

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN ADSORBEN ALAMI ECENG GONDOK  
(*EICHORHONIA CRASSIPES*) SEBAGAI UPAYA  
PENGURANGAN ZAT BESI (Fe) PADA MATA AIR JOMPI  
KABUPATEN MUNA, SULAWESI TENGGARA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**FIKY PUTRI ALIFIA SAMAU  
18513056**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023**

## TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ADSORBEN ALAMI ECENG GONDOK  
(*EICHORMONIA CRASSIPES*) SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN ZAT  
BESI (Fe) PADA MATA AIR JOMPI KABUPATEN MUNA, SULAWESI  
TENGGERA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



**Fiky Putri Alifia Samaul**

18513056

Disetujui,  
Dosen Pembimbing.

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal:

NIK. 155130112

Tanggal:



Mengetahui,\*

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

YOGYAKARTA

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal:

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMANFAATAN ADSORBEN ALAMI ECENG GONDOK (*EICHORMONIA CRASSIPES*) SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN ZAT BESI (Fe) PADA MATA AIR JOMPI KABUPATEN MUNA, SULAWESI TENGGARA**

**Hari : Jumat**

**Tanggal : 18 Agustus 2023**

**Disusun Oleh :**

**Fiky Putri Alifia Samaul**

**18513056**

**Tim Penguji :**

**1. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES, Ph.D.**

**2. Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.**

**3. Annisa Nur Lathifah, S.Si, M.Biotech, M.Agr, Ph.D.**



(.....)



(.....) 18.08.2023

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta,

Yang membuat pernyataan,



Fiky Putri Alifia Samaul

NIM : 18513056



## ABSTRAK

FIKY PUTRI ALIFIA SAMAUL. Pemanfaatan Adsorben Alami Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Upaya Pengurangan Zat Besi (Fe) Pada Mata Air Jompi Kabupaten Muna.

EKO SISWOYO, ST, M.Sc,ES, Ph.D.

Air tanah, khususnya air sumur mengandung banyak zat besi. Air tanah biasanya memiliki konsentrasi karbon dioksida yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kondisi anaerobik. Air yang disalurkan oleh PDAM Kabupaten Muna ke rumah masyarakat cenderung memiliki warna kuning kecoklatan, keruh, serta sering tidak tersalurkan. Air tanah memiliki kandungan zat besi (Fe) yang cukup besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa konsentrasi Fe pada mata air Jompi Kabupaten Muna dan menganalisis kemampuan adsorben dari Eceng Gondok dalam menurunkan Fe pada mata air Jompi Kabupaten Muna. Salah satu upaya mengurangi kandungan logam zat besi (FE) yang tercemar dalam air dengan melalui proses adsorpsi. Eceng gondok berpotensi menjadi bahan baku pembuatan adsorben karena memiliki kandungan silika sebesar 5,56% yang memungkinkan eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai adsorben alami (bioadsorben). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Eceng Gondok mampu menyerap kandungan zat besi (Fe) dengan massa adsorben sebesar 25 mg, pH 6, Waktu kontak 120 menit. Presentase (%) removal penurunan Fe untuk masing-masing variasi (99,18%, 98,97%, 98,25%). Berdasarkan hasil penelitian, Eceng Gondok mampu menjadi adsorben sebagai pengurangan kadar zat besi (Fe) pada air.

Kata kunci: Adsorpsi, Air Tanah, Eceng Gondok, Logam besi (Fe)

## ABSTRACT

FIKY PUTRI ALIFIA SAMAN. *Utilization of Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) Natural Adsorbent as an Effort to Reduce Iron (Fe) in Jompi Spring, Muna Regency.*

EKO SISWOYO, ST, M.Sc,ES, Ph.D.

*Groundwater, especially well water, contains a lot of iron. Groundwater usually has a high enough concentration of carbon dioxide to cause anaerobic conditions. The water that is distributed by PDAM Muna Regency to people's homes tends to have a brownish yellow color, is cloudy, and is often not channeled. Groundwater contains a large amount of iron (Fe). This study aims to determine the concentration of Fe in the Jompi springs, Muna Regency and to analyze the ability of the adsorbent from water hyacinth to reduce Fe in the Jompi springs, Muna Regency. One of the efforts to reduce the content of polluted metal iron (FE) in water is through an adsorption process. Water hyacinth has the potential to be a raw material for making adsorbents because it has a silica content of 5.56% which allows water hyacinth to be used as a natural adsorbent (bioadsorbent). The results showed that water hyacinth was able to absorb iron (Fe) with an adsorbent mass of 25 mg, pH 6, contact time 120 minutes. Percentage (%) removal of Fe decreased for each variation (99.18%, 98.97%, 98.25%). Based on the research results, water hyacinth is able to become an adsorbent as a reduction in iron (Fe) levels in water.*

*Keywords: Adsorption, Groundwater, Hyacinth, Ferrous metal (Fe)*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>9</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>10</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>11</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>12</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>12</b>
1.1 LATAR BELAKANG.....	12
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	14
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	14
1.4 MANFAAT PENELITIAN.....	14
1.5 RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	14
1.6 HIPOTESIS PENELITIAN.....	<b>KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.</b>
1.7 KERANGKA BERPIKIR.....	15
<b>BAB II.....</b>	<b>16</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>16</b>
2.1 ADSORPSI.....	16
2.2 ECENG GONDOK.....	16
2.3 ZAT BESI (Fe).....	17
2.4 ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER (AAS).....	18
<b>BAB III.....</b>	<b>21</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1 WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN.....	21
3.2 ALAT DAN BAHAN.....	21
3.3 VARIABEL PENELITIAN.....	21
3.4 PARAMETER DAN METODE UJI.....	22
3.5 PROSEDUR PENELITIAN.....	22
3.5.1 Pembuatan Adsorben.....	22
3.5.2 Variasi Massa Adsorben.....	24
3.5.3 Uji Konsentrasi Larutan.....	25
3.5.4 Karakterisasi Adsorben.....	25
3.5.5 Uji Variasi Massa Adsorben.....	25
3.5.6 Uji Variasi pH Larutan.....	26

3.5.7 Uji Variasi Uji Waktu Kontak .....	27
3.5.8 Uji Variasi Konsentrasi Larutan .....	28
3.6 METODE ANALISIS DATA .....	30
<b>BAB IV .....</b>	<b>31</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 KARAKTERISTIK ADSORBEN.....	31
4.1.1 Fourier Transform Infrared (FTIR) .....	31
4.2 LARUTAN INDUK FE .....	35
4.3 PENENTUAN KONDISI OPTIMUM.....	36
4.3.1 Variasi Massa Adsorben.....	36
4.3.2 Variasi pH Larutan.....	37
4.3.3 Variasi Waktu Kontak.....	39
4.3.4 Variasi Konsentrasi .....	40
4.4.....	<b>KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.</b>
<b>BAB V .....</b>	<b>44</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 KESIMPULAN .....	44
5.2 SARAN.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>KESALAHAN! BOOKMARK TIDAK DITENTUKAN.</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian Terdahulu .....	18
<b>Tabel 4. 1</b> Interpretasi Eceng Gondok Sebeleum dan Sesudah Teraktivasi.....	33
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Uji Variasi Massa .....	36
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Uji Variasi pH.....	38
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Uji Variasi Waktu .....	39
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Uji Variasi Konsentrasi.....	41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Skema Kerangka Berpikir Penelitian .....	15
<b>Gambar 3. 1</b>	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	22
<b>Gambar 3. 2</b>	Diagram Alir Pembuatan Adsorben .....	23
<b>Gambar 3. 3</b>	Diagram Alir Uji Variasi Pembuatan Adsorben.....	24
<b>Gambar 3. 4</b>	Diagram Alir Uji Konsentrasi Larutan .....	25
<b>Gambar 3. 5</b>	Diagram Alir Uji Variasi Massa.....	26
<b>Gambar 3. 6</b>	Diagram Alir Uji Variasi pH .....	27
<b>Gambar 3. 7</b>	Diagram Alir Uji Waktu Kontak .....	28
<b>Gambar 3. 8</b>	Diagram Alir Uji Variasi Konsentrasi.....	29
<b>Gambar 3. 9</b>	Diagram Alir Pengujian pada Mata Air.....	30
<b>Gambar 4. 1</b>	Hasil Uji FTIR sebelum adsorpsi.....	31
<b>Gambar 4. 2</b>	Hasil Uji FTIR setelah adsorpsi .....	32
<b>Gambar 4. 3</b>	Grafik Hasil Uji FTIR Sebelum dan Sesudah Aktivasi.....	33
<b>Gambar 4. 4</b>	Adsorben Eceng Gondok Sebelum Aktivasi .....	34
<b>Gambar 4. 5</b>	Adsorben Eceng Gondok Sesudah di Aktivasi.....	35
<b>Gambar 4. 6</b>	Hubungan Penambahan Massa Adsorben Terhadap Presentase (%) Removal Kadar Fe.....	37
<b>Gambar 4. 7</b>	Grafik Hubungan Variasi pH Terhadap Presentase (%) Removal Kadar Fe ....	38
<b>Gambar 4. 8</b>	Grafik Hubungan Variasi Konsentrasi Terhadap Presentase (%) Removal Kadar Fe.....	40
<b>Gambar 4. 9</b>	Grafik Hubungan antara Efisiensi Removal Kadar Fe dengan Konsentrasi Fe	41

## DAFTAR LAMPIRAN

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan air bersih semakin meningkat di Indonesia akibat pertumbuhan penduduk, terutama di kota besar. Manusia memiliki pertahanan hidup yang sangat kuat bahkan tanpa makanan selama beberapa minggu, namun tidak dapat bertahan tanpa air selama beberapa hari (Kusnaedi, 2004). Kebutuhan yang menjadi tujuan pokok pada manusia adalah air, air sangat berguna untuk menunjang Kesehatan manusia dikarenakan fungsi utamanya. Air dapat berdampak buruk bagi Kesehatan manusia dikarenakan sebagai jalur dari penularan berbagai penyakit. Dengan ciri-ciri utama berwarna jernih, tidak memiliki warna, serta air yang tidak berbau dapat dikatakan sebagai air yang bersih.

Kehadiran logam esensial dan beracun dalam air tanah juga dapat berkontribusi terhadap pencemaran air tanah. Berdasarkan pengawasan dan syarat-syarat Kualitas Air, Air tanah seringkali digunakan oleh masyarakat guna menunjang pada kehidupan mereka, belum tentu air tanah tersebut dapat dikatakan bersih serta layak konsumsi dan dapat dikatakan belum memenuhi syarat.

Air tanah, khususnya air sumur, mengandung banyak zat besi. Kondisi anaerobic dapat disebabkan oleh air tanah, yang biasanya mengandung konsentrasi karbon dioksida yang tinggi. Sebagai akibat dari keadaan ini, kekuatan besi dalam bentuk mineral tidak terlarut ( $Fe_2+$ ) berkurang menjadi besi dalam bentuk ion divalent ( $Fe^{2+}$ ), yang larut. Konsentrasi Fe yang terjadi pada air tanah memiliki kisaran 0,01 mg/l sampai dengan 25 mg/l. (Wiyata, 2003).

Pemrosesan air yang telah dilakukan oleh PDAM Kabupaten Muna yang telah disalurkan kepada masyarakat, air yang disalurkan cenderung memiliki warna kuning-coklat, keruh, serta kasus yang terjadi di masyarakat sering tidak tersalurkan. Adanya kandungan Fe pada air sering memiliki ciri khas dengan memiliki perbedaan pada fisik, yaitu dengan dilihatnya pada perbedaan warna air yang awal mulanya memiliki warna bening menjadi kuning kecoklatan setelah melakukan proses oksidasi. Efek samping yang dapat ditimbulkan pada Kesehatan masyarakat adalah dengan timbulnya bau yang kurang sedap, perubahan warna pada pakaian, dan iritasi pada kulit.



Dalam penelitian Dharma (2002), dengan adanya zat besi yang terkandung pada air sehingga menimbulkan berbagai permasalahan, seperti :

1. Adanya bakteri dalam air mengakibatkan rasa dan bau yang kurang enak
2. Air yang mengandung zat besi lebih dari 25 mg/l, mengakibatkan air menjadi rasa obat.
3. Bertambahnya jumlah bakteri (*Crenothrix* dan *Gallionella*)
4. Terjadinya perubahan warna
5. Menimbulkan noda kecokelatan pada peralatan
6. Dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran

Mengonsumsi air yang kaya zat besi dapat mengakibatkan mual, dan zat besi yang berlebihan juga dapat merusak dinding halus. Iritasi pada mata dan kulit disebabkan oleh konsentrasi zat besi diatas 1 mg/l. air akan bau jika larutan besi dalam air melebihi 10 mg/l. (Wiyata, 2003).

Dengan adanya adsorben alami (alternatif) yang bermuasal dari alam saat ini dikembangkan karena manfaatnya memiliki kemampuan adsorpsi yang dikatakan cukup baik serta dikatakan cukup ekonomis. Eceng gondok adalah salah satu tanaman air yang memiliki pertumbuhan sangat cepat pada daerah tropis.

