti berupa jurnal, buku dan karya ilmiah.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Jumlah Alat
1	Water sample	1
2	Botol Sampel	13
3	Bak penampung	1
4	pH meter	1
5	Oven	1
6	Muffle Furnace	1
7	Lumpang dan Alu	1
8	Beaker glass 1000 mL,	1
9	Timbangan Analitik,	1
10	Ayakan 100 Mesh,	1

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Nama Bahan	Satuan
1	Kulit pisang kepok	5 kg
2	Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	1000 ml
3	Aquades	1 L

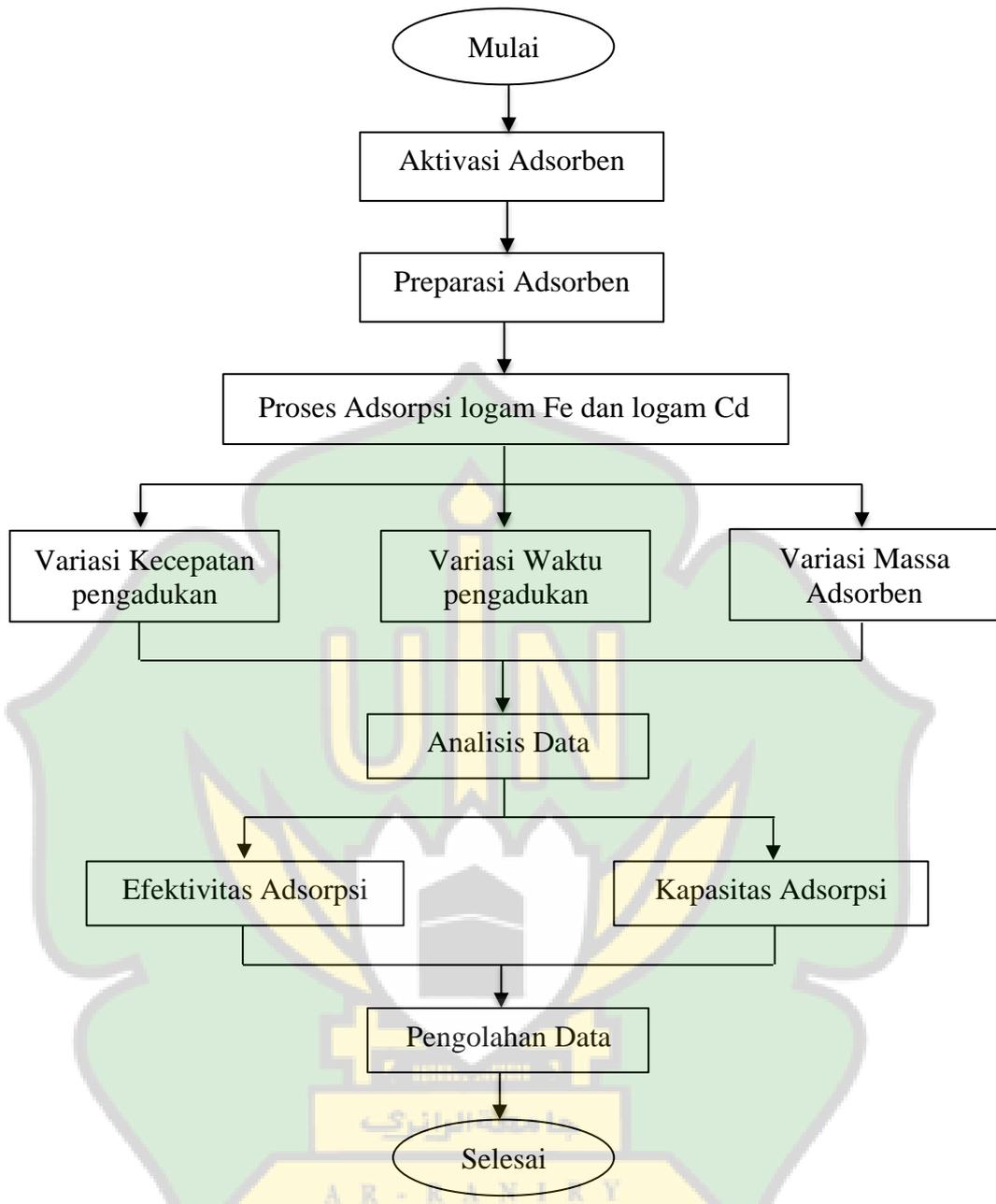
3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Uji pendahuluan

1. Sampel diambil menggunakan alat *water sampler* yang diturunkan ke dalam sumur sampai kedalaman tertentu
2. Alat sampel diangkat setelah sampel terisi
3. Sampel air dipindahkan dari alat pengambilan sampel ke wadah dengan ketentuannya.
4. Analisis kadar Fe dan Cd pada sampel air untuk konsentrasi sebelum perlakuan.

3.5.2 Tahapan Pembuatan Adsorben :

1. Kulit pisang dikeringkan selama dua hari di bawah sinar matahari
2. Kulit pisang dipotong dengan ukuran ± 3 cm.
3. Kulit pisang dikeringkan dalam oven selama 2 jam dengan suhu 105⁰C
4. Kulit pisang kepok diuji kadar air sampai nilainya konstan dengan metode gravimetri.
5. Potongan kulit pisang dihaluskan hingga berbentuk serbuk dengan mortar.
6. Serbuk kulit pisang dimasukkan dalam *muffle furnace* untuk proses karbonisasi dengan suhu 400⁰C selama 1 jam.
7. Kulit pisang kepok diuji kadar abu sampai nilainya konstan dengan metode gravimetri.
8. Kulit pisang kemudian diayak dengan ayak ukuran 100 *mesh*
9. Serbuk kulit pisang sebanyak 100 gram diaktivasi menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dengan konsentrasi 1 M, aktivasi memakai asam sulfat (H₂SO₄) karena bisa melarutkan pengotor dan menghilangkan pori-pori yang optimal.



Gambar 3.3 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.5.3 Analisis Karakteristik Adsorben

Untuk mengetahui apakah karbon aktif telah terbentuk dan berfungsi dengan baik, setelah mengalami beberapa proses, diketahui melalui karakteristik dengan penentuan kadar air, kadar abu dan rendemen.

1. Rendemen

Rendemen arang aktif dapat dihitung dengan cara membandingkan berat bahan baku dengan berat arang aktif setelah karbonisasi (Sari, 2019)

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

Keterangan:

a = berat bahan baku yang terkarbonisasi (g)

b = berat arang yang dihasilkan (g)

2. Kadar Air

Sebanyak 1g karbon aktif ditimbang. Dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan di dalam oven dan telah diketahui bobot tetapnya. Cawan porselin berisi sampel lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 3 jam dan kemudian didinginkan. Disimpan dalam desikator dan ditimbang untuk mengetahui kadar airnya (Jubilate dkk, 2016).

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

Keterangan:

a = bobot awal sebelum pemanasan (g)

b = bobot awal setelah pemanasan (g)

3. Kadar Abu

Sebanyak 2 g arang aktif di timbang dan dimasukkan kedalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya, kemudian cawan porselin yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam muffle furnace yang telah mencapai temperatur 600 °C, lalu dibiarkan selama 3 jam. Setelah adsorben menjadi abu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga dicapai berat konstan (Jubilate dkk, 2016).

$$\text{Kadar Abu} = \frac{w_2}{w_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

w^1 = bobot awal sampel (g)

w^2 = bobot akhir sampel (g)

3.5.3 Proses Aktivasi Karbon Aktif

Kulit pisang yang sudah dikarbonisasi menjadi arang digerus dan diayak lolos ukuran 100 mesh diaktivasi menggunakan larutan H_2SO_4 sebanyak 54,68 mL. Kemudian, kulit pisang kepok ditiriskan dari larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan dicuci kembali dengan akuades berulang kali hingga pH kulit pisang kepok menjadi netral. Kulit pisang kemudian ditiriskan dengan menggunakan kertas saring tujuan untuk memisahkan karbon aktif dengan larutan. Kemudian karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit.

3.6 Pengukuran Parameter Air Sumur

3.6.1 Pengukuran Besi (Fe)

Pengukuran Fe dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (SSA)-nyala (PP Nomor 22 Tahun 2021).

Konsentrasi Logam besi, Fe (mg/L) $C \times f\rho$

Keterangan :

C : kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L)

$f\rho$: faktor pengenceran

3.6.2 Pengukuran Kadmium (Cd)

Pengukuran Cd dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (SSA)-nyala (PP Nomor 22 Tahun 2021).