Eceng gondok mampu menyerap zat terlarut dan tersuspensi dalam air. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat mengurangi jumlah nitrat dalam air. Pesatnya pertumbuhan tumbuhan yang tumbuh subur di air, seperti danau, sungai, dan rawa, memungkinkannya menutupi permukaan air dan berpotensi mengganggu aktivitas sehari-hari masyarakat. Terhalangnya cahaya menyebabkan biota di badan air tidak dapat menerimanya dengan sempurna. Eceng gondok, di sisi lain, tidak hanya memiliki efek negatif tetapi juga positif. Setiap badan air mengandung eceng gondok dalam jumlah yang signifikan, namun masyarakat tidak mengetahui kegunaannya. Penghapusan besi dari air adalah salah satu kegunaan eceng gondok.

Eceng gondok memiliki potensi menjadi salah satu bentuk bahan pengolahan dalam pembuatan adsorben dikarenakan pada eceng gondok terdapat kandungan silika sebesar 5,56% yang memungkinkan eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai adsorben alami (bioadsorben). Dilihat dari manfaat eceng gondok tersebut maka saya tertarik untuk membuat suatu penelitian

tentang “Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Upaya Pengurangan Zat Besi Pada Mata Air Jompi Kabupaten Muna”. Dimana sumber air tersebut di jadikan konsumsi oleh manusia yang berguna untuk kebutuhan mereka sehari-harinya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada uraian diatas, Adapun beberapa permasalahan yang telah disusun dalam penelitian ini adalah:

1. Besar konsentrasi Fe yang terkandung pada mata air Jompi Kab. Muna
2. Bagaimana kemampuan adsorben dari Eceng Gondok dalam menurunkan Fe pada mata air Jompi Kab. Muna

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsentrasi Fe pada mata air Jompi Kab. Muna
2. Mengetahui kemampuan adsorben dari Eceng Gondok dalam menurunkan Fe pada mata air Jompi Kab. Muna

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini kami harapkan adanya informasi yang berhubungan dengan adanya kemungkinan dari eceng yang dimanfaatkan sebagai adsorben untuk pengurangan kadar zat besi (Fe).

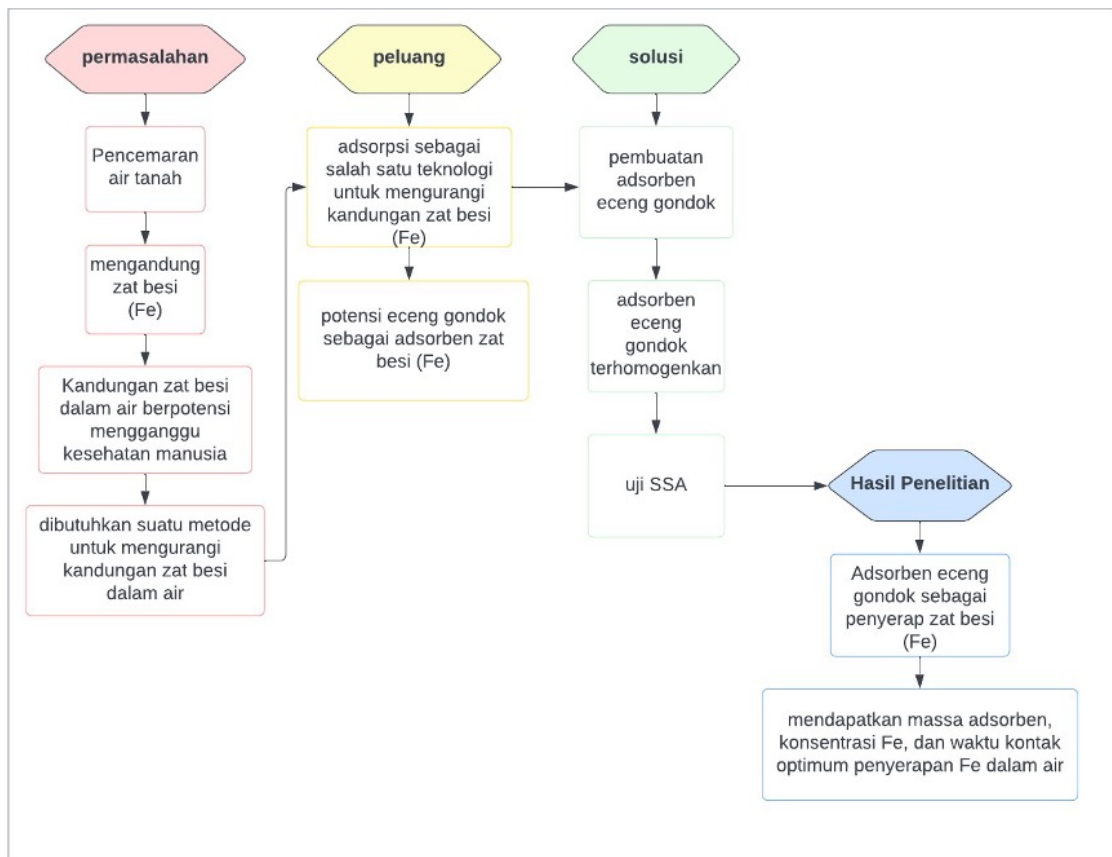
## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

1. Sampel air limbah berasal dari mata air Jompi Kecamatan Laende Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara. Eceng gondok di modifikasi menjadi adsorben melalui proses adsorpsi dan difusi.

2. Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, Kampus terpadu UII.
3. Parameter yang akan diuji pada penelitian ini adalah zat besi(Fe) menggunakan metode uji SNI 6989.4.2009 yaitu tentang cara uji zat besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

### 1.7 Kerangka Berpikir

Penelitian pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai upaya pengurangan zat besi (Fe) pada mata air dapat dilihat pada Gambar 1.1



**Gambar 1. 1** Skema Kerangka Berpikir Penelitian

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu pemrosesan dengan pemusatan substansi yang terjadi pada adsorben dan dapat dikatakan terjadinya antara muka dua fasa. Zat padat yang bisa melakukan penyerapan pada suatu komponen berdasarkan suatu fase fluida dapat dikatakan sebagai adsorben. Dapat terjadinya adsorpsi dikarenakan melibatkan fenomena perlekatan pada permukaan yang melibatkan interaksi antara fase padat dan fase cair.

Adsorpsi juga dikatakan sebagai sebuah proses dalam menghilangkan polutan berkonsentrasi lebih rendah dari volume yang tinggi pada air limbah, dan air solusi (Delaroza, 2008). Dalam pengolahan adsorpsi timbulnya proses yang ada di permukaan pori di dalam butiran adsorben.

Adsorben alami yang disebut juga bioadsorben, memiliki banyak kelebihan diantaranya mudah dijumpai dikarenakan berasal dari bahan alami disekitar manusia. Oleh Karena itu juga, bioadsorben tidak memerlukan biaya yang besar. Penggunaan adsorben alami sangat mudah, penyerapan kadar timbal dilakukan dapat dilakukan dalam rentang waktu 1-24 jam dan dapat dikatakan efektif dikarenakan penurunan kadar timbal secara signifikan.

#### 2.2 Eceng Gondok

Salah satu jenis tumbuhan yang mengapung di air adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Ditahun 1824, ahli dari ilmu tumbuh-tumbuhan yang berasal dari Jerman bernama Carl Friedrich Philipp von Martius membuat penemuan pertama yang terjadi pada Sungai Amazon Brasil tentang eceng gondok. (Gerbono, et al., 2005).

Karena pertumbuhannya yang sangat signifikan, eceng gondok dapat dianggap sebagai perusak ekosistem pada perairan. Tanaman ini sangat mudah untuk meluas pada permukaan air melalui aliran air. Bilamana eceng gondok dapat tumbuh dan menyebar diatas permukaan air yang mengandung limbah dari pabrik atau peternakan, maka pertumbuhannya akan meningkat. Akibatnya, sejauh mana suatu wilayah memiliki eceng gondok sering kali merupakan tanda bahwa wilayah tersebut tercemar.

Menurut Jubilate (2016) menyampaikan eceng gondok, khususnya pada bagian daun dapat digunakan guna menurunkan kadar besi (Fe) pada air tanah, ia dapat menyisihkan sebesar 88,47%. Eceng gondok juga dikenal sebagai tanaman yang dapat membersihkan dengan



menyerap senyawa organik dalam jumlah yang cukup besar dan mengurangi kadar racun dalam air limbah. (Anwar, et al., 2010).

**Azhari** memberdayakan eceng gondok berguna dalam pengolahan adsorben sebagai metode dib bag. Adsorben mampu menyerap cadium pada konsentrasi 57,175 mg/l atau 56,441%, dengan konsentrasi larutan optimal 100 mg/l setelah waktu kontak 30 menit. Sedangkan menurut Rakhmania (2017) eceng gondok yang sudah diaktivasi menggunakan larutan HCl untuk menyerap kalsium. Temuan mengungkapkan bahwa waktu kontak 40 menit pada konsentrasi 3 M HCL adalah durasi yang ideal. Aondok juga mampu menyerap 38,733 mg Ca/g ion kalsium dengan jumlah dan waktu konsentrasi tersebut.

### 2.3 Zat Besi (Fe)

zat besi adalah unsur yang terbentuk ketika batuan induk mengalami pelapukan, dan sering ditemukan di perairan. Senyawa besi pada air biasanya berbentuk garam besi dengan valensi 2 (Asmadi & Kasjono, 2011).

Salah satu unsur terpenting dalam air tanah dan air permukaan adalah besi. Air yang mengandung zat besi tidak boleh digunakan di rumah karena dapat meninggalkan noda pada pakaian, porselen, dan peralatan lainnya, dan pada konsentrasi di atas sekitar 0,31 mg/l, rasanya tidak enak. Sifat redoks, pembentukan kompleks, metabolisme mikroorganisme, dan air besi antara fase dan fase padat yang mengandung besi karbonat, hidroksida, dan sulfida adalah sifat kimia air besi. (Achmad, 2004).

Tingkat oksigen terlarut yang rendah atau bahkan perkembangan atmosfer anaerob biasanya disertai dengan kandungan karbon dioksida air tanah yang relatif tinggi, pH rendah, dan karakteristik lainnya. Sejumlah feri karbonat akan larut dalam kondisi ini, meningkatkan kadar besi besi (Fe<sup>2+</sup>) di dalam air. Persamaan reaksi menggambarkan kelarutan besi karbonat.



Air anaerob juga mengalami reaksi ini. Dengan kata lain, penguraian bahan organik yang berlebihan di perairan anaerobik menghasilkan adanya besi (Fe<sup>2+</sup>). Hal ini menunjukkan bahwa kadar besi (Fe<sup>2+</sup>) yang tinggi di dalam air berhubungan dengan tingginya kandungan yang ada pada bahan organik ataupun dengan tingginya kandungan zat besi dalam air yang terdapat pada air di dalam tanah atau sumber mata air yang memiliki atmosfer anaerobik atau bisa disebut dengan lapisan bawah tanah yang terdapat air dan tidak ada lagi kandungan oksigennya (Effendi, 2003).

Air yang berasal dari dalam tanah memiliki kandungan zat besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan juga bersifat sangat unik. Pada situasi tidak adanya oksigen, air tanah yang mengandung zat besi jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro menuju perubahan ke arah ion ferri dengan reaksi  $4(\text{Fe})^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} = 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 8 \text{H}^+$  dan menimbulkan air menjadi tidak jernih (Achmad, 2004).

## 2.4 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

*Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)* merupakan instrumen yang dipergunakan dalam menganalisis unsur atom yang berbentuk logam dengan cara memproses penyerapan yang ada di energi radiasi gelombang elektromagnetik untuk sesuatu populasi yang ada pada unsur atom memiliki perbedaan tingkat energinya (Ahdiyati, 2020).

Hasil dari sampel yang telah di uji AAS yaitu nilai pengukuran kemampuan penyerapan adsorben. Untuk mendapatkan hasil kurva kalibrasi dari adsorben yang diuji, AAS melibatkan monokromator. Elemen yang ada dalam pengujian AAS memiliki tingkat energi yang berbeda dan menimbulkan garis serapan yang sempit. Kegunaan Monokromator dalam AAS yaitu untuk memisahkan ribuan garis yang dihasilkan oleh semua sampel, oleh karena itu, pemilihan monokromator menjadi penting untuk mendeteksi kemampuan penyerapan atom (Farrukh, 2012).

## 2.5 Scanning Electron Microscope (SEM)

*Scanning Electron Microscope (SEM)* yaitu mikroskop yang memindai permukaan sebuah material menggunakan pemfokusan pancaran tinggi electron. Alat ini memiliki resolusi hingga 1 nm dan perbesaran 1.000.000x, sehingga dapat melihat struktur, komposisi dan kerusakan pada sampel. Instrumen SEM dapat menganalisis keseluruhan permukaan sampel, yaitu unsur dan senyawa yang terkandung dalam objek.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi selama penelitian, teori penelitian pada peneliti sebelumnya dapat dijadikan bahan acuan dan perbandingan. Beberapa penelitian terdahulu yang pernah melakukan penelitian pada adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 2..