Konsentrasi Logam besi, Cd (mg/L) $C \times f\rho$

Keterangan :

C : kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L)

$f\rho$: faktor pengenceran

3.7 Pengolahan dan Analisis Data

3.7.1 Menentukan Efektivitas Adsorpsi

Untuk menghitung efektivitas adsorpsi yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

E_f = Efektivitas Adsorpsi

C_1 = konsentrasi pencemar sebelum perlakuan

C_2 = konsentrasi pencemar sesudah perlakuan

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_1 = 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

4.1 Hasil

Hasil penelitian terdiri dari hasil uji parameter air bersih, analisis karakteristik baku mutu adsorben dari kulit pisang kepok dan hasil pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*), analisis efektivitas penjerapan adsorben terhadap logam Fe dan logam Cd dan kapasitas adsorpsi yang dihasilkan dari penjerapan logam Fe dan logam Cd. Data yang didapat dari hasil pengujian kadar Fe dan Cd sebelum dan sesudah perlakuan penambahan adsorben kulit pisang kepok, maka dilakukan pengolahan data untuk mengetahui bagaimana kemampuan adsorben dari kulit pisang kepok dalam penyisihan logam Fe dan logam Cd, kemudian untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi dan pengaruh adsorben dari kulit pisang kepok dalam air sumur dilakukan perhitungan yang meliputi efektivitas adsorpsi dan kapasitas adsorpsi.

4.1.1 Hasil uji parameter air bersih

Hasil uji air sumur berdasarkan parameter Fe dan Cd dapat dilihat pada tabel 4.1. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, air sumur yang berlokasi di Desa Lamkeunung Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar terbukti tercemar, dikarenakan nilai pengujian melebihi dari baku mutu yang telah ditetapkan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Parameter Air Sumur Sebelum Dilakukan Perlakuan

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa
Besi (Fe)	mg/l	1	5,405
Kadmium (Cd)	mg/l	0,005	0,005

4.1.2 Karakteristik karbon aktif

Karakteristik karbon aktif diperoleh melalui uji baku mutu karbon aktif. Hasil uji karakteristik karbon aktif dari kulit pisang kepok berdasarkan parameter rendemen, kadar air, dan kadar abu dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995, kadar air memiliki nilai maksimum 15% dan kadar abu 10 %.

Hasil uji karbon aktif dari kulit pisang kepok memiliki nilai rendemen sebesar 13.68 % nilai kadar air sebesar 12,9 % dan nilai kadar abu sebesar 9,8 %, hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit pisang kepok telah memenuhi standar baku mutu karbon berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.



Gambar 4.1 Penimbangan Berat Konstan Uji Karakteristik

Dalam pengujian karakteristik rendemen, kadar air dan kadar abu kulit pisang ditimbang terlebih dahulu kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 ° selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit untuk menghasilkan berat konstan.

Tabel 4.2 Hasil Analisa Karbon Aktif

Uraian	Hasil Analisis Karbon Aktif (%)	Persyaratan Kualitas (%)
Rendemen	13.68 %	-
Kadar air	12,9 %	Maksimum 15%
Kadar abu	9,8 %	Maksimum 10%

4.1.3 Aktivasi karbon aktif

Karbon aktif hasil proses karbonisasi masih memiliki kadar pengotor yang cukup tinggi, seperti senyawa tar, oksida-oksida logam dan sisa pengarangan. Pengotor-pengotor ini dapat menutupi pori-pori karbon dan memperkecil luas permukaan. Sehingga akan mengakibatkan daya adsorpsi arang menjadi rendah, Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya dilakukan aktivasi menggunakan metode aktivasi kimia dengan aktivator (H_2SO_4) asam sulfat. Menurut (Fadilah & Utami, 2016).

Tahap selanjutnya yaitu aktivasi karbon aktif. 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 H_2SO_4 0,1 M sebagai aktivator.



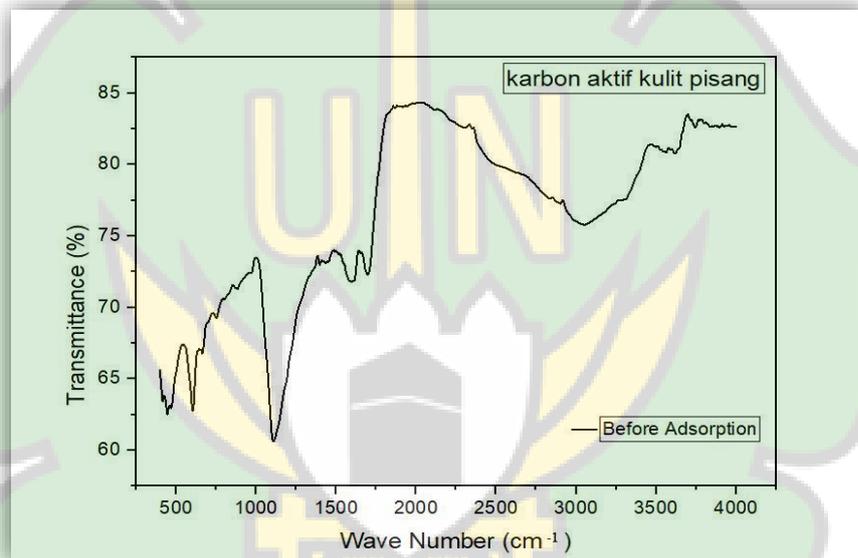
Gambar 4.2 Perendaman Karbon Aktif dengan Larutan H_2SO_4

Karbon aktif yang telah dihaluskan kemudian direndam menggunakan larutan H_2SO_4 0,1 M selama 24 jam yang bertujuan untuk meningkatkan daya adsorpsi logam. Perendaman kulit pisang dengan larutan H_2SO_4 0,1 M dapat dilihat pada Gambar 4.2. Setelah adsorben kulit pisang terendam sempurna, selanjutnya adsorben kulit pisang disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Setelah proses perendaman dan pencucian selesai, karbon aktif dikeringkan kembali dengan cara di oven pada suhu 105°C selama 2 jam.

4.2 Hasil Analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Sebelum digunakan karbon aktif diuji terlebih dahulu karakteristiknya dengan Analisis spektroskopi FT-IR untuk mengetahui perubahan struktur senyawa yang diamati dari gugus fungsi yang terdapat dalam adsorben. Hasil analisis dengan FTIR tersebut disimpulkan bahwa baik karbon aktif kulit pisang dapat dijadikan sebagai adsorben dalam mengolah air sumur yang tercemar pengolahan CPO karena terbukti adsorben tersebut dapat mengikat beberapa komponen dalam air sumur yang tercemar (Zein dkk, 2020).

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) perlu dilakukan pada karbon aktif kulit pisang dikarenakan untuk mengetahui gugus fungsi dari karbon aktif sehingga nanti bisa lebih maksimal pada saat dilakukan proses adsorpsi pada air sumur yang tercemar. Jika tidak dilakukan pengujian ini akan sangat berpengaruh pada saat proses selanjutnya, dan pengujian ini bisa dikatakan adalah untuk membuktikan karbon aktif dari kulit pisang layak untuk dijadikan adsorben sehingga proses nantinya bisa lebih maksimal dan efektif. Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*) ini peneliti lakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala. Untuk grafik dari karbon aktif dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini :



Gambar 4.3 Hasil Analisis FTIR Karbon Aktif

Dilihat pada gambar 4.3 hasil uji analisis FTIR (*Fourier Transform Infrared*) karbon aktif setelah teraktivasi dengan H₂SO₄ menunjukkan 2 puncak serapan pada bilangan gelombang 500-1000 menunjukkan puncak serapan 70 %, 2000-4000 menunjukkan puncak serapan tertinggi yaitu 82,5 %. Berdasarkan hasil uji FTIR diatas dapat disimpulkan memiliki gugus fungsi dengan struktur karbon aktif yang bisa dijadikan sebagai adsorben. Hasil FTIR (*Fourier Transform Infrared*) menunjukkan bahwa karbon aktif yang telah direndam dan dimodifikasi dengan asam sulfat menghasilkan lebih banyak permukaan oksigen dari struktur pori kimia yang diaktivasi.

4.3 Proses Adsorpsi Karbon Aktif Pada Air Sumur

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 Fe dan Cd yang bertindak sebagai adsorben adalah karbon aktif kulit pisang kepok. Kinerja adsorben ini juga sangat dipengaruhi oleh besarnya pori-pori yang terkandung di dalam adsorben itu sendiri. Apabila pori-pori adsorben tersebut belum terbuka maka proses adsorpsi terhadap logam Fe dan Cd tidak maksimal. Proses Adsorpsi dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut :



a. Sebelum

b. Sesudah

Gambar 4.4 Pengaplikasian Karbon Aktif

Pada gambar a diatas dapat dilihat warna air sumur masih berwarna kuning sebelum diaplikasikan karbon aktif dan dilakukan proses pengadukan, dan terlihat di gambar b bening setelah diaplikasikan karbon aktif terhadap air sumur. Pada penelitian ini kecepatan pengadukan digunakan adalah 200 rpm dengan waktu kontak 10 sampai 30 menit. Jika waktu pengadukan tidak stabil maka akan menyebabkan daya serap adsorben tidak bekerja secara maksimal. Hal ini berpengaruh pada kadar logam Fe dan Cd dalam air sehingga air sumur yang terkandung logam berat Fe dan Cd 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.