**Tabel 2. 1** Penelitian Terdahulu

Referensi	Jenis Adsorben	Ringkasan Penelitian
<i>Bioadsorbent based on water hyacinth modified with citric</i>	Eceng Gondok	a. Metode batch b. Aktivasi dengan asam sitrat 1,3 M

<p><i>acid for adsorption of methylene blue in water</i> (Siswoyo, 2018)</p>		<p>c.Variasi massa 10, 25, 50, 75 dan 100 mg d.Variasi pH 2-8 e.Variasi waktu pengadukan 30-1440 menit f.Variasi konsentrasi 100-600 ppm g.Hasil penelitian: Diperoleh kapastitas adsorben sebelum dan sesudah aktivasi sebesar 261 mg/g dan 320 mg/g, waktu pengadukan optimum 120 menit, massa 60 gram dan konsentrasi optimum 500 ppm dengan pH 5.</p>
<p><i>Pembuatan Adsorben dari sekam padi sebagai penyerap logam berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) dalam air limbah</i></p>	<p>Sekam Padi</p>	<p>a.Aktivasi dengan HCl 1 M b.Variasi massa 0,5 g, 1 g, dan 2 g c.Variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit d.Hasil penelitian: Diperoleh pada massa adsorben 2 g dengan waktu pengadukan 180 menit dengan efisiensi penyerapan masing-masing 98,63% dan 99,39% dan kapasitas adsorpsinya yaitu 0,3205 mg/g dan 0,1377 mg/g.</p>
<p><i>Pemanfaatan serbuk Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Teraktivasi dengan system kantong celup sebagai adsorben penjerap ion logam cadmium (Cd)</i></p>	<p>Eceng Gondok</p>	<p>a.Aktivasi dengan HNO<sub>3</sub> 0,3 M b.Variasi konsentrasi 25, 50, 75, 100, dan 125 mg/L. c. Hasil penelitian: Didapatkan waktu kontak optimum 30 menit dengan konsentrasi larutan optimum</p>

		<p>100 mg/L sebesar 57,175% mg/L dengan persen teradsopsi sebesar 56,441%. Pada penambahan ion logam cadmium menurun menjadi 20,681mg/L dengan persen teradsorpsi sebesar 20,415% menggunakan serbuk eceng gondok teraktivasi.</p>
--	--	--

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam waktu 3 bulan dimulai pada bulan Juli 2022 sampai bulan Oktober 2022. Lokasi penelitian di Laboratorium Kualitas Air, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 1. Alat

Alat yang digunakan yaitu oven listrik, neraca analitik, gelas beker 100 mL, pipet tetes, kaca arloji, pipet volume (1,5,10) mL, pipet ukur 1 mL, 5 mL, 10 mL, erlenmeyer 250 mL, labu ukur 100 mL, corong kaca, spatula, alat saring vakum, lampu katoda, gelas ukur 250 mL, dan timbangan analitik.

##### 2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu eceng gondok, larutan uji Fe, larutan induk Fe 1000 mL, aquades, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) pekat, larutan pengencer HNO<sub>3</sub> pekat, larutan kalsium, dan air sampel jompi.

##### 3. Instrumen

Instrumen yang digunakan yaitu *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

#### 3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini mempunyai 2 variabel yaitu :

1. Variabel terikat diantaranya :
  - a. Adsorben berasal dari eceng gondok yang dikeringkan 2 hari
  - b. Saringan membran berpori 30 mesh
  - c. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 mL
  - d. Aktivasi dengan HNO<sub>3</sub>
  - e. Larutan induk besi 100 mg Fe/L
  - f. Larutan baku besi 10 mg Fe/L
  - g. Sampel diletakkan menggunakan jarrest dengan kecepatan 150 rpm selama 90 menit dan dibiarkan mengendap selama 24 jam.
2. Variabel bebas diantaranya :
  - a. Konsentrasi Fe sebesar 10 mg/l, 25 mg/l, 50 mg/ml, 75 mg/ml, dan 100 mg/ml.
  - b. Dosis adsorben sebesar 25, 50, 100, 200 mg
  - c. Waktu kontak selama 15 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit

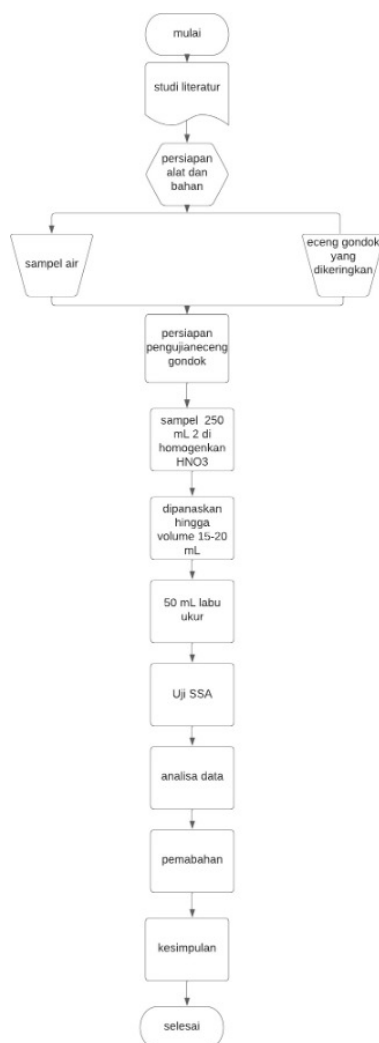
- d. pH rentang nilai 3 sampai 8
- e. Eceng gondok dipanaskan dengan menggunakan suhu 115°C

### 3.4 Parameter dan Metode Uji

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah zat besi (Fe) menggunakan metode uji SNI 6989.4.2009 yaitu tentang cara uji zat besi (Fe) dengan *Spektrofotometri Serapan Atom* (SSA).

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.1

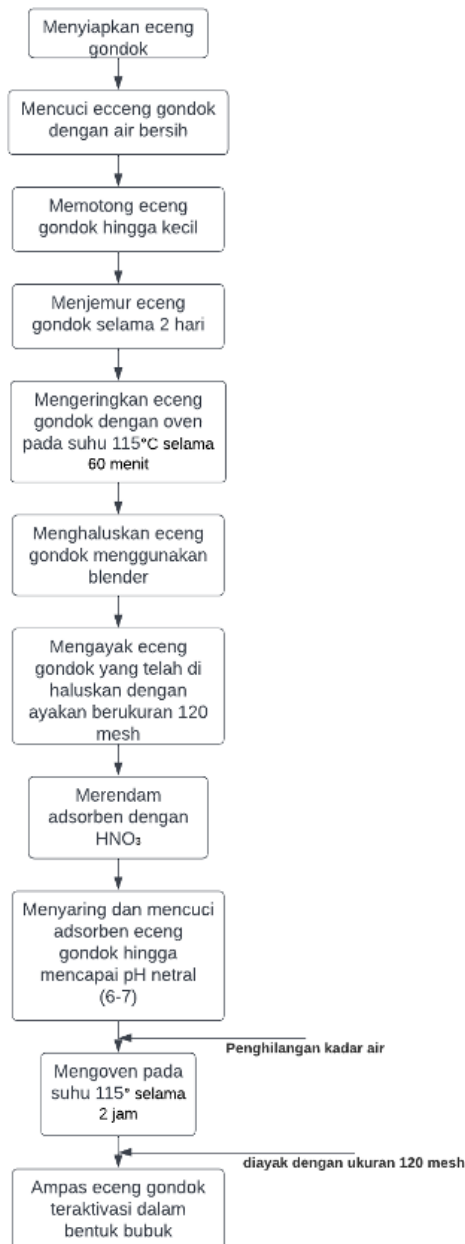


**Gambar 3. 1** Prosedur Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Adsorben

Pada pengujian yang pertama yaitu: mencari tumbuhan eceng gondok kemudian dicuci untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang ada pada akarnya, setelah eceng gondok bersih, eceng gondok diambil bagian daun dan batang dipotong hingga menjadi beberapa bagian, lalu di jemur di bawah sinar matahari selama 2 hari. Eceng gondok tersebut di oven dengan suhu

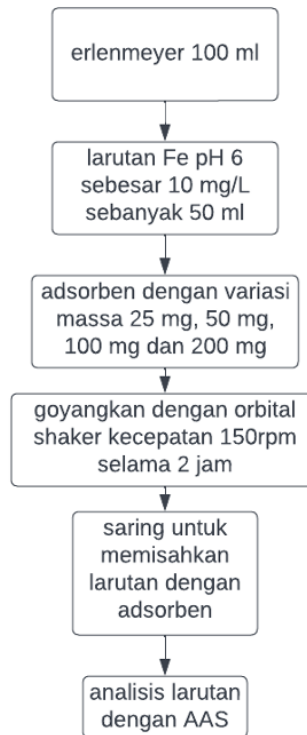
115° C selama 60 menit. Setelah eceng gondok kering digiling sampai halus dan diayak dengan ukuran 120 mesh. Selanjutnya adsorben diaktivasi menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,3 M sebanyak 12,12 ml dan penambahan aquades hingga tanda batas dengan waktu aktivasi 24 jam. Kemudian hasil rendaman dicuci dengan aquades sampai pH netral (pH 6-7) kemudian dikeringkan lagi menggunakan oven pada suhu 115° C selama 2 jam, selanjutnya didinginkan pada temperatur ruang, eceng gondok teraktivasi dalam bentuk serbuk sebanyak mg. berikut adalah diagram alir proses. Prosedur pembuatan adsorben dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3. 2** Diagram Alir Pembuatan Adsorben

### 3.5.2 Variasi Massa Adsorben

Pengujian variasi massa bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan setiap massa dan menemukan nilai optimum dari suatu massa terhadap penyerapan zat besi. Langkah pengujian variasi massa pada Gambar 3.3.

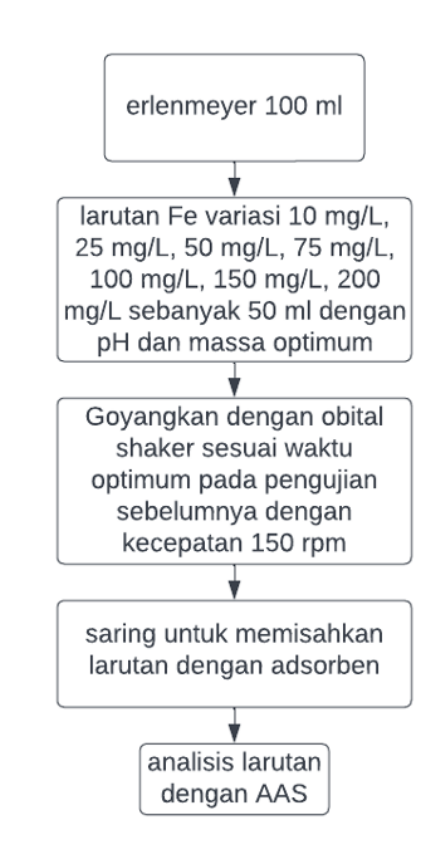


**Gambar 3. 3** Diagram Alir Uji Variasi Pembuatan Adsorben



### 3.5.3 Uji Konsentrasi Larutan

Pengujian variasi konsentrasi larutan digunakan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap penyerapan adsorben dan menemukan konsentrasi optimum pada saat adsorben kontak dengan larutan zat besi (Fe). Langkah pengujian variasi konsentrasi larutan pada Gambar 3.4.



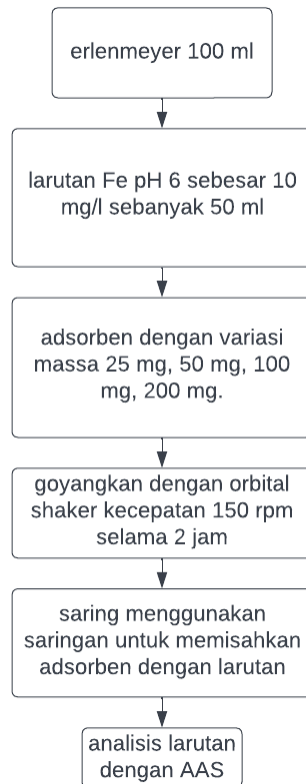
**Gambar 3. 4** Diagram Alir Uji Konsentrasi Larutan

### 3.5.4 Karakterisasi Adsorben

Instrumen yang digunakan untuk melakukan pengujian karakterisasi adsorben menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi pada adsorben.

### 3.5.5 Uji Variasi Massa Adsorben

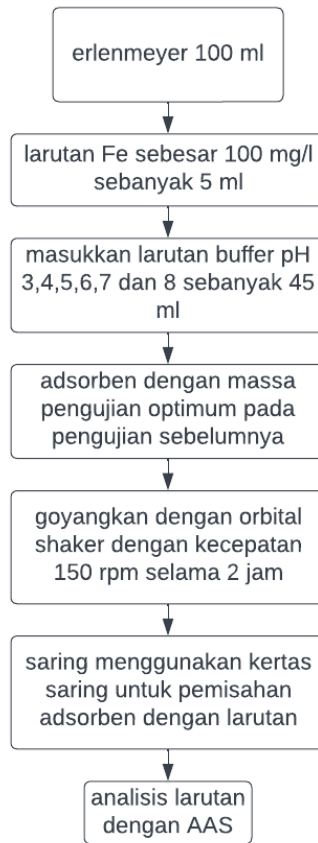
Pengujian variasi massa bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan dari setiap massa dan mendapatkan nilai optimum dari suatu massa terhadap penyerapan zat besi. langkah pengujian pada Gambar 3.5.