4.4 Pengujian Daya Adsorpsi

Pengujian daya adsorpsi adsorben dari kulit pisang kepek terhadap logam Fe dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Pengujian terhadap logam Cd di dilakukan di Laboratorium BSPJI Banda Aceh .Sampel air sumur yang tercemar 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 dan Cd pada air sumur. Adsorben dari kulit pisang dimasukkan ke dalam *beaker glass* dengan massa adsorben sebanyak 5 gram, 6 gram, 7 gram, dan 8 gram. Kemudian masing-masing adsorben ditambahkan kedalam sampel air sumur dengan massa adsorben yang sudah ditentukan lalu diaduk menggunakan *jar test* dengan variasi waktu 10 menit sampai dengan 30 menit dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Setelah itu didiamkan selama 30 menit agar residunya mengendap, kemudian disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtratnya sebanyak 10 ml untuk diukur menggunakan instrumen AAS.



Gambar 4.5 Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

Hasil analisa data menggunakan Instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) terhadap logam Fe dan logam Cd menunjukkan pengaruh variasi massa dan waktu kontak menggunakan adsorben dalam penyisihan logam Fe dan logam Cd terhadap air sumur yang tercemar.

4.5 Hasil Pengolahan Air Bersih Menggunakan Adsorben

4.5.1 Efektivitas Adsorpsi Terhadap 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). Massa adsorben sangat mempengaruhi kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam Fe. Pada percobaan ini variasi massa adsorben sebesar 5 gram, 6 gram, 7 gram, dan 8 gram dengan waktu kontak 10 menit sampai dengan 30 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Data hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.3 Efektivitas Adsorpsi Logam Besi (Fe)

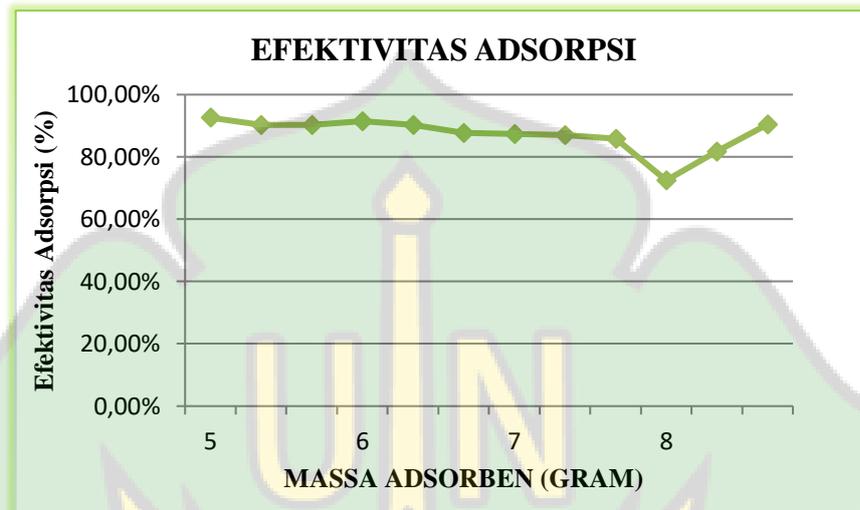
No	Massa Adsorben (gram)	Pengujian	Variasi Waktu	Efektivitas Adsorpsi (%)
1	5	I	10 menit	92,59 %
2	5		20 menit	90,21 %
3	5		30 menit	90,22 %
4	6	II	10 menit	91,40 %
5	6		20 menit	90,23 %
6	6		30 menit	87,69 %
7	7	III	10 menit	87,40 %
8	7		20 menit	87,05 %
9	7		30 menit	85,81%
10	8	IV	10 menit	72,47 %
11	8		20 menit	81,75 %
12	8		30 menit	90,41 %

Dilakukan analisa data dengan menggunakan perhitungan efektivitas penyerapan terhadap air sumur yang mengandung logam Fe dan logam Cd dengan persamaan :

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

dengan C_1 adalah konsentrasi pencemar sebelum perlakuan dan C_2 adalah konsentrasi pencemar sesudah perlakuan. Sehingga untuk penyerapan dua parameter tersebut diperoleh efektivitasnya.

Adapun untuk grafik data efektivitas karbon aktif dari kulit pisang dalam menyerap logam Fe dengan massa 5 gr, 6 gr, 7 gr, dan 8 gr dengan variasi waktu pengadukan 10menit, 20 menit dan 30 menit dapat dilihat pada Gambar 4.6 :



Gambar 4.6 Grafik Adsorpsi Logam Besi (Fe)

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa, pada massa adsorben 5 gram dan 6 gram, nilai efektivitas adsorpsi logam Fe relatif lebih besar. Pada massa adsorben 7 gram dan 8 gram proses adsorpsi mulai sedikit berkurang efektivitasnya sehingga nilai efektivitas adsorpsinya lebih rendah dibandingkan pada massa adsorben 5 gram dan 6 gram, yaitu nilai efektivitas terendahnya sebesar 87,05%. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyak dosis adsorben yang diberikan maka akan membuat proses adsorpsi Fe semakin berkurang pada adsorben, sehingga kemampuannya menjadi rendah dan kurang efektif. Jika waktu pengadukan tidak stabil maka akan menyebabkan daya serap adsorben tidak bekerja secara maksimal. Hal ini berpengaruh pada kadar logam Fe dalam air sehingga air yang mengandung logam Fe meningkat atau tidak terserap sama sekali. Menurut Purnamasari (2016), Peningkatan daya serap yang tajam terjadi karena tercapainya keadaan setimbang antara jumlah ion logam dalam larutan dengan jumlah partikel karbon aktif yang tersedia. Efektivitas adsorpsi logam Fe yang

diserap oleh adsorben dari kulit pisang kepok terjadi pada massa 5 gram dengan tingkat efektivitas 92,59%.

4.5.2 Efektivitas Adsorpsi Terhadap Logam Cd (kadmium)

Massa adsorben sangat mempengaruhi kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi logam Cd. Pada percobaan ini variasi massa adsorben sebesar 5 gram, 6 gram, 7 gram, dan 8 gram dengan waktu kontak 10 menit sampai dengan 30 menit dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Data hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.4 Efektivitas Adsorpsi Logam Kadmium (Cd)

No	Massa Adsorben (gram)	Pengujian	Variasi Waktu	Efektivitas Adsorpsi (%)
1	5	I	10 menit	92 %
2	5		20 menit	92 %
3	5		30 menit	92 %
4	6	II	10 menit	92 %
5	6		20 menit	94 %
6	6		30 menit	92 %
7	7	III	10 menit	96 %
8	7		20 menit	96 %
9	7		30 menit	96 %
10	8	IV	10 menit	94 %
11	8		20 menit	96 %
12	8		30 menit	94 %

Dilakukan analisa data dengan menggunakan perhitungan efektivitas penyerapan terhadap air sumur yang mengandung logam Fe dan logam Cd dengan persamaan :

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

dengan C_1 adalah konsentrasi pencemar sebelum perlakuan dan C_2 adalah konsentrasi pencemar sesudah perlakuan. Sehingga untuk penyerapan dua parameter tersebut diperoleh efektivitasnya.

Adapun untuk grafik data efektivitas karbon aktif dari kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Cd dengan massa 5 gr, 6 gr, 7 gr, dan 8 gr dengan variasi waktu pengadukan 10 menit, 20 menit dan 30 menit dapat dilihat pada Gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Grafik Adsorpsi Logam Kadmium (Cd)

Berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat bahwa, pada massa 5 gram persentase efektivitas adsorpsi untuk logam Cd sangat seimbang pada 3 variasi waktu pengadukan yaitu dengan efektivitas adsorpsi yang dihasilkan sebesar 92%. Pada massa adsorben 6 gram mengalami sedikit kenaikan kapasitas yang dihasilkan pada variasi waktu 20 menit dengan efektivitas adsorpsi yang di dapat yaitu sebesar 94%. Semakin bertambahnya massa adsorben nilai efektivitas yang dihasilkan mulai meningkat pada massa 7 gram dan 8 gram proses adsorpsi mulai efektif sehingga nilai efektivitas adsorpsinya meningkat jauh yaitu sebesar 96%, dari gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin besar massa adsorben maka semakin berkurang konsentrasi logam Cd, sehingga membuktikan bahwa pada proses adsorpsi ini, massa adsorben sangat berpengaruh karena semakin banyak massa adsorben maka efektivitas karbon aktif kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Cd juga semakin meningkat. Peningkatan daya serap yang tajam terjadi karena tercapainya keadaan setimbang antara jumlah logam dalam air yang tercemar dengan jumlah

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 efektivitas penyisihan juga meningkat (Reyra, dkk. 2017). Efektivitas Adsorpsi tertinggi logam Cd yang diserap oleh karbon aktif terjadi pada massa adsorben 7 gram dengan tingkat efektivitas 96% dari 3 variasi waktu. Berdasarkan nilai efektivitas adsorpsi yang didapat dari penyerapan logam Cd pada air sumur menunjukkan bahwa proses adsorpsi dilakukan sudah bekerja secara maksimal.