**Gambar 3. 5** Diagram Alir Uji Variasi Massa

### 3.5.6 Uji Variasi pH Larutan

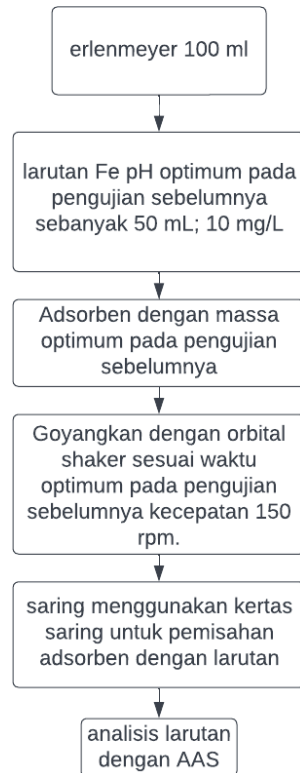
Pengujian variasi pH dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap penyerapan adsorben dan mendapatkan nilai optimum. Langkah pengujian dapat dilihat dari Gambar 3.6.



**Gambar 3. 6** Diagram Alir Uji Variasi pH

### 3.5.7 Uji Variasi Uji Waktu Kontak

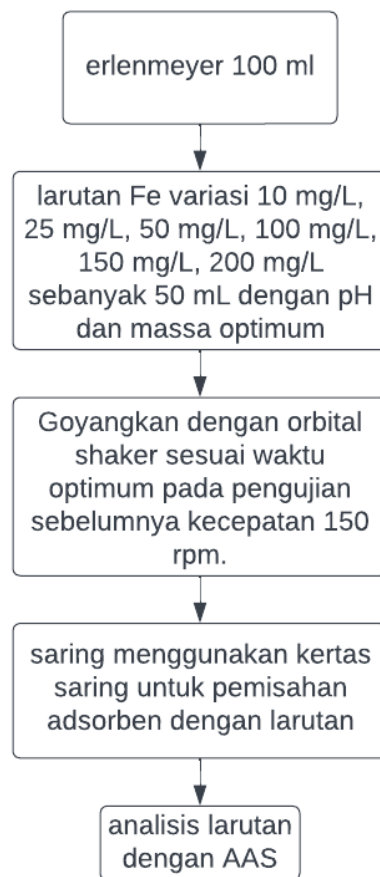
Pengujian variasi waktu kontak dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan adsorben dan menemukan waktu optimum pada saat adsorben kontak dengan larutan Fe. Langkah pengujian Gambar 3.7.



**Gambar 3. 7** Diagram Alir Uji Waktu Kontak

### 3.5.8 Uji Variasi Konsentrasi Larutan

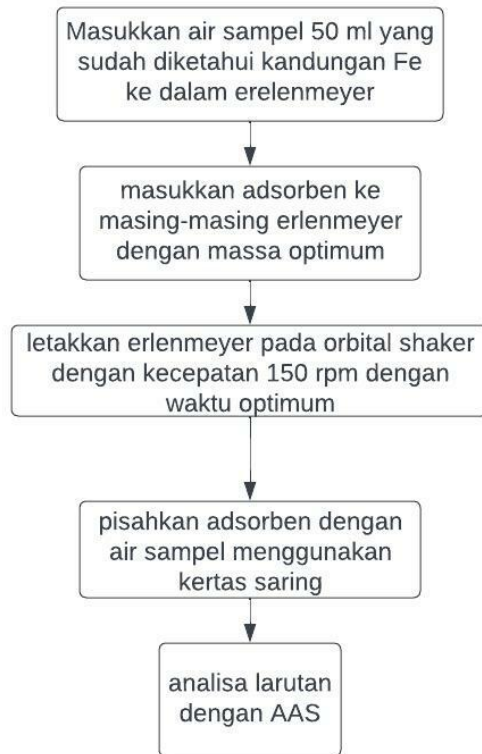
Pengujian variasi konsentrasi larutan bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi adsorbat terhadap penyerapan adsorben dan menemukan konsentrasi optimum pada saat adsorben kontak dengan larutan zat besi (Fe). Langkah pengujian dapat dilihat dari Gambar 3.8.



**Gambar 3. 8** Diagram Alir Uji Variasi Konsentrasi

### 3.5.9 Pengujian Langsung Pada Mata Air

Setelah diketahui kondisi adsorben, selanjutnya dilakukan pengujian pada mata air untuk melihat apakah adsorben dapat bekerja menurunkan kadar Fe. Langkah pengujian dapat dilihat dari Gambar 3.9.



**Gambar 3. 9** Diagram Alir Pengujian pada Mata Air

### 3.6 Metode Analisis Data

Perhitungan efisiensi penyisihan Fe dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

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

Dimana:

$E_f$  = Efektivitas penurunan (%)

$Y_i$  = Kandungan Fe awal

$Y_f$  = Kandungan Fe akhir

## BAB IV

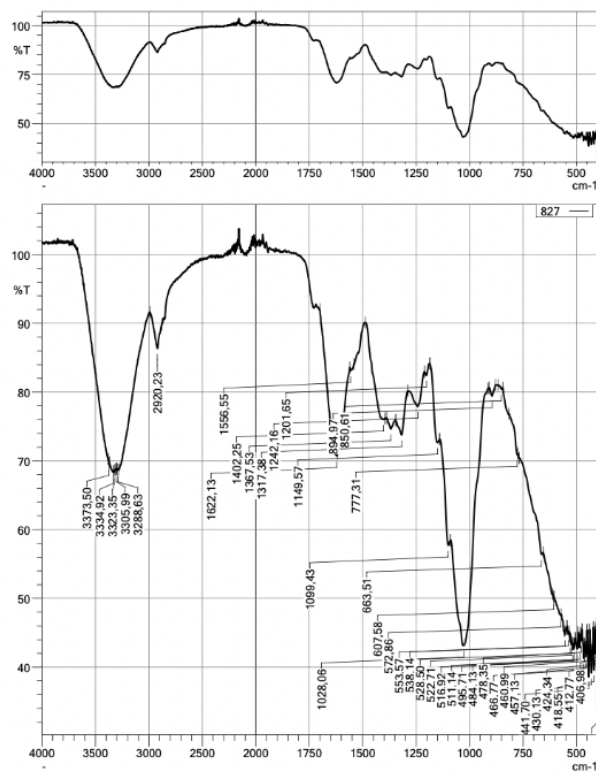
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Adsorben

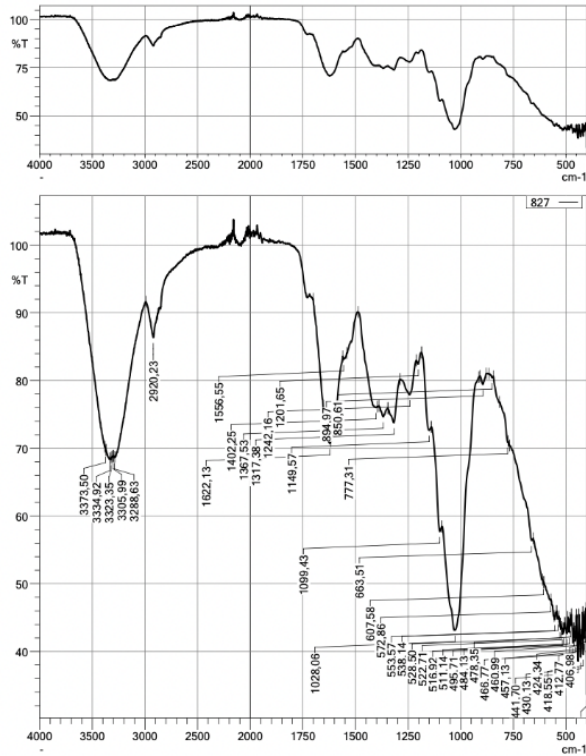
##### 4.1.1 Fourier Transform Infrared (FTIR)

FTIR merupakan instrumen yang dapat mengidentifikasi gugus fungsi pada suatu sampel. Pada penelitian ini FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada material adsorben. Pengujian menggunakan panjang gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Luaran dari pengujian FTIR berupa grafik yang menghubungkan antara bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) pada sumbu x dan transmittansi (%) pada sumbu y.

Dalam analisis menggunakan FTIR akan menghasilkan grafik yang diidentifikasi sebagai gugus fungsi yang terdapat pada adsorben. Hasil analisis dengan FTIR dapat dilihat dari Gambar 4.1 dan 4.2.



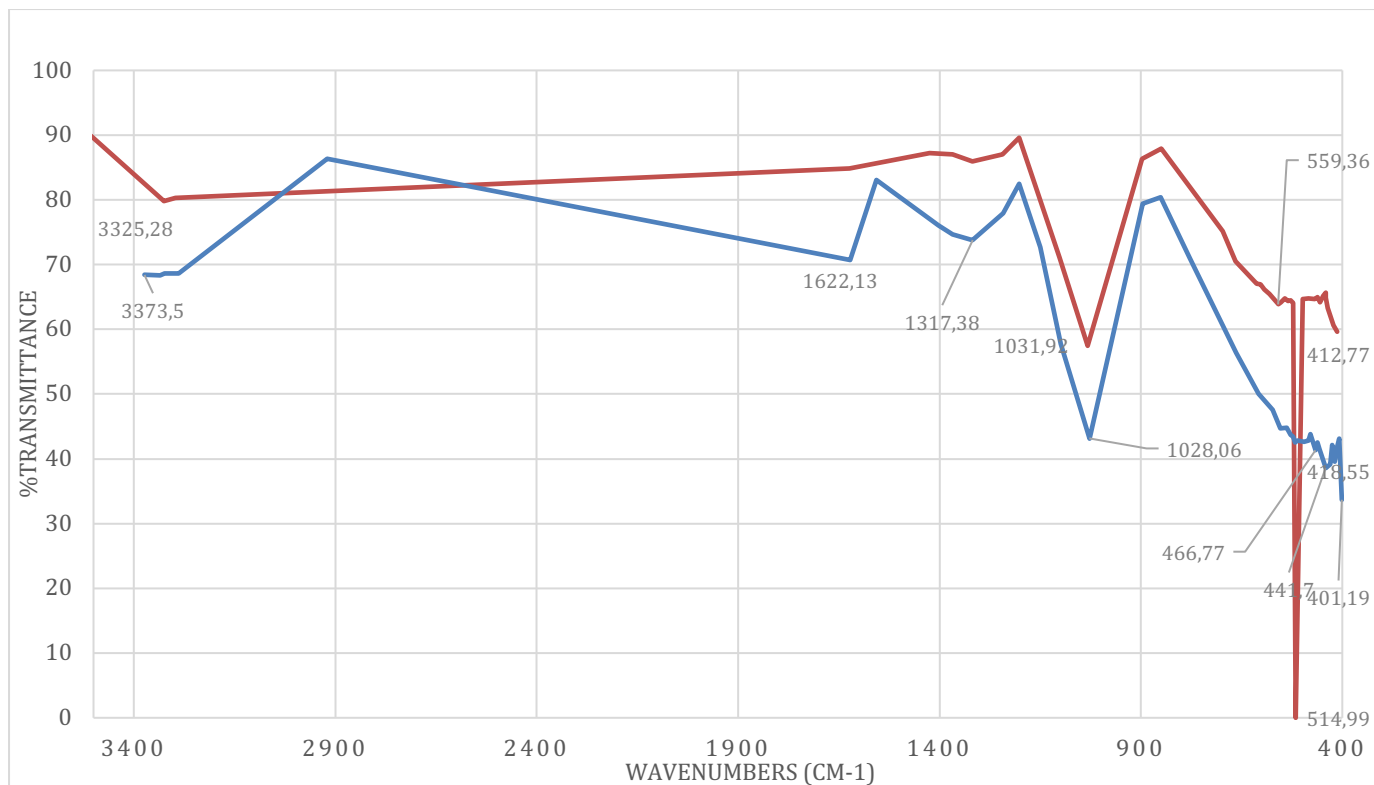
Gambar 4. 1 Hasil Uji FTIR sebelum adsorpsi



**Gambar 4. 2** Hasil Uji FTIR setelah adsorpsi

Data hasil pembacaan FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.3, kemudian dianalisis dengan mengidentifikasi puncak (*peak*) spesifik pada Panjang gelombang tertentu. Setiap puncak spesifik merempresentasikan jenis gugus fungsi tertentu pada senyawa adsorben. Pengujian FTIR menghasilkan grafik antara Panjang gelombang pada sumbu x dan transmittan pada sumbu y. berikut adalah hasil uji FTIR pada adsorben eceng gondok yang belum teraktivasi dan sesudah aktivasi.