4.6 Kapasitas Adsorpsi Terhadap Logam Besi (Fe)

Kapasitas adsorpsi adalah kapasitas dari adsorben dalam menyerap adsorbat. Kapasitas adsorpsi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan zat 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 adsorpsi terhadap penyerapan logam Fe dengan menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok ini dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Kapasitas Adsorpsi Logam Fe

Konsentrasi Awal Fe (mg/L)	Massa Adsorben (gram)	Variasi waktu (menit)	Konsentrasi Akhir Fe (mg/L)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
5,405	5	10	0,4000	100,1
		20	0,5287	975,26
		30	0,5282	975,36
	6	10	0,4643	823,45
		20	0,5276	812,9
		30	0,6650	79
	7	10	0,6810	674,85
		20	0,6996	672,2
		30	0,7669	662,58
	8	10	1,488	489,62
		20	0,9860	552,37
		30	0,5178	610,8

Berdasarkan tabel diatas dilihat bahwa, besarnya kapasitas dari penyerapan ion Besi (Fe) pada masing-masing massa adsorben. Pada adsorben dari kulit pisang dengan larutan masing masing 100 ml, kapasitas tertinggi yaitu ada pada massa adsorben 5 mg dengan masing-masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan tertinggi sebesar 100,1 mg/g pada variasi waktu pengadukan 10 menit, sedangkan kapasitas penyerapan terendah yaitu terdapat pada massa adsorben 8 mg, dengan masing-masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan terendah sebesar 489,62 mg/g.

4.7 Kapasitas Adsorpsi Terhadap Logam Kadmium (Cd)

Kapasitas adsorpsi adalah kapasitas dari adsorben dalam menyerap adsorbat. Kapasitas adsorpsi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan zat 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 adsorpsi terhadap penyerapan logam Cd dengan menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok ini dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Kapasitas Adsorpsi Logam Cd

Konsentrasi Awal Fe (mg/L)	Massa Adsroben (gram)	Variasi waktu (menit)	Konsentrasi Akhir Fe (mg/L)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
0,005	5	10	0,0004	0,092
		20	0,0004	0,092
		30	0,0004	0,092
	6	10	0,0004	0,076
		20	0,0003	0,078
		30	0,0004	0,076
	7	10	0,0002	0,068
		20	0,0002	0,068
		30	0,0002	0,068
	8	10	0,0003	0,058
		20	0,0002	0,06
		30	0,0003	0,058

Berdasarkan tabel diatas dilihat bahwa, besarnya kapasitas dari penyerapan logam Kadmium (Cd) pada masing-masing massa adsorben. Pada adsorben dari kulit pisang dengan larutan masing masing 100 ml, kapasitas tertinggi yaitu ada pada massa adsorben 8 mg dengan masing-masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan tertinggi sebesar 0,06 mg/g pada variasi waktu pengadukan, 20 menit sedangkan kapasitas penyerapan terendah yaitu terdapat pada massa adsorben 7 mg, dengan masing-masing waktu pengadukan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yaitu dengan kapasitas penyerapan terendah sebesar 0,068 mg/g.

Berdasarkan Tabel 4.3 nilai efektivitas adsorpsi logam Fe tidak sejalan dengan nilai kapasitas 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. 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 di dalam air yang mengandung logam Fe tersebut. Jika pada massa adsorben yang rendah bisa lebih maksimal penyerapan partikel-partikel yang ada di air yang mengandung logam Fe dikarenakan tidak terjadinya proses desorpsi, sehingga tidak terjadi penurunan pada kapasitas penyerapannya.

Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji pada perlakuan menggunakan adsorben dari kulit pisang kepok dalam mengadsorpsi logam Fe. Pada perlakuan menggunakan adsorben dari kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Fe pada air sumur yang tercemar belum terlalu efektif dalam menyerap logam Fe. Efektivitas adsorpsi tertinggi yang dihasilkan pada massa adsorben 5 gram yaitu sebesar 92,59 % dan kapasitas adsorpsi tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 100,1 mg/g, Akan tetapi

semakin bertambahnya massa adsorben nilai efektivitasnya semakin menurun. Menurut (Reyra, dkk. 2017), penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum berikatan semuanya dengan adsorbat. Penyebab dari penurunan yang terjadi menurut (Shukla,2002) diakibatkan dari jumlah adsorben yang besar menciptakan agregasi partikel dan mengakibatkan penurunan total luas permukaan serta peningkatan disfungsional yang menyebabkan penurunan jumlah penyerapannya, selain itu dengan penambahan dosis juga beresiko menimbulkan kekeruhan pada air yang tercampur dengan karbon aktif.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji pada perlakuan menggunakan adsorben dari kulit pisang kepok dalam mengadsorpsi logam Cd. pada perlakuan menggunakan adsorben dari kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Cd yang terkandung dalam air mengalami peningkatan seiring bertambahnya massa adsorben yang diaplikasikan kedalam air sumur yang tercemar. Efektivitas adsorpsi tertinggi yang dihasilkan pada massa adsorben 7 gram dan 8 gram yaitu sebesar 96 % dan kapasitas adsorpsi tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar 0,06mg/g. 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). Persentase penyisihan atau disebut juga efektivitas penyerapan dinyatakan berdasarkan banyaknya konsentrasi kadar logam yang terserap oleh adsorben (Sylvia, dkk, 2021), dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa semakin besar massa adsorben maka semakin berkurang konsentrasi logam Cd, sehingga membuktikan bahwa pada proses adsorpsi ini, massa adsorben sangat berpengaruh karena semakin banyak massa adsorben maka efektivitas karbon aktif dari kulit pisang dalam mengadsorpsi logam Cd juga semakin meningkat. Semakin banyak jumlah adsorben maka akan memperluas penyerapan ion logam pada suatu larutan sehingga nilai efektivitas penyerapannya akan meningkat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Efektivitas adsorpsi paling tinggi dalam penyisihan logam Fe pada air sumur dengan menggunakan adsorben dari kulit pisang kepok adalah pada massa adsorben 5 gram dengan variasi waktu pengadukan 10 menit yaitu sebesar 92,56 %, dari konsentrasi pencemar 5,405 mg/L menjadi konsentrasi setelah diproses yaitu 0,4000 mg/L, sedangkan untuk efektivitas adsorpsi paling tinggi dalam penyisihan logam Cd pada air sumur dengan menggunakan karbon aktif dari kulit pisang kepok adalah pada massa adsorben 7 gram dan 8 gram dengan variasi waktu 10 menit sampai dengan 30 menit yaitu sebesar 96 %, dari konsentrasi pencemar 0,005 mg/L menjadi konsentrasi setelah di proses yaitu sebesar 0,0002 mg/L
2. Kapasitas adsorpsi paling tinggi yang dihasilkan dalam penyerapan logam Fe yaitu sebesar 100,1 mg/g dan kapasitas adsorpsi paling tinggi yang dihasilkan dalam penyerapan logam Cd yaitu sebesar 0,06 mg/g.

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 limbah kulit pisang kepok untuk mengadsorpsi logam berat lainnya yang terkandung dalam air sumur seperti Timbal (Pb), Kromium (Cr), dan merkuri (Hg)
2. Bagi peneliti selanjutnya aktivasi adsorben juga dapat dilakukan dengan aktivator bahan kimia lainnya untuk mendapatkan pori-pori daya serap dari karbon aktif yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, C., Khair, R. M., & Saputra, M. W. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru :Fe Dan Mn. Jukung (*Jurnal Teknik Lingkungan*), 1(1), 8–15.
- Adinata M., R. (2013). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Karbon Aktif, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional, Jawa Timur. Adinata, M. R. (2013).
- Abd Rachman Syah Yusuf, 2017, *Efektivitas Tugas Pegawai dalam pelayanan publik (Pada Kantor Kelurahan Kadia Kecamatan Kadia Kota Kendari)*, Dipublikasikan, Universitas Halu.
- 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.
- Bledzki AK, Mamun AA, Volk J. 2010. Barley husk and coconut shell reinforced polypropylene composites: The effect of fibre physical, chemical and surface properties. *Composites Science and Technology*. 70: 840-846.
- Castro, *Efektivitas Karbon Aktif Kulit Singkong Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Air Sumur Gali Di Desa Amplas Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2011*. Skripsi. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Chairul, Abdi, Riza, M. K., & M. Wahyudin S., 2015, *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata L.) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru : Fe dan Mn, Kalimantan*, Universitas Lambung Mangkurat.
- Dewi, M.S. (2015). *Pemanfaatan Arang Kulit Pisang Raja Teraktivasi H₂SO₄ untuk Menurunkan Kadar Ion Pb 2+ dalam Larutan*. Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.

- Damayanti, T. (2020). Pengaruh Variasi Massa Biochar Dari Kulit Singkong (Manihot esculenta Crants) Termodifikasi Fe_3O_4 Terhadap Adsorpsi Limbah Methylene Blue. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- 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.
- Fadilah, K., & Utami, B. (2016). Pemanfaatan Arang Aktif Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) Sebagai Adsorben Dalam Meningkatkan Kualitas Minyak Goreng Bekas dengan Variasi Konsentrasi Aktivator dan Waktu Kontak. Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia 136–141.
- 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.
- Govint, A, M. *Efektivitas Sekam Padi dan Kulit Pisang Kepok sebagai Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali di Desa Paya Lombana Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Serdang Bedagai*. Universitas Sumatera Utara. 2017.
- Hevira, Linda., Zein, R., dan Munaf, E. (2019). Efisiensi Penyerapan Ion Logam terhadap pH dan Waktu Kontak Menggunakan Cangkang Ketapang. *Katalisator*, 4(1), 42-52.
- Ismiyati, M. (2020). *Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Bioadsorben untuk Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Sistem Batch*. Skripsi. Surabaya. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- IMumpuni, I. D., Maslahat, M., & Susanty, D. (2021). *Activation of oil palm empty bunches with hydrochloride acid & phosphoric acid and characterization based SNI No. 06-3730-1995*. *J. Sains Nat*, 11(1), 16.
- Laos, L.E. dan Selan, A. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1), 32–36.

- Legiso dan Heni, J. (2019). Perbandingan Efektivitas Karbon Aktif Sekam Padi Dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Sungai Enim. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019, 1–13.
- Lustiningrum, I.A. (2013). *Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Kismoyoso Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali. Skripsi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah.*
- Musafira;, & Dzulkifli; (2020). Penyerapan Ion Logam Merkuri Menggunakan Arang Aktif Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Formatypica). KOVALEN: *Jurnal Riset Kimia*, 6(1), 39–44.
- Masriatini, R. (2017). Pembuatan Karbon Aktif Kulit Pisang. 2(1), 53-57.
- Mona, M.G., Kekenusa, J.S., dan Prang, J.D. (2015). Penggunaan Regresi Linear Berganda untuk Menganalisis Pendapatan Petani Kelapa Studi Kasus: Petani Kelapa Di Desa Beo, Kecamatan Beo Kabupaten Talaud. 4(2), 176-203.
- 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
- Nurafriyanti, N., Prihatini, N. S., & Syauqiah, I. (2017). 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), 56–65.
- Ningsih, D. A., Said, I., & Ningsih, P. (2016). Adsorpsi logam timbal (Pb) dari larutannya dengan menggunakan adsorben dari tongkol jagung. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(2), 55-60.
- Parulian, A. 2009. *Monitoring dan Analisis Kadar Alumunium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal*. Pascasarjana USU Press Medan

- Purnama, P. E., Sri Panca Dewi, I., & Ratnayani, K. (2016). Kapasitas Adsorpsi Beberapa Jenis Kulit Pisang Teraktivasi Naoh Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Jurnal Kimia*, 9(2), 196–202.
- Putra, I.P.K.A., Narwati., Hermiyanti, P., dan Trisyanti, H. (2019). Bioadsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) pada Larutan Pb. *Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 10(4), 1–7.
- 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.
- Rahayu, T. (2004). Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura Dan Upaya Penjernihannya. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 5(2), 104–124.
- Rahmawati, A., 2011, Pengaruh Derajat Keasaman Terhadap Adsorpsi Logam Kadmium (II) dan Timbal (II) Pada Asam Humat, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 12(1), pp.1-14.
- 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.
- Sari, D.R., Destiarti, L. & Wahyuni, N., 2014, Sintesis Pasir Kuarsa Terlapis mangan Dioksida dan Optimasi pH dalam Menurunkan Kadar Besi pada Tanah, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3(4),
- Sari, M., & Huljana, M. (2019). 3135-Article Text-8356-1-10-20190305. *Alkimia: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 3(1), 1–5.
- 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

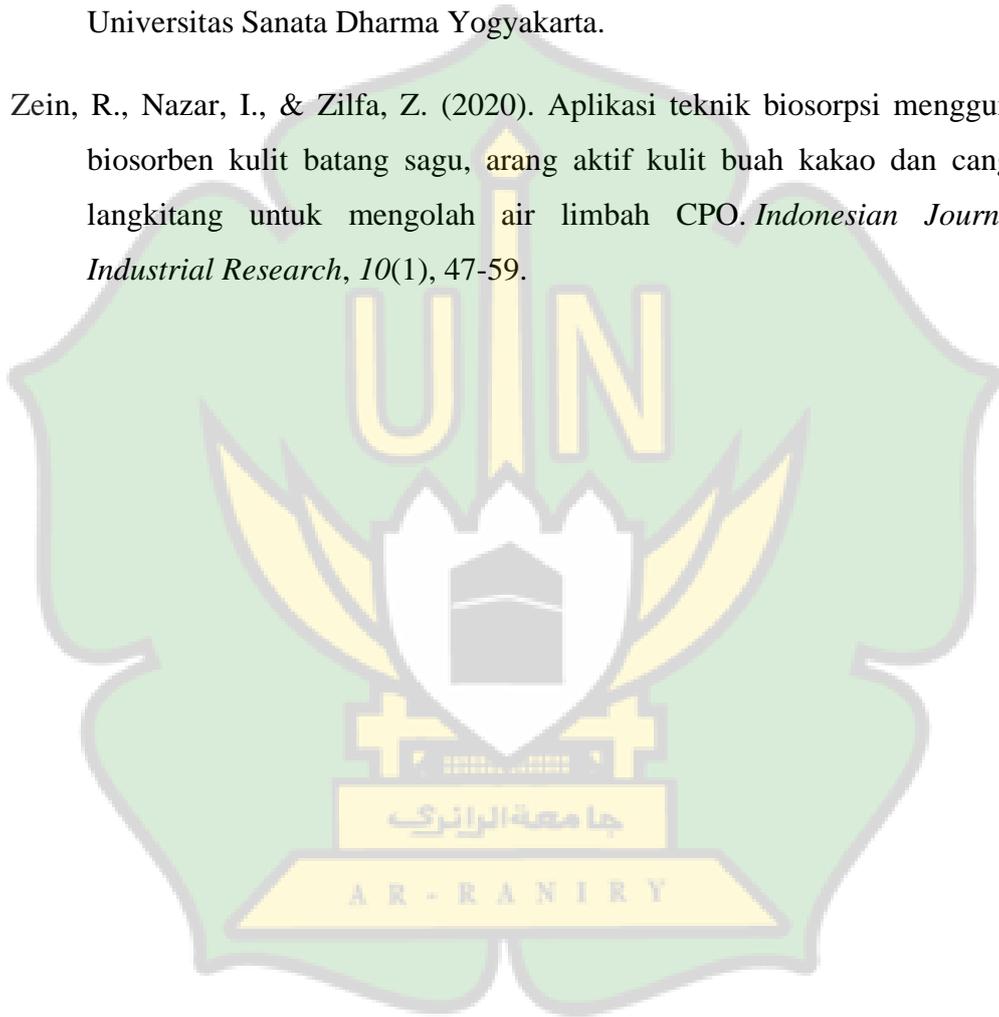
- Shukla, A., Y-H. Zhang, P. Dubey, J.L. Margrave, and S.S. Shukla. (2002). *The Role of Sawdust in The Removal of Unwanted Materials from Water*. *J. Hazard. Mater.*, 35, 137-152.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72.
- Susilawaty, A., Amansyah, M., dan Jumiati. (2015). Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Besi (Fe) dengan Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok di Dusun Alekanrung Desa Kanrung Kabupaten Sinjai, 7(2), 166–174.
- Siregar, Y. D. I., Heryanto, R., Lela, N., & Lestari, T. H. (2015). Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(November), 103–116.
- Suyitno, P.P.W. dan Heriawati. (2015). Metode Regresi Linier Berganda Kualitas Super Member Supermall terhadap Peningkatan Jumlah Pengunjung pada Supermall Kerawang. 2(2). 101-116.
- Susana, T. (2003). Air sebagai Sumber Kehidupan. 3, 17-25.
- Valentine, D. A., Lestari, E., & Mutia, D. (n.d.). (2022). *Pengurangan Kadar COD dan BOD Pada Air Sumur Gali Menggunakan Adsorben Dari Kulit Pisang*. 5(2), 66–71.
- Wardani, S., . E., & Viena, V. (2008). Potensi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminate* L) Dalam Menyerap Gas CO Dan SO₂ Pada Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Serambi Engineering*, 3(1), 262–270.
- Wardani, G.A. & Wulandari, W.T. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) sebagai Biosorben Ion Timbal (II). *Kimia*, 4(2), 143–148.
- Wardhana, Wisnu Arya,(2001),Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

Winarti, S. (2010). Makanan Fungsional. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Yudhistira, S. (2019). Pengaruh Konsentrasi Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata L.) Terhadap Kandungan Logam Besi (Fe) Pada Air Limbah Dan Air Tanah Alami. 1(1), 17-23.