**Gambar 4. 3** Grafik Hasil Uji FTIR Sebelum dan Sesudah Aktivasi

Hasil pada grafik dapat diidentifikasi titik puncak yang spesifik dengan rincian klasifikasi pada Tabel 4.1 dibawah ini :

**Tabel 4. 1** Interpretasi Eceng Gondok Sebeleum dan Sesudah Teraktivasi

Sebelum				Sesudah			
Peak	adsorben Eceng gondok (cm-1)	Panjang Gelombang (cm-1)	Gugus Fungsi	Peak	Adsorben eceng gondok (cm-1)	Panjang Gelombang (cm-1)	Gugus fungsi
A	401,19	400-405	S-C = N	A	412,77	400-510	C-N-C
B	418,55	420-440	Cl-C=O	B	514,99	510-560	C-C = O
C	441,7	440-565	Chain deformation	C	559,36	545-610	SO2
D	478,35	465-550	naphtalenes	D	1031,92	1030-1120	C-N
E	1028,06	1025-1060	C-O	E	3325,28	3320-3520	NH
F	1317,38	1310-1330	CF3				
G	1622,13	1620-1650	N-H				
H	3373,5	3320-3520	NH2				

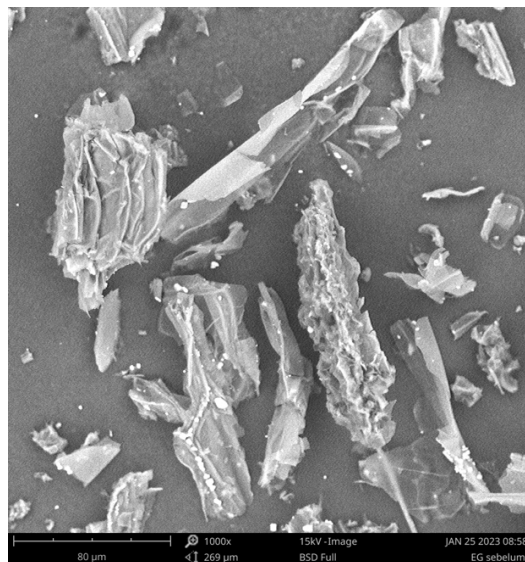
Dari grafik hasil uji diatas dapat diidentifikasi titik puncak serapan yang spesifik. Pada adsorben eceng gondok sebelum diaktivasi terdapat gugus tiosianat (S-C=N) pada

bilangan  $401,19\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus  $\text{Cl-C=O}$  pada bilangan  $418,55\text{ cm}^{-1}$ , chain deformation pada bilangan  $441,7$ , terdapat kandungan *Naphtaleness* pada bilangan  $478,35$ , terdapat gugus C-O pada bilangan  $1028,06\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus  $\text{CF}_3$  pada bilangan  $1317,38\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus fungsi N-H pada bilangan  $1622,13\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus fungsi  $\text{NH}_2$  pada bilangan  $3373,5\text{ cm}^{-1}$ .

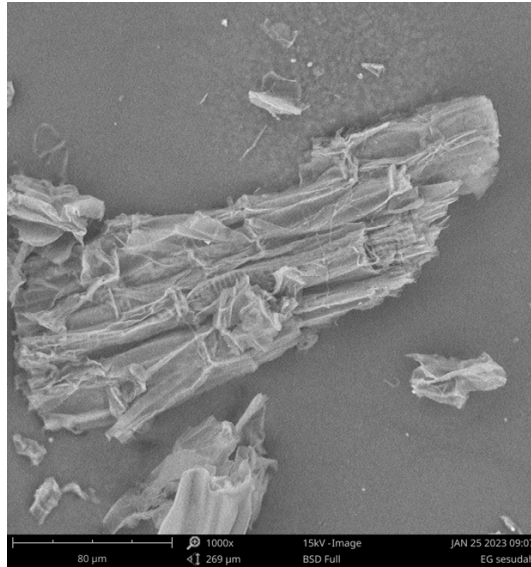
Berikutnya adalah hasil uji pada adsorben teraktivasi didapatkan titik puncak serapan, terdapat gugus fungsi C-N-C pada bilangan  $412,77\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus fungsi C-C=O pada bilangan  $514,99\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus fungsi  $\text{SO}_2$  pada bilangan  $559,36\text{ cm}^{-1}$ , terdapat gugus C-N pada angka  $1031,92\text{ cm}^{-1}$ , dan terdapat gugus NH pada bilangan  $3325,28\text{ cm}^{-1}$ .

#### 4.1.2 SEM (Scanning Electron Microscopes)

Analisis dengan menggunakan SEM bertujuan untuk mengetahui bentuk permukaan adsorben. Hasil analisis SEM berdasarkan perbandingan eceng gondok tanpa aktivasi dan eceng gondok teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5.



**Gambar 4. 4** Adsorben Eceng Gondok Sebelum Aktivasi



**Gambar 4. 5** Adsorben Eceng Gondok Sesudah di Aktivasi

Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa adsorben dari eceng gondok yang belum teraktivasi dengan perbesaran 1000x menunjukkan morfologi permukaan adsorben dengan bentuk acak dan tidak beraturan. Pada Gambar 4.4 morfologi permukaan adsorben yang sudah teraktivasi dengan besaran 1000x berpori lebih besar dibandingkan dengan sebelum diaktivasi.

Berdasarkan hasil adsorpsi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa eceng gondok mampu menyerap zat besi (Fe) lebih banyak karena memiliki gugus fungsi yang mampu mengikat zat besi.

#### **4.2 Larutan Induk Fe**

Pembuatan larutan induk Fe 1000 ppm dilakukan dengan melarutkan serbuk besi Klorida Hexahidrat ( $\text{FeCl}_6\text{H}_2\text{O}$ ) sebanyak  $\pm 4,840$  gram ke dalam air yang sudah di destilasi (*aquades*) sebanyak 1000 ml kemudian tambahkan asam nitrat pekat ( $\text{HNO}_3$ ) sampai pH larutan menjadi (2-3). Penambahan  $\text{HNO}_3$  digunakan untuk melarutkan Fe tetap stabil dan tidak terbentuk endapan. Pengujian larutan induk Fe dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) pada panjang gelombang 248,3 nm. Sebelum pengujian ketetapan larutan induk Fe dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebanyak 1000 kali agar dapat terbaca saat uji AAS (Badan Standarisasi Nasional . SNI 6989.4, 2009)

### 4.3 Penentuan Kondisi Optimum

Kondisi optimum dilakukan untuk mengetahui daya serap adsorben, variabel yang dilakukan digunakan sebagai faktor penentu variasi, dimana variasi yang digunakan yaitu variasi massa, variasi pH larutan, variasi waktu kontak dan variasi konsentrasi adsorbat.

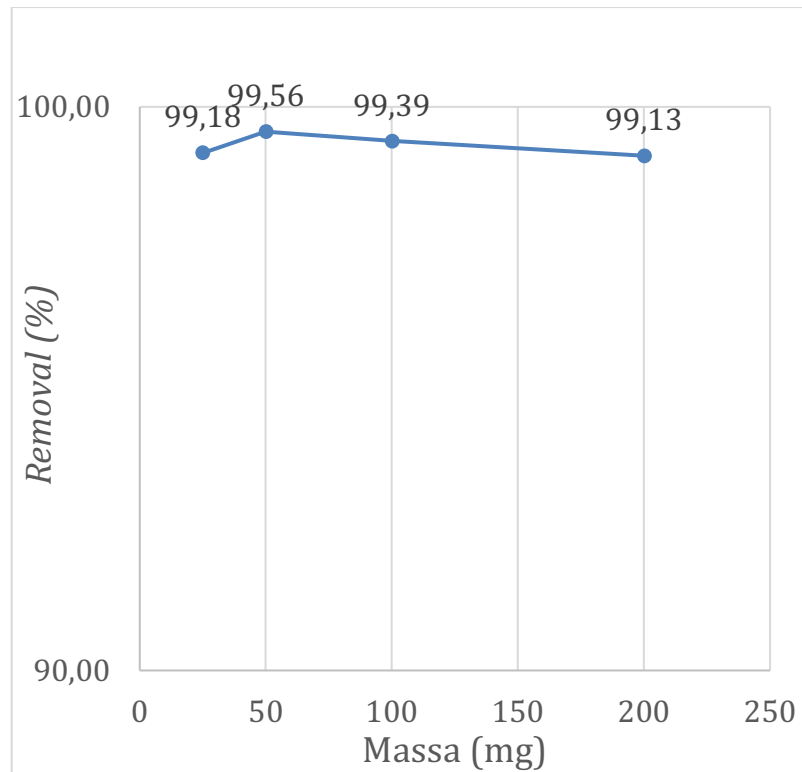
#### 4.3.1 Variasi Massa Adsorben

Percobaan variasi massa dilakukan agar diketahui massa adsorben yang optimum untuk menyerap senyawa Fe. Konsentrasi Fe yang digunakan yaitu 10 ppm dengan pH netral yakni 6-7, kondisi pH larutan dilakukan pengecekan terlebih dahulu sebelum dan sesudah kontak dengan adsorben dan adsorbat. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan *orbital shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 120 menit. Setelah proses adsorpsi, larutan dipisahkan dari adsorben dengan cara penyaringan kemudian diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Data hasil uji proses adsorpsi dari percobaan variasi massa adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.2.

*Tabel 4. 2* Hasil Uji Variasi Massa

Fe						
massa adsorben (mg)	pH awal	pH akhir	C awal (mg/L)	C akhir (mg/L)	C terserap(mg/L)	Effisiensi removal (%)
25	6,01	5,96	7,73	0,063	7,667	99,18
50		5,92		0,034	7,696	99,56
100		5,9		0,047	7,683	99,39
200		5,91		0,067	7,663	99,13

Dari data yang sudah didapatkan, selanjutnya dilakukan *plotting* dalam sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara persentase (%) *removal* kadar Fe terhadap penambahan massa adsorben. hasil grafik dapat dilihat pada Gambar 4.6



**Gambar 4. 6** Hubungan Penambahan Massa Adsorben Terhadap Persentase (%) Removal Kadar Fe

Dari grafik hubungan antara efisiensi *removal* dengan massa adsorben dapat dilihat terjadi peningkatan dan juga penurunan penyerapan kandungan Fe seiring bertambahnya massa adsorben yang digunakan. Dari variasi massa dapat ditentukan nilai optimum massa adsorben yang digunakan untuk variasi selanjutnya yaitu sebesar 25 mg. Massa 25 mg dipilih sebagai nilai optimum karena pada massa tersebut kemampuan penyerapan adsorben sudah cukup baik yaitu sebesar 99,18 %.

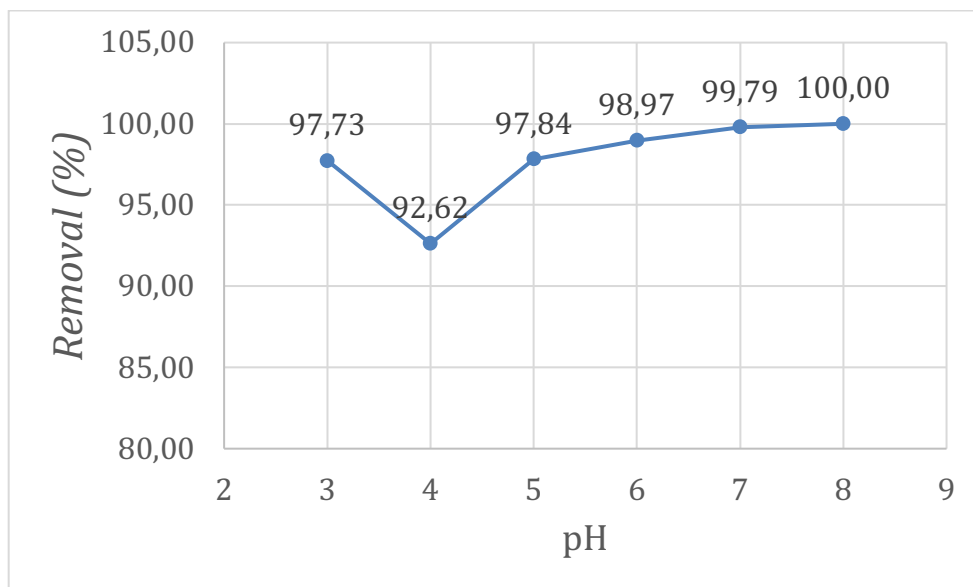
#### 4.3.2 Variasi pH Larutan

Percobaan variasi pH larutan dilakukan agar diketahui nilai derajat keasaman yang paling optimal untuk penyerapan kadar Fe pada air. Data hasil uji proses adsorpsi dari percobaan variasi pH terhadap larutan Fe dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Tabel 4. 3** Hasil Uji Variasi pH

Fe							
Sampel	pH	pH Awal	pH Akhir	Konsentrasi Sebelum Kontak (mg/l)	Konsentrasi Sesudah Kontak (mg/l)	Konsentrasi Terserap	Efisiensi (%)
pH3	3	3,48	3,42	11,64	0,264	11,376	97,73
pH4	4	4,12	4,15		0,859	10,781	92,62
pH5	5	5,02	5,12		0,252	11,388	97,84
pH6	6	5,73	6,05		0,12	11,52	98,97
pH7	7	6,92	7,08		0,024	11,616	99,79
pH8	8	8,12	8,4		0	11,64	100,00

Dari data yang di dapatkan, selanjutnya dilakukan plotting dalm sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara presentase (%) removal pada kadar Fe terhadap derajat keasaman. Hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4. 7** Grafik Hubungan Variasi pH Terhadap Presentase (%) Removal Kadar Fe

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi, karena pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben (Riapanitra, et al., 2006). Pada penelitian ini dilakukan penentuan pH optimum dengan variasi pH yang digunakan yaitu 3,4,5,6,7, dan 8 dengan volume 50 ml dengan massa 25 mg.