Yuniarti, B. (2007). *Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya. Skripsi.* Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Zein, R., Nazar, I., & Zilfa, Z. (2020). Aplikasi teknik biosorpsi menggunakan biosorben kulit batang sagu, arang aktif kulit buah kakao dan cangkang langkitang untuk mengolah air limbah CPO. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 10(1), 47-59.



LAMPIRAN PERHITUNGAN

1. Perhitungan Rendemen karbon aktif

$$\begin{aligned}\text{Rendemen karbon aktif} &= \frac{\text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{95,76 \text{ gram}}{700 \text{ gram}} \times 100 \% \\ &= 13,68 \%\end{aligned}$$

2. Perhitungan kadar air

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel akhir}} \times 100\% \\ &= \frac{501,76 \text{ gram} - 436,75 \text{ gram}}{436,75 \text{ gram}} \times 100 \% \\ &= 12,9 \%\end{aligned}$$

3. Perhitungan kadar abu

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu} &= \frac{\text{berat abu akhir}}{\text{berat sampel awal}} \\ &= \frac{0,197 \text{ gram}}{2 \text{ gram}} \times 100 \% \\ &= 9,8 \%\end{aligned}$$

4. Perhitungan Konsentrasi H₂SO₄ 0,1 M

Diketahui : Densitas H₂SO₄ = 1,83 gr/mL %

H₂SO₄ = 98 %

Mr H₂SO₄ = 2 gr/mol

Ditanya : V H₂SO₄ ?

$$\begin{aligned}\text{Penyelesaian : } M^1 &= P \times \% \times \frac{P \times \% \times 10}{Mr} \\ &= \frac{1,83 \text{ gr/cm}^3}{2} \times 98 \% \times 10 \frac{98 \% \times 10}{98 \text{ gr/mol}} \\ &= \frac{1,793}{98}\end{aligned}$$

$$= 18,3 \text{ mol/ml}$$

$$M_1 \cdot M_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ ml} \times 1m}{18,3}$$

$$= 54,64 \text{ ml}$$

5. Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Besi (Fe)

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Besi (Fe) 5 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 5 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,4000}{5,405} \times 100\%$$

$$= 92,56 \%$$

b. Massa Adsorben 5 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,5287}{5,405} \times 100\%$$

$$= 90,21 \%$$

c. Massa Adsorben 5 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,5282}{5,405} \times 100\%$$

$$= 90,22 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Besi (Fe) 6 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 6,5 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,4643}{5,405} \times 100\%$$

$$= 91,40 \%$$

b. Massa Adsorben 6,5 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,5276}{5,405} \times 100\%$$

$$= 90,23 \%$$

c. Massa Adsorben 6,5 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,6650}{5,405} \times 100\%$$

$$= 87,89 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Besi (Fe) 7 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 7 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,6810}{5,405} \times 100\%$$

$$= 87,40 \%$$

b. Massa Adsorben 7 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,6996}{5,405} \times 100\%$$

$$= 87,05 \%$$

c. Massa Adsorben 7 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 1,488}{5,405} \times 100\%$$

$$= 72,47 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Besi (Fe) 8 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 8 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 1,488}{5,405} \times 100\%$$

$$= 72,47 \%$$

b. Massa Adsorben 8 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,9860}{5,405} \times 100\%$$

$$= 81,75 \%$$

c. Massa Adsorben 8 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{5,405 - 0,5178}{5,405} \times 100\%$$

$$= 90,41 \%$$

6. Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Kadmium (Cd)

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Kadmium (Cd) 5 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 5 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0004}{0,005} \times 100\%$$

$$= 92 \%$$

b. Massa Adsorben 5 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0004}{0,005} \times 100\%$$

$$= 92 \%$$

c. Massa Adsorben 5 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0004}{0,005} \times 100\%$$

$$= 92 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Kadmium (Cd) 6 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 6 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0004}{0,005} \times 100\%$$

$$= 92 \%$$

b. Massa Adsorben 6 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0003}{0,005} \times 100\%$$

$$= 94 \%$$

c. Massa Adsorben 6 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0004}{0,005} \times 100\%$$

$$= 92 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Kadmium (Cd) 7 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 7 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0002}{0,005} \times 100\%$$

$$= 96 \%$$

b. Massa Adsorben 7 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0002}{0,005} \times 100\%$$

$$= 96 \%$$

c. Massa Adsorben 7 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0002}{0,005} \times 100\%$$

$$= 96 \%$$

Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Kadmium (Cd) 8 gram (10 menit – 30 menit)

a. Massa Adsorben 8 gram (10 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0003}{0,005} \times 100\%$$

$$= 94 \%$$

b. Massa Adsorben 8 gram (20 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0002}{0,005} \times 100\%$$

$$= 96 \%$$

c. Massa Adsorben 8 gram (30 menit)

$$Ef(\%) = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \%$$

$$Ef(\%) = \frac{0,005 - 0,0003}{0,005} \times 100\%$$

$$= 94 \%$$

7. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Fe (Besi)

Massa 5 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 5 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,4000) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 100,1 \text{ mg/g}$$

b. Massa 5 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,5287) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 975,26 \text{ mg/g}$$

c. Massa 5 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,5282) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 975,36 \text{ mg/g}$$

Massa 6 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 6 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,4643) \times 100 \text{ ml}}{6}$$
$$= 823,45 \text{ mg/gr}$$

b. Massa 6 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,5276) \times 100 \text{ ml}}{6}$$
$$= 812,9 \text{ mg/g}$$

c. Massa 6 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,6650) \times 100 \text{ ml}}{6}$$

$$= 79 \text{ mg/g}$$

Massa 7 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 7 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,6810) \times 100 \text{ ml}}{7}$$

$$= 674,85 \text{ mg/g}$$

b. Massa 7 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,6996) \times 100 \text{ ml}}{7}$$

$$= 672,2 \text{ mg/g}$$

c. Massa 7 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,7669) \times 100 \text{ ml}}{7}$$

$$= 662,58 \text{ mg/g}$$

Massa 8 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 8 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 1,488) \times 100 \text{ ml}}{8}$$

$$= 489,62 \text{ mg/g}$$

b. Massa 8 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,9860) \times 100 \text{ ml}}{8}$$

$$= 552,37 \text{ mg/g}$$

c. Massa 8 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(5,405 - 0,5178) \times 100 \text{ ml}}{8}$$
$$= 610,8 \text{ mg/g}$$

8. Perhitungan Kapasitas Adsorpsi Cd (Kadmium)

Massa 5 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 5 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0004) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 0,092 \text{ mg/g}$$

b. Massa 5 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0004) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 0,092 \text{ mg/g}$$

c. Massa 5 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0004) \times 100 \text{ ml}}{5}$$
$$= 0,092 \text{ mg/g}$$

Massa 6 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 6 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0004) \times 100 \text{ ml}}{6}$$
$$= 0,076 \text{ mg/g}$$

b. Massa 6 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0003) \times 100 \text{ ml}}{6}$$
$$= 0,078 \text{ mg/g}$$

c. Massa 6 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0004) \times 100 \text{ ml}}{6}$$
$$= 0,076 \text{ mg/g}$$

Massa 7 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 7 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0002) \times 100 \text{ ml}}{7}$$
$$= 0,068 \text{ mg/g}$$

b. Massa 7 gram 20 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0002) \times 100 \text{ ml}}{7}$$
$$= 0,068 \text{ mg/g}$$

c. Massa 7 gram 30 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0002) \times 100 \text{ ml}}{7}$$
$$= 0,068 \text{ mg/g}$$

Massa 8 gram 10 menit – 30 menit

a. Massa 8 gram 10 menit

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

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0003) \times 100 \text{ ml}}{8}$$
$$= 0,058 \text{ mg/g}$$

b. Massa 8 gram 20 menit

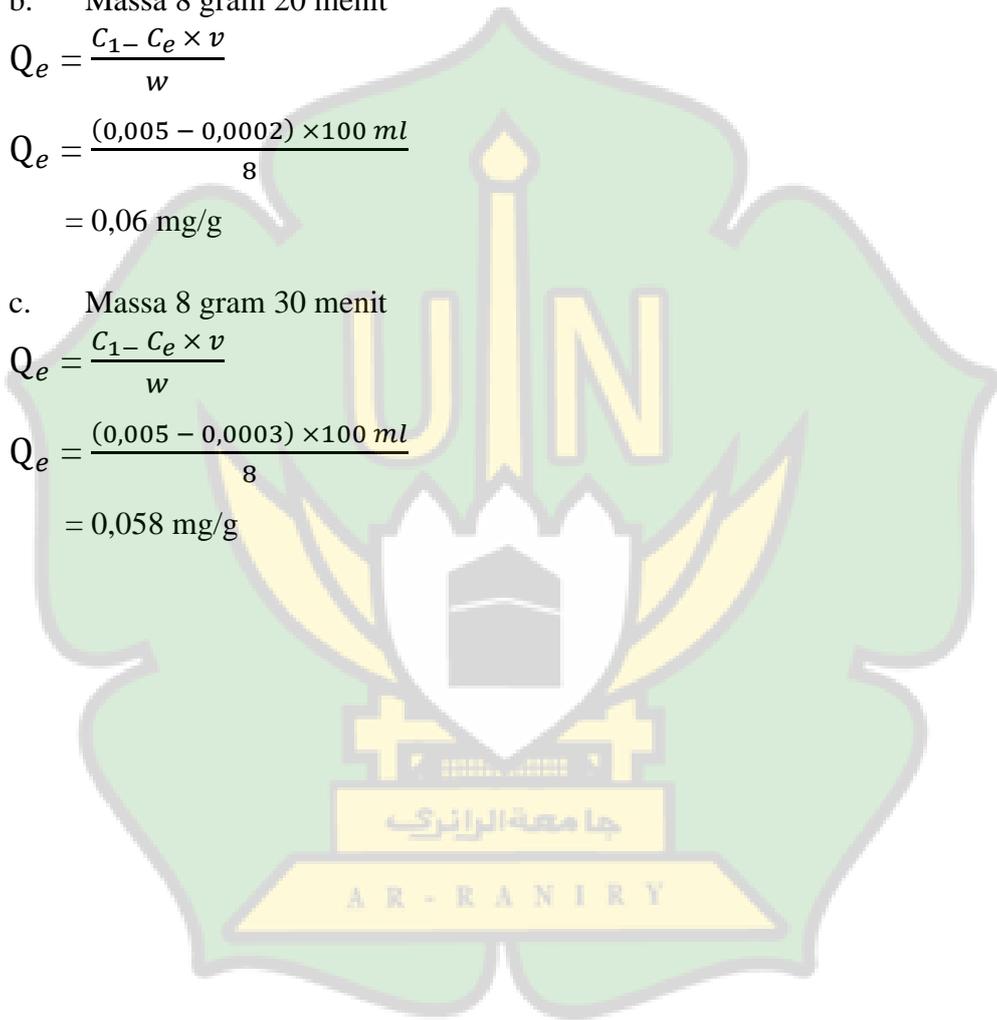
$$Q_e = \frac{C_1 - C_e \times v}{w}$$

$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0002) \times 100 \text{ ml}}{8}$$
$$= 0,06 \text{ mg/g}$$

c. Massa 8 gram 30 menit

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

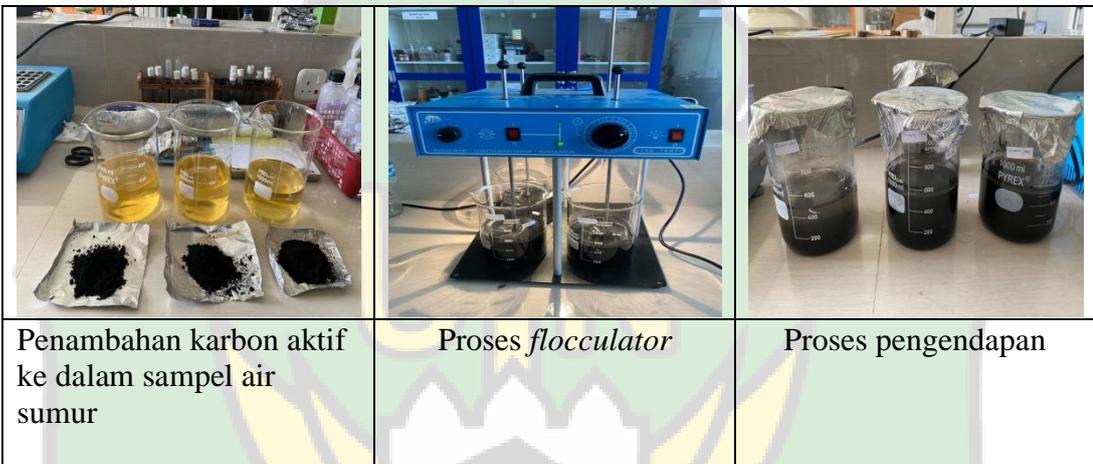
$$Q_e = \frac{(0,005 - 0,0003) \times 100 \text{ ml}}{8}$$
$$= 0,058 \text{ mg/g}$$



LAMPIRAN B
DOKUMENTASI PENELITIAN

A. Tahapan pembuatan karbon aktif

		
<p>Penjemuran kulit pisang</p>	<p>Kulit pisang dipotong dengan ukuran 3 cm</p>	<p>Penimbangan uji karakteristik</p>
		
<p>Pengeringan dalam oven</p>	<p>Pendinginan dalam desikator</p>	<p><i>muffle furnace</i> dengan suhu 400 °</p>
		
<p>Setelah di <i>muffle furnace</i></p>	<p>Proses penghalusan</p>	<p>Pengayakan dengan ayak 100 <i>mesh</i></p>



LAMPIRAN C
LEMBAR HASIL PENGUJIAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

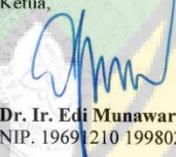
Nomor: 041/JTK-USK/LTPKL/2023

Nama Pelanggan : Akmul Hafiz
Alamat Pelanggan : Lamkeunung-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 19 Mei 2023
Jenis Contoh Uji : Air Sumur Dangkal
Parameter Analisa : Fe (Besi)
Tanggal di Analisa : 21 Mei 2023
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Baku Mutu Air Nasional)

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Uji Kontrol	mg/l	0,03	5,405	

* Baku mutu merujuk kepada Baku Mutu Air Kelas I

Darussalam, 21 Mei 2023
Ketua,


Dr. Ir. Edi Munawar, S.T, M.Eng.
NIP. 19691210 199802 1001

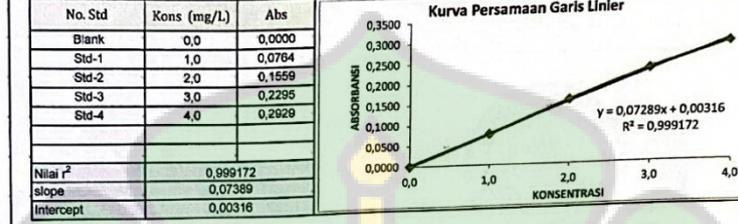


Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi

Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syeikh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

LEMBAR KOMPILASI DATA

1. Nama pengguna layanan : Akhmul Hafiz
2. Tanggal pengujian : 17 - 30 Mei 2023
3. Nama sampel : Larutan kerja
4. Jumlah sampel : 12 (Dua belas)
5. Parameter uji : Besi (Fe)
6. Metode uji : AAS - Flame



8. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 2 mg/L	0,1516	2,009	1	2,009	0,16	100,36
2	Std-8 2 mg/L	0,1512	2,004	1	2,004	Ok	Ok
3	Std-9 2 mg/L	0,1516	2,009	1	2,009		

MDL = 0,0622 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 2 mg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs	StdKons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	Ket
1	10 m 5 g	0,0327	0,4000	1	0,4000	OK
2	20 m 5 g	0,0422	0,5287	1	0,5287	OK
3	30 m 5 g	0,0422	0,5282	1	0,5282	OK
4	10 m 6,5 g	0,0375	0,4643	1	0,4643	OK
5	20 m 6,5 g	0,0421	0,5276	1	0,5276	OK
6	30 m 6,5 g	0,0523	0,6650	1	0,6650	OK
7	10 m 7 g	0,0535	0,6810	1	0,6810	OK
8	20 m 7 g	0,0549	0,6996	1	0,6996	OK
9	30 m 7 g	0,0598	0,7669	1	0,7669	OK
10	10 m 8 g	0,1131	1,488	1	1,488	OK
11	20 m 8 g	0,0760	0,9860	1	0,9860	OK
12	30 m 8 g	0,0414	0,5178	1	0,5178	OK