Berdasarkan hasil penelitian, pH optimum untuk penyerapan larutan Fe terjadi pada pH 6 dengan nilai efisiensi sebesar 98,97%, dapat dilihat dari Gambar 4.2 penyerapan adsorben di variasi pH, pada pH 3 penyerapan berada pada angka 97,73%, kemudian pada pH 4 terjadi penurunan yaitu dengan angka 92,62%, pada pH 5 sampai pH 8 terjadi peningkatan penyerapan

yaitu dengan angka pada pH 5 sebesar 97,84%, dan pH 8 100%. Penyerapan optimum hampir terjadi di semua variasi pH dengan massa adsorben 25 mg, kecuali pada pH 4. Pada pH 4 terjadi penurunan yang mungkin di akibatkan permukaan adsorben pada pH dikelilingi oleh ion H<sup>+</sup>, dimana akan terjadi tolak-menolak antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya menjadi rendah (Sembiring, 2009).

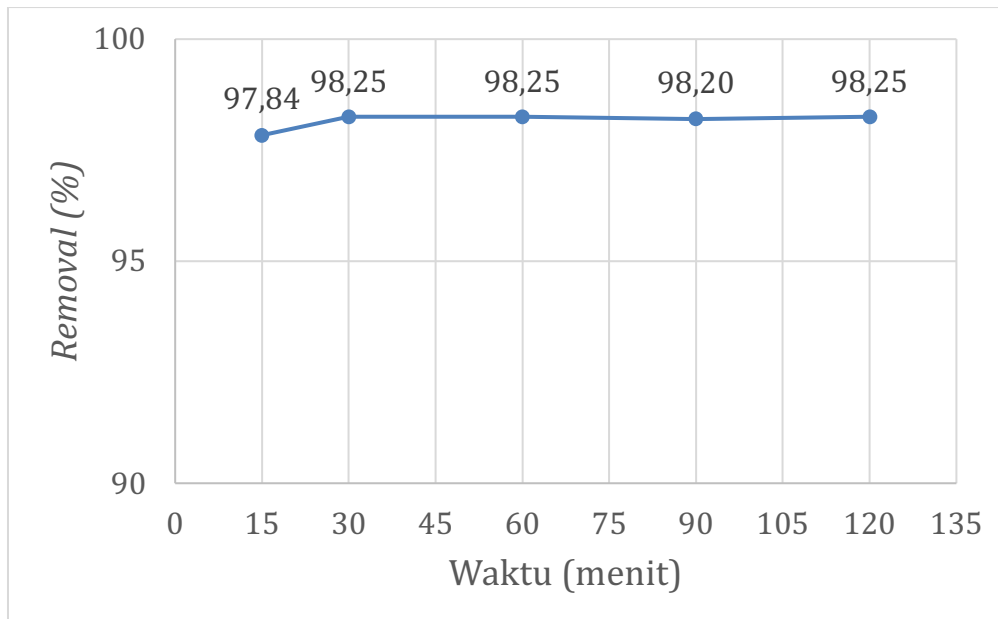
#### 4.3.3 Variasi Waktu Kontak

Percobaan variasi waktu kontak dilakukan agar diketahui waktu kontak yang tepat untuk mencapai titik keseimbangan. Waktu pengadukan yang digunakan yaitu 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Data hasil uji variasi waktu kontak terhadap penyerapan kadar Fe dapat dilihat dari Tabel 4.4.

**Tabel 4. 4** Hasil Uji Variasi Waktu

Fe						
Waktu Kontak (menit)	pH awal	pH akhir	Konsentrasi Sebelum Kontak (mg/l)	Konsentrasi Sesudah Kontak (mg/l)	Konsentrasi Terserap	Efisiensi (%)
15	6,41	6,41	6,01	0,13	5,88	97,84
30				0,105	5,905	98,25
60				0,105	5,905	98,25
90				0,108	5,902	98,20
120				0,105	5,905	98,25

Dari data yang di dapatkan, selanjutnya dilakukan plotting dalm sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara presentase (%) removal pada kadar Fe terhadap waktu kontak. Hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 4. 8** Grafik Hubungan Variasi Konsentrasi Terhadap Presentase (%) Removal Kadar Fe

Pengaruh waktu kontak dalam penelitian ini ditentukan dengan variasi waktu 15, 30, 60, 90, dan 120 menit, dengan volume 50 mL, massa 25 mg dan pH 6. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil dengan waktu kontak yang maksimum yaitu 120 menit dengan nilai efisiensi 98,25%. Dapat dilihat pada Gambar 4.3 peningkatan adsorpsi terlihat pada waktu kontak 30 menit sampai 120 menit. Besarnya kenaikan penyerapan dari 97,84% sampai 98,25%. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu kontak optimum yaitu disaat adsorben mampu menyerap adsorbat secara maksimal yaitu selama 120 menit. Dari Gambar tersebut juga dapat dilihat peningkatan waktu yang cukup singkat yang mengakibatkan proses adsorpsi tidak optimal, hal ini mengakibatkan kelajuan adsorpsi pada laju difusi spesies adsorbat didalam padatan adsorben. Sisi aktif karbon akan semakin banyak terisi oleh kedua ion dengan semakin lamnanya wakyu adsorpsi maka frekuensi tumbukan diantara partikel semakin besar juga (Nurhasni, et al., 2012).

#### 4.3.4 Variasi Konsentrasi

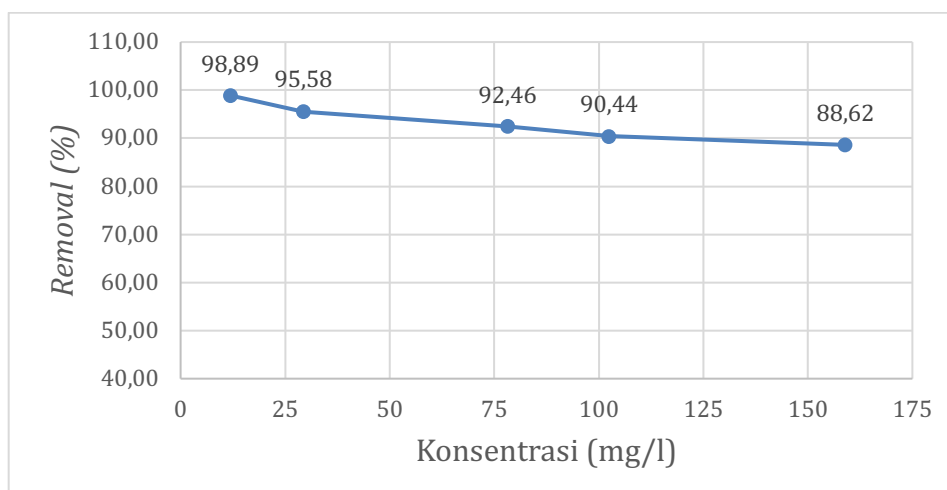
Percobaan konsentrasi dilakukan agar diketahui tingkat penyerapan adsorben didalam penyerapan kadar Fe dalam larutan. Pada percobaan ini digunakan konsentrasi 25 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l, 150 mg/l dan 200 mg/l. Data hasil uji variasi konsentrasi larutan dari Tabel 4.5.



**Tabel 4. 5** Hasil Uji Variasi Konsentrasi

Fe				
Konsentrasi Rencana	Konsentrasi Sebelum Kontak (mg/l)	Konsentrasi Sesudah Kontak (mg/l)	Konsentrasi Terserap	Efisiensi (%)
25	11,9	0,132	11,768	98,89
50	29,4	1,3	28,1	95,58
100	78,2	5,9	72,3	92,46
150	102,5	9,8	92,7	90,44
200	159	18,1	140,9	88,62

Dari data yang di dapatkan, kemudian dilakukan plotting pada grafik yang menunjukkan hubungan antara presentase (%) removal pada kadar Fe terhadap konsentrasi. Dapat dilihat pada gambar 4.9 hasil grafik sebagai berikut.



**Gambar 4. 9** Grafik Hubungan antara Efisiensi Removal Kadar Fe dengan Konsentrasi Fe

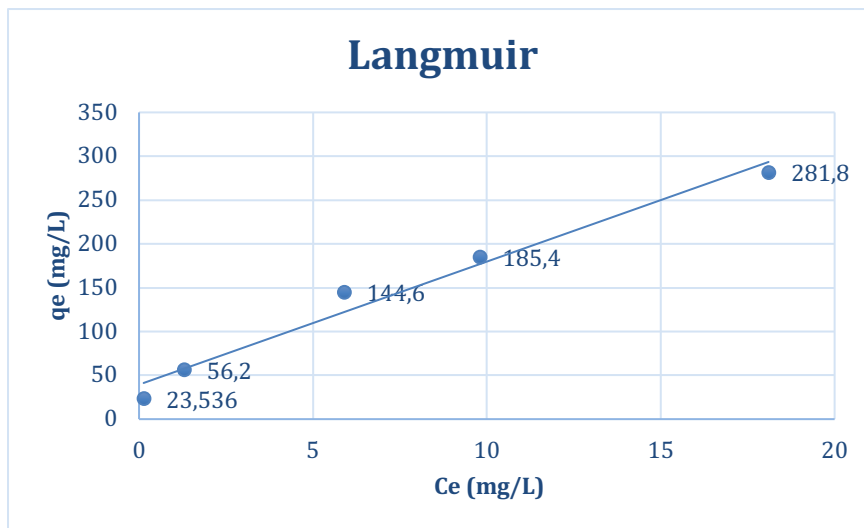
Dapat dilihat pada **Gambar 4.7** menunjukkan hasil dimana semakin besar konsentrasi larutan maka semakin kecil logam yang teradsorpsi. Berdasarkan data yang di peroleh pada hasil penelitian menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi menurun seiring dengan penambahan konsentrasi.

Berdasarkan persamaan-persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich dapat dihitung dan dimasukkan dalam bentuk tabel yang kemudian *diplotkan* dalam bentuk grafik. Hasil perhitungan Langmuir dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Data Hasil Perhitungan Isoterm Langmuir

Ce	qe	1/Ce	1/qe
0,132	23,536	7,57575758	0,0424881
1,3	56,2	0,76923077	0,01779359
5,9	144,6	0,16949153	0,00691563
9,8	185,4	0,10204082	0,00539374
18,1	281,8	0,05524862	0,00354862

Dari Tabel 4.6 dapat dibuat grafik dengan menghubungkan nilai  $1/Q_e$  dan  $1/C_e$  pada masing-masing adsorben yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.