Analis: Rizki Kurniawan, S.Si. (Signature)
 Kepala Lab: Rizki Kurniawan, S.Si., M.Si. (Signature)
 Banda Aceh, 30 Mei 2023
 FST



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
LABORATORIUM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7551 423/Fax: 0651-7553020 Email : laboratorium.fst@ar-raniry.ac.id

LAPORAN HASIL UJI

Nomor : B-30/Un.08/FST-Lab/KP.07.6/5/2023

Nama pengguna layanan : Akhmul Hafiz
No. Telpn : 082285692829
Tanggal diterima : 17 Mei 2023
Tanggal pengujian : 17 - 30 Mei 2023
Nama sampel : Larutan kerja
Spesifikasi sampel : Cair
Jumlah sampel : 12 (dua belas)
Pengambilan sampel : Oleh yang bersangkutan

Informasi Hasil Pengujian Sampel

Larutan kerja

No	Nama Sampel	Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Metode
1	10 m 5 g	Fe	0,4000	mg/L	AAS-Flame
2	20 m 5 g	Fe	0,5287	mg/L	AAS-Flame
3	30 m 5 g	Fe	0,5282	mg/L	AAS-Flame
4	10 m 6,5 g	Fe	0,4643	mg/L	AAS-Flame
5	20 m 6,5 g	Fe	0,5276	mg/L	AAS-Flame
6	30 m 6,5 g	Fe	0,6650	mg/L	AAS-Flame
7	10 m 7 g	Fe	0,6810	mg/L	AAS-Flame
8	20 m 7 g	Fe	0,6996	mg/L	AAS-Flame
9	30 m 7 g	Fe	0,7669	mg/L	AAS-Flame
10	10 m 8 g	Fe	1,488	mg/L	AAS-Flame
11	20 m 8 g	Fe	0,9860	mg/L	AAS-Flame
12	30 m 8 g	Fe	0,5178	mg/L	AAS-Flame

- Catatan :
1. LHU yang ditampilkan hanya berhubungan dengan contoh yang di uji.
 2. LHU ini dibuat untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini
 3. Laboratorium FST tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian dan tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga atas penggunaan laporan ini.
 4. Laporan hasil uji tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya dan atas persetujuan dari laboratorium.
- Metode Limit Deteksi (MDL) Fe = 0,0622 mg/L.

Banda Aceh, 30 Mei 2023
Kepala Laboratorium FST



Hadri Kurniawan

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 19 Juni 2023 Nomor Laporan : 1361/LHU/LABBA/BSPJI-Aceh/VI/2023
Date of issue Report Number

Kepada : Akmul Hafiz Nomor Analisis : Kim - 23 366 s/d 378
To UIN AR - Raniry Analisis Number
di - Banda Aceh

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

Dari Contoh : Air Sumur Nomor BAPC : 134/lnsd/Kim/05/2023
Of the Sample (s) BAPC Number

Keterangan contoh : Diantar Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
Identify For Analysis

Kode Contoh : " Tertampir " Diambil dari : -
Code Sample Taken from

Tanggal Sampling : - Tanggal Penerimaan : 23 Mei 2023
Date Of Sampling Received On

Tanggal Analisis : 24 Mei 2023 Hasil :
Date of Analysis Results

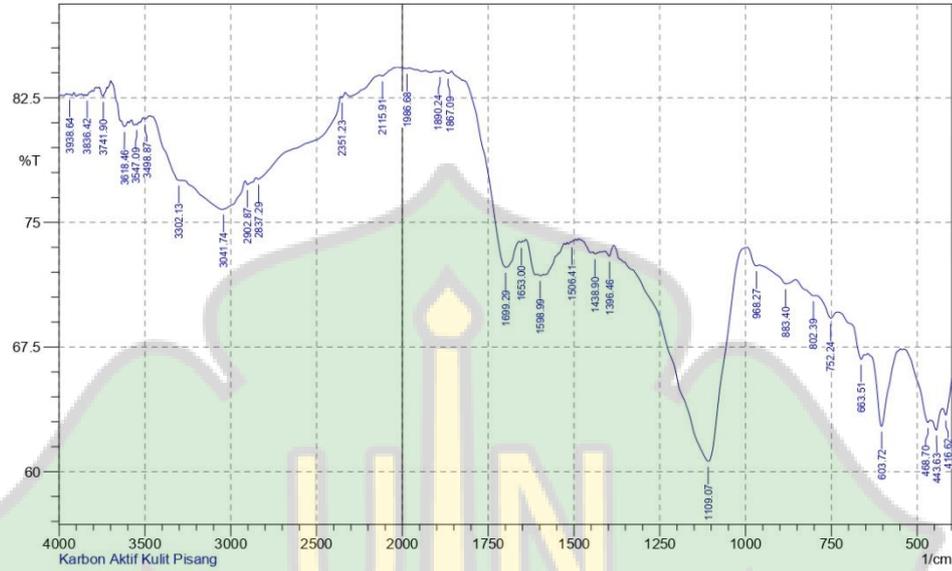
No.	Kode Contoh	Satuan	Metode Uji	Persyaratan Uji Permenkes No 2 Tahun 2023	HASIL
					Cadmium (Cd) (terlarut)
1	Uji Kontrol	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,005
2	5 gr (10 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0004
3	5 gr (20 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0004
4	5 gr (30 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0004
5	6,5 gr (10 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0004
6	6,5 gr (20 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0003
7	6,5 gr (30 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0004
8	7 gr (10 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0002
9	7 gr (20 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0002
10	7 gr (30 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0002
11	8 gr (10 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0003
12	8 gr (20 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0002
13	8 gr (30 Menit)	mg/L	SNI 3554:2015 Butir 3.26.3.1	Maks. 0,003	0,0003

Keterangan : *) = Bawah Limit Deteksi Metode

BSPJI BANDA ACEH
Manajer Teknik LABBA
Syarifuddin / ST., MT
NIP. 197603032002502 1 001

LAMPIRAN D

HASIL UJI FTIR (*Fourier Transform Infrared*)



Peak	Intensy	Corr. Intensy	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	
1	416.62	63.404	1.034	426.27	399.26	5.206	0.11
2	443.63	62.506	0.958	460.99	428.2	6.568	0.093
3	468.7	62.951	0.477	538.14	462.92	13.94	0.054
4	603.72	62.732	4.479	642.3	549.71	17.022	1.062
5	663.51	66.768	0.523	731.02	655.8	12.377	0.042
6	752.24	69.231	0.678	794.67	732.95	9.621	0.094
7	802.39	70.584	0.11	852.54	796.6	8.339	0.038
8	883.4	71.304	0.498	958.62	854.47	14.98	0.114
9	968.27	72.386	0.285	995.27	960.55	4.794	0.038
10	1109.07	60.614	12.914	1382.96	997.2	65.186	13.72
11	1396.46	72.97	0.465	1408.04	1384.89	3.133	0.031
12	1438.9	73.109	0.094	1442.75	1425.4	2.356	0.006
13	1506.41	73.82	0.043	1508.33	1494.83	1.773	0.002
14	1598.99	71.795	0.064	1606.7	1591.27	2.218	0.003
15	1653	73.794	0.078	1658.78	1649.14	1.271	0.002
16	1699.29	72.296	3.583	1855.52	1660.71	20.866	1.158
17	1867.09	83.968	0.158	1880.6	1857.45	1.749	0.012
18	1890.24	84.08	0.042	1896.03	1882.52	1.015	0.002
19	1986.68	84.262	0.045	2004.04	1980.89	1.719	0.004
20	2115.91	83.812	0.137	2131.34	2048.4	6.266	0.026
21	2351.23	82.532	0.107	2357.01	2333.87	1.917	0.009
22	2837.29	77.603	0.213	2850.79	2358.94	48.93	1.541
23	2902.87	77.271	0.249	2914.44	2852.72	6.859	0.056
24	3041.74	75.795	0.028	3043.67	2916.37	14.925	0.225
25	3302.13	77.537	0.044	3469.94	3300.2	16.979	0.024
26	3498.87	81.222	0.111	3510.45	3473.8	3.296	0.012
27	3547.09	80.882	0.073	3552.88	3533.59	1.771	0.004
28	3618.46	80.765	0.335	3641.6	3599.17	3.901	0.041
29	3741.9	82.577	0.552	3765.05	3720.69	3.63	0.07
30	3836.42	82.649	0.047	3838.34	3822.91	1.271	0.002
31	3938.64	82.706	0.009	3942.5	3936.71	0.477	0

Date/Time; 6/7/2023 2:28:19 PM

No. of Scans;

Resolution;

Apodization;