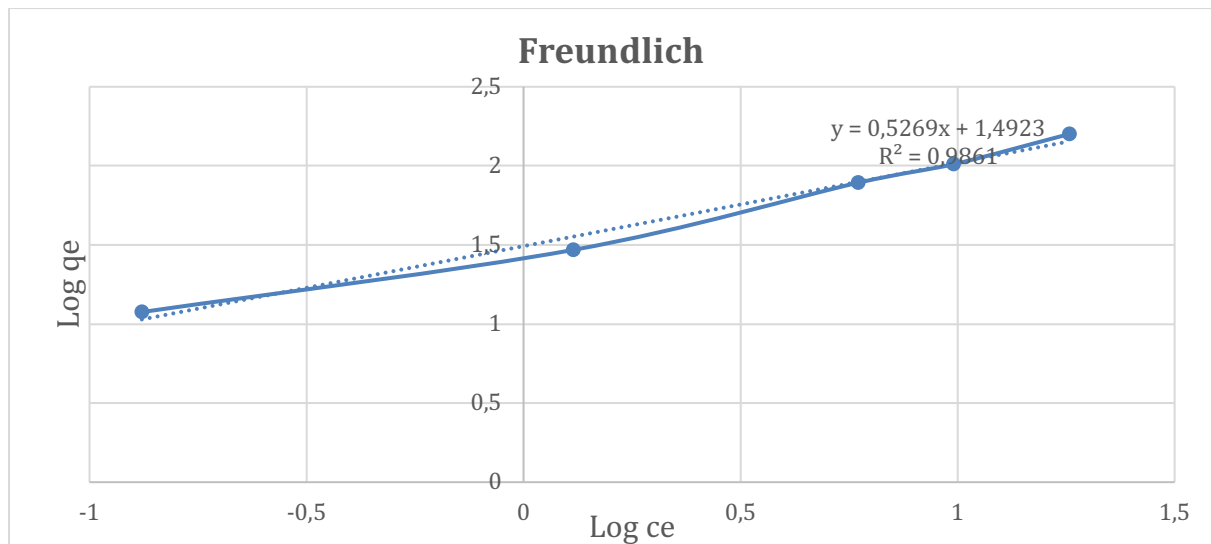
**Gambar 4.10** Grafik Isoterm Langmuir pada Adsorben

Selain Isoterm Langmuir, terdapat Analisa kesetimbangan adsorpsi menggunakan Isoterm Freundlich yang hasilnya juga disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Hasil dari perhitungan Isoterm Freundlich. Dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Data Hasil Perhitungan Isoterm Freundlich

Fe						
Konsentrasi Rencana	Konsentrasi Sebelum Kontak (mg/l)	Konsentrasi Sesudah Kontak (mg/l)	Konsentrasi Terserap	Efisiensi (%)	Log Ce	Log qe
25	11,9	0,132	11,768	98,89	-0,8794261	1,07554696
50	29,4	1,3	28,1	95,58	0,11394335	1,46834733
100	78,2	5,9	72,3	92,46	0,77085201	1,89320675
150	102,5	9,8	92,7	90,44	0,99122608	2,01072387
200	159	18,1	140,9	88,62	1,25767857	2,20139712

Dari Tabel 4.7 dapat dibuat grafik dengan menghubungkan nilai  $1/Q_e$  dan  $1/C_e$  pada masing-masing adsorben yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Grafik Isoterm Freundlich Pada Adsorben

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Adsorben dari eceng gondok yang di tumbuk hingga ukuran 120 mesh dapat menimbulkan hasil yang signifikan pada presentase (%) removal ion logam Fe pada air. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan cara dikeringkan menggunakan matahari dan oven dengan suhu 115°C selama 60 menit.
2. Dari percobaan yang dilakukan di dapatkan nilai optimum dari masing-masing variasi. Nilai optimum yang didapatkan yaitu 25 mg untuk variasi massa, pH 6 dengan rentan waktu 120 menit. Dengan presentase (%) removal massa adsorben 99,18%, pH 6 98,97% dan waaktu 98,25%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, sehingga penelitian selanjutnya akan memperoleh hasil yang lebih baik. Adapun saran yang diberikan yaitu:

1. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai parameter lain yang berpengaruh terhadap efisiensi adsorben.
2. Melakukan modifikasi terhadap adsorben eceng gondok secara aktivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004. *Kimia Lingkungan*. Edisi Pertama penyunt. Yogyakarta: Universitas Indonesia.
- Ahdiyati, W. N., 2020. *Modifikasi Eceng Gondok Menggunakan Asam Sitrat Sebagai Adsorben Limbah Logam Cr dan Cd Pada Limbah Cair Laboratorium Kimia*, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Anwar, J. et al., 2010. Removal of Pb (II) and Cd (II) From Water by Adsorption on Peels of Asmadi, K. & Kasjono, H. S., 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing. Banana. *Bioeseour Technol*, 101(6).
- Azhari, M., Saleh, C. & Yusuf, B., 2017. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Teraktivasi Dengan Sistem Kantong Celup Sebagai Adsorben Penjerap Ion Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Atomik*, 2(2), pp. 197-203
- Delaroza, R., 2008. *Adsorpsi Logam Berat menggunakan Adsorben Alami Pada Air Limbah Industri*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air; Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan..* Yogyakarta: Kanisius.
- Farrukh, M. A., 2012. *Atomic Absorption Spectroscopy*. Croatia: University Of Central Punjab.
- Badan Standarisasi Nasional . SNI 6989.4, 2009. *Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Gerbono, Jariyah, A. & Siregar, A., 2005. *Kerajinan Eceng Gondok*. Yogyakarta: Kanisius .
- Halim, A., Romadon, J. & Achyar, M. Y., 2021. Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Penyerap Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Limbah. *Jurnal Seoi - Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta* , 3(2), pp. 66-74.
- Jubilate, F., Zaharah, T. A. & Syahbanu, I., 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4).
- Kusnaedi, 2004. *Mengolah Air dan Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Swadaya.
- Nurhasni, Firdiyono, F. & Sya'ban, Q., 2012. Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon Aktif. 2(4), pp. 516-525.
- Rakhmania, C. D. 2017. Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Richornia Crassipes*) Diregenerasi HCL. *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 1(1), pp. 16-24.

- Riapanitra, A., Setyaningtyas, T. & Riyani, K., 2006. Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru Menggunakan Abu Sekam Padi. *Jurnal Ilmiah Kimia*, 1(1), pp. 41-44.
- Sembiring, N., 2009. *Pengaruh Jenis Bahan Pengemas Terhadap Kualitas Produk Cabai Merah (Capsicum Annuum, L.) Segar Kemasan Selama Penyimpanan Dingin*, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Siswoyo, E., Adrian, A. R. & Tanaka, S., 2018. Bioadsorbent based on water hyacinth modified with citric acid for adsorption of methylene blue in water. MATEC Web of Conferences.
- P., D. Y., 2002. *Pelatihan Operator IPA Penghilangan Besi dan Mangan*. Yogyakarta: s.n.
- Wiyata, A. T., 2003. *Pelatihan Kualitas Air*. Magelang: s.n.

## LAMPIRAN

### Lampiran Perhitungan

#### 1. Pembuatan larutan induk Fe (III) 1000 ppm

Melarutkan serbuk Besi Klorida Hexahidrat ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) sebanyak  $\pm 4,840$  gr ke dalam *aquades* sebanyak 1000 mL.

#### 2. Pengenceran Larutan Fe 10 ppm

Keterangan:

$V_1$  : volume molaritas larutan sebelum pelarutan

$M_1$  : Molaritas larutan sebelum pelarutan

$V_2$  : Volume molaritas larutan sesudah pelarutan

$M_2$  : Molaritas sesudah pelarutan

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

$$V_1 = (V_2 \times M_2) / M_1$$

$$V_1 = (5 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}) / 1000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1000 \text{ ppm} \cdot \text{ml} / 1000 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ ml}$$

#### 3. Perhitungan Presentase (%) Removal

$$\% \text{ Removal} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$C_0$  = Konsentrasi awal (ppm)

$C_a$  = Konsentrasi setelah kontak (ppm)

##### a. Variasi Massa

Fe =

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{7,73 \text{ ppm} - 0,063 \text{ ppm}}{7,73 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Removal Fe} = 0,991 \times 100\%$$

$$= 99,18\%$$

##### b. Variasi Nilai Derajat Keasaman (pH)

Fe =

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{11,64 \text{ ppm} - 0,12 \text{ ppm}}{11,64 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Fe} &= 0,98 \times 100\% \\ &= 98,97\% \end{aligned}$$

c. Variasi Waktu Kontak

Fe =

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{C_0 - C_a}{C_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Removal Fe} = \frac{6,01 \text{ ppm} - 0,105 \text{ ppm}}{6,01 \text{ ppm}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Removal Fe} &= 0,98 \times 100\% \\ &= 98,25\% \end{aligned}$$

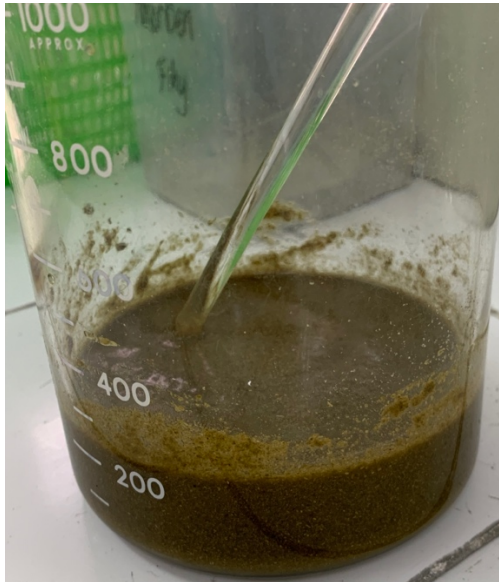
## Lampiran Dokumentasi

### 1. Pengambilan Eceng gondok



### 2. Eceng gondok yang sudah di aktivasi





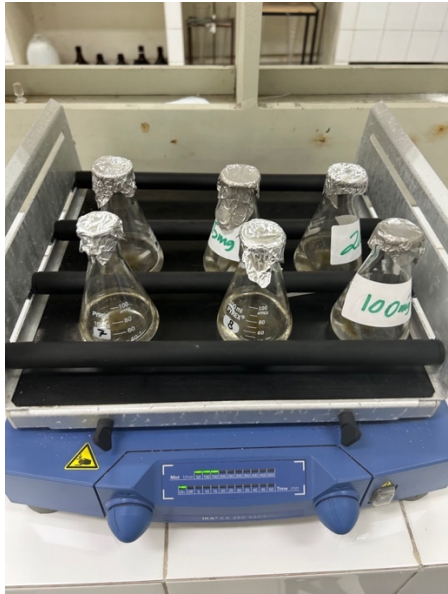
3. Penimbangan adsorben



4. Cek pH



## 5. Shaker



## 6. Penyaringan



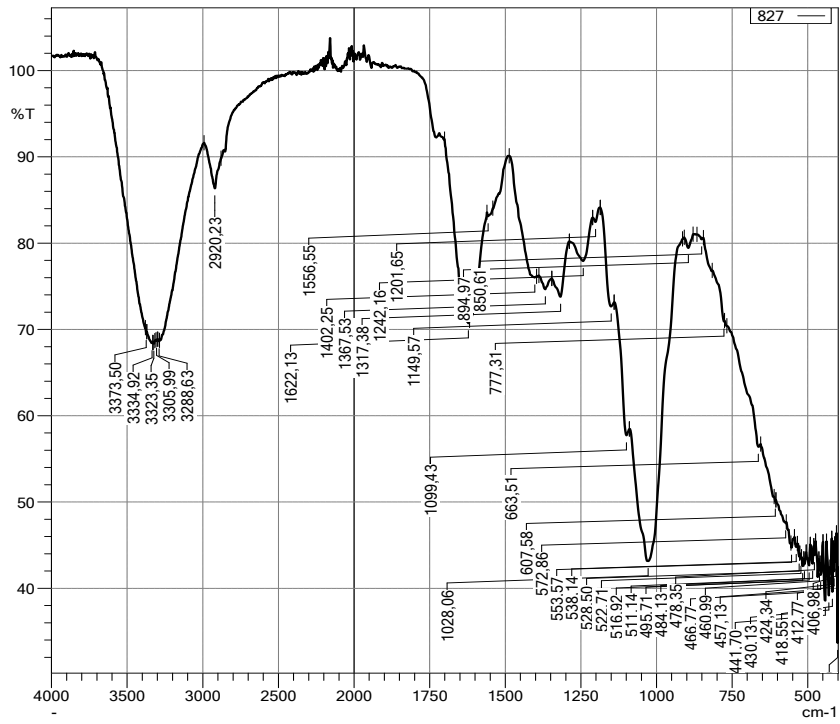
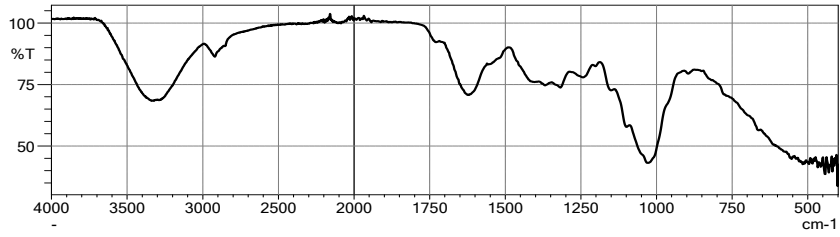
## 7. Destruksi



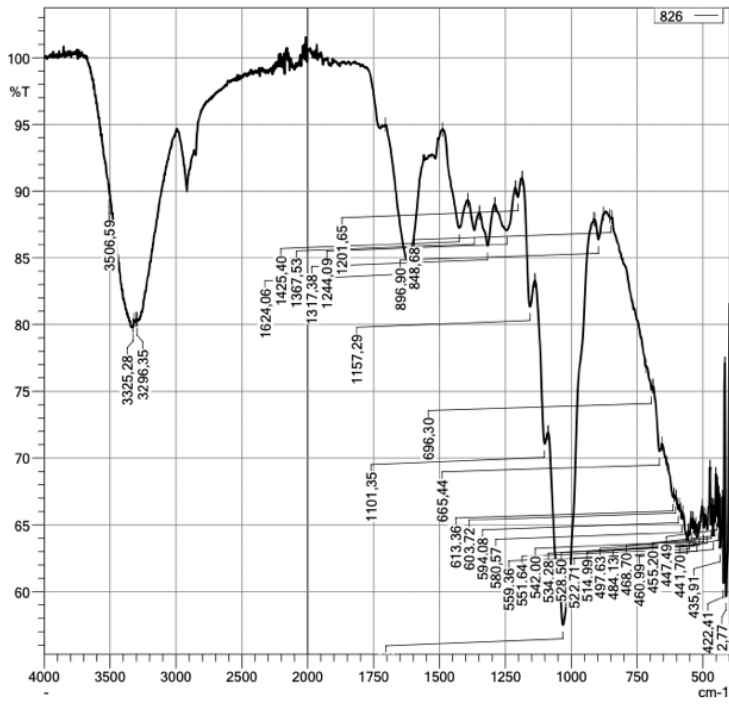
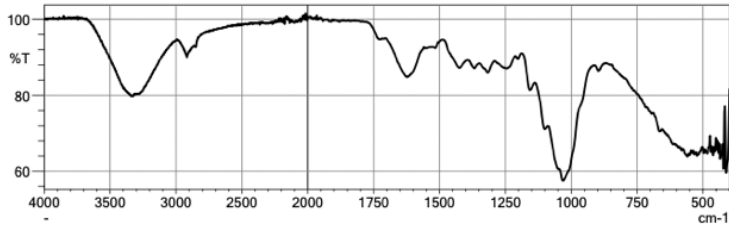
## 8. Pengujian kadar Fe menggunakan AAS



## 9. Hasil FTIR



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	401,19	33,68	10,09	405,05	399,26	347,616	26,046	
2	406,98	43,09	2,89	410,84	405,05	321,226	7,465	
3	412,77	41,97	2,93	414,70	410,84	218,211	5,651	
4	418,55	39,61	5,81	420,48	414,70	330,371	13,417	
5	424,34	42,13	1,44	426,27	420,48	329,565	6,252	
6	430,13	39,17	4,29	437,84	426,27	671,980	23,393	
7	441,70	38,56	6,87	449,41	437,84	678,641	46,953	
8	457,13	41,55	1,86	459,06	449,41	549,958	11,346	
9	460,99	42,55	0,61	462,92	459,06	220,442	1,179	
10	466,77	41,31	2,77	474,49	462,92	656,626	13,503	
11	478,35	43,83	1,28	480,28	474,49	321,855	4,746	
12	484,13	42,85	2,14	491,85	480,28	648,973	12,643	
13	495,71	42,65	2,19	505,35	491,85	762,755	15,391	
14	511,14	42,78	0,82	513,07	505,35	436,452	2,902	
15	516,92	42,57	0,96	520,78	513,07	439,055	3,356	
16	522,71	43,41	0,38	526,57	520,78	325,579	0,739	
17	528,50	43,68	0,68	534,28	526,57	428,981	1,845	
18	538,14	44,77	0,73	543,93	534,28	529,041	4,183	
19	553,57	44,70	0,67	555,50	543,93	631,713	2,168	
20	572,86	47,55	0,30	605,65	570,93	1779,781	8,170	
21	607,58	50,05	0,32	611,43	605,65	287,653	0,854	
22	663,51	56,40	1,27	767,67	655,80	4013,547	-60,894	
23	777,31	70,92	0,39	815,89	775,38	1031,761	-23,938	
24	850,61	80,45	0,30	866,04	844,82	408,671	2,174	
25	894,97	79,43	1,42	908,47	879,54	575,160	21,482	
26	1028,06	43,16	23,07	1089,78	914,26	7330,133	1975,236	
27	1099,43	57,72	3,58	1139,93	1089,78	1755,561	41,210	
28	1149,57	72,67	2,78	1186,22	1139,93	1061,200	72,979	
29	1201,65	82,45	0,98	1211,30	1186,22	421,120	8,981	
30	1242,16	77,94	3,94	1288,45	1211,30	1574,088	154,639	
31	1317,38	73,79	4,28	1346,31	1288,45	1380,073	111,266	
32	1367,53	74,66	1,43	1388,75	1346,31	1042,613	27,837	
33	1402,25	76,02	1,03	1487,12	1396,46	1686,602	158,393	
34	1556,55	83,12	0,55	1560,41	1541,12	319,825	7,678	
35	1622,13	70,72	1,31	1701,22	1618,28	1706,772	177,306	
36	2920,23	86,35	4,14	2991,59	2879,72	1242,552	206,898	
37	3288,63	68,63	0,13	3296,35	3286,70	301,498	0,567	
38	3305,99	68,68	0,15	3309,85	3300,20	301,258	0,771	
39	3323,35	68,34	0,24	3327,21	3317,56	304,068	1,164	
40	3334,92	68,40	0,23	3369,64	3331,07	1200,400	9,444	
41	3373,50	69,58	0,36	3379,29	3369,64	291,160	1,679	



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	412,77	59,64	18,42	416,62	399,26	581,884	222,803	
2	422,41	60,65	10,43	426,27	416,62	314,699	45,371	
3	435,91	63,28	4,01	439,77	426,27	471,074	28,555	
4	441,70	64,89	2,72	445,56	439,77	192,656	5,938	
5	447,49	65,66	2,66	451,34	445,56	191,995	9,389	
6	455,20	65,20	2,40	459,06	451,34	259,819	9,814	
7	460,99	64,20	2,24	464,84	459,06	200,510	6,368	
8	468,70	65,02	2,89	472,56	464,84	260,341	12,740	
9	484,13	64,68	1,03	486,06	472,56	453,668	10,974	
10	497,63	64,78	1,30	503,42	491,85	398,135	5,657	
11	514,99	64,52	0,31	516,92	511,14	203,290	0,324	
12	522,71	64,06	0,82	526,57	516,92	342,809	3,792	
13	528,50	64,50	0,40	530,42	526,57	136,164	0,767	
14	534,28	64,43	0,68	538,14	530,42	270,897	1,704	
15	542,00	64,79	0,69	545,85	538,14	269,147	2,860	
16	551,64	64,21	0,73	555,50	545,85	341,530	4,267	
17	559,36	63,85	0,96	576,72	555,50	748,678	11,182	
18	580,57	65,47	0,56	584,43	576,72	263,931	1,826	
19	594,08	66,19	0,49	601,79	590,22	387,167	2,683	
20	603,72	66,92	0,20	609,51	601,79	254,054	0,742	
21	613,36	67,07	0,53	636,51	609,51	857,207	5,053	
22	665,44	70,52	1,76	690,52	655,80	952,246	23,228	
23	696,30	75,12	0,62	715,59	690,52	602,469	4,363	
24	848,68	87,92	0,15	854,47	844,82	115,891	0,981	
25	896,90	86,38	1,66	910,40	877,61	417,412	26,659	
26	1031,92	57,50	19,56	1087,85	914,26	5155,517	1667,204	
27	1101,35	71,08	3,90	1138,00	1087,85	1190,853	68,029	
28	1157,29	81,35	5,03	1186,22	1138,00	727,807	108,051	
29	1201,65	89,56	0,97	1211,30	1186,22	245,127	9,933	
30	1244,09	87,07	2,67	1290,38	1211,30	939,301	119,487	
31	1317,38	85,90	2,82	1348,24	1290,38	729,283	75,243	
32	1367,53	87,07	1,73	1392,61	1348,24	529,755	35,556	
33	1425,40	87,25	3,88	1489,05	1392,61	962,600	188,700	
34	1624,06	84,84	0,34	1705,07	1622,13	851,703	19,545	
35	3296,35	80,26	0,15	3302,13	3292,49	189,655	0,661	
36	3325,28	79,82	0,19	3327,21	3317,56	192,695	1,174	
37	3506,59	89,91	0,27	3566,38	3504,66	496,845	13,183	

## 10. Tabel kolerasi gugus fungsi

Table 10B.2 Simplified Correlation Chart of Molecular Vibrations by Type\*

Type of vibration		Frequency (cm <sup>-1</sup> )	Intensity <sup>†</sup>
C—H	Alkanes (stretch)	3000–2850	s
	—CH <sub>3</sub> (bend)	1450 and 1375	m
	—CH <sub>2</sub> — (bend)	1465	m
	Alkenes (stretch)	3100–3000	m
	(out-of-plane bend)	1000–650	s
	Aromatics (stretch)	3150–3050	s
	(out-of-plane bend)	900–690	s
	Alkyne (stretch)	ca. 3300	s
	Aldehyde (stretch)	2900–2800	w
		2800–2700	w
C—C	Alkane	not interpretatively useful	
C=C	Alkene	1680–1600	m-w
	Aromatic	1600 and 1475	m-w
C≡C	Alkyne	2250–2100	m-w
C=O	Aldehyde	1740–1720	s
	Ketone	1725–1705	s
	Carboxylic acid	1725–1700	s
	Ester	1750–1730	s
	Amide	1670–1640	s
	Anhydride	1810 and 1760	s
	Acid chloride	1800	s
C—O	Alcohols, ethers, esters, carboxylic acids, anhydrides	1300–1000	s
O—H	Alcohols, phenols		
	Free	3650–3600	m
	H-bonded	3500–3200	m
	Carboxylic acids	3400–2400	m
N—H	Primary and secondary amines and amides (stretch)	3500–3100	m
	(bend)	1640–1550	m-s
C—N	Amines	1350–1000	m-s
C=N	Imines and oximes	1690–1640	w-s
C≡N	Nitriles	2260–2240	m
X=C=Y	Allenes, ketenes, isocyanates, isothiocyanates	2270–1950	m-s
N=O	Nitro (R—NO <sub>2</sub> )	1550 and 1350	s
S—H	Mercaptans	2550	w
S=O	Sulfoxides	1050	s
	Sulfones, sulfonyl chlorides	1375–1300 and	s
	Sulfates, sulfonamides	1200–1140	s
C—X	Fluoride	1400–1000	s
	Chloride	800–600	s
	Bromide, iodide	<667	s

\*Data from Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. 1979. *Introduction to Spectroscopy: A Guide for Students of Organic Chemistry*.

<sup>†</sup>s = strong, m = medium, w = weak.



**TABLE 7-3 A Numerical Listing of Wavenumber Ranges in Which Some Functional Groups and Classes of Compounds Absorb in the Infrared**

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity <sup>a</sup>	Group and Class	Assignment and Remarks
3700–3600 (s)	—OH in alcohols and phenols	OH stretch (dil soln)
3520–3320 (m–s)	—NH <sub>2</sub> in aromatic amines, primary amines and amides	NH stretch (dil soln)
3420–3250 (s)	—OH in alcohols and phenols	OH stretch (solids & liquids)
3360–3340 (m)	—NH <sub>2</sub> in primary amides	NH <sub>2</sub> antisym stretch (solids)
3320–3250 (m)	—OH in oximes	O—H stretch
3300–3250 (m–s)	≡CH in acetylenes	≡CH—H stretch
3300–3280 (s)	—NH in secondary amides	NH stretch (solids); also in polypeptides and proteins
3200–3180 (s)	—NH <sub>2</sub> in primary amides	NH <sub>2</sub> sym stretch (solids)
3200–3000 (v br)	—NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> antisym stretch
3100–2400 (v br)	—OH in carboxylic acids	H-bonded OH stretch
3100–3000 (m)	≡CH in aromatic and unsaturated hydrocarbons	≡C—H stretch
2990–2850 (m–s)	—CH <sub>3</sub> and —CH <sub>2</sub> — in aliphatic compounds	CH antisym and sym stretching
2850–2700 (m)	—CH <sub>3</sub> attached to O or N	CH stretching modes
2750–2650 (w–m)	—CHO in aldehydes	overtone of CH bending (Fermi resonance)
2750–2350 (br)	—NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amine hydrohalides	NH stretching modes
2720–2560 (m)	—OH in phosphorus oxyacids	associated OH stretching
2600–2540 (w)	—SH in alkyl mercaptans	S—H stretch; strong in Raman
2410–2280 (m)	—PH in phosphines	P—H stretch; sharp peak
2300–2230 (m)	N≡N in diazonium salts	N≡N stretch, aq soln
2285–2250 (s)	N=C=O in isocyanates	N=C=O antisym stretch
2260–2200 (m–s)	C≡N in nitriles	C≡N stretch
2260–2190 (w–m)	C≡C in alkynes (disubst)	C≡C stretch; strong in Raman
2190–2130 (m)	C≡N in thiocyanates	C≡N stretch
2175–2115 (s)	N≡C in isonitriles	N≡C stretch
2160–2080 (m)	N=N=N in azides	N=N=N antisym stretch
2140–2100 (w–m)	C≡C in alkynes (monosubst)	C≡C stretch
2000–1650 (w)	substituted benzene rings	several bands from overtone and combination bands
1980–1950 (s)	C=C=C in allenes	C=C=C antisym stretch
1870–1650 (vs)	C=O in carbonyl compounds	C=O stretch
1870–1830 (s)	C=O in β-lactones	C=O stretch
1870–1790 (vs)	C=O in anhydrides	C=O antisym stretch; part of doublet
1820–1800 (s)	C=O in acid halides	C=O stretch; lower for aromatic acid halides
1780–1760 (s)	C=O in γ-lactones	C=O stretch
1765–1725 (vs)	C=O in anhydrides	C=O sym stretch; part of doublet
1760–1740 (vs)	C=O in α-keto esters	C=O stretch; enol form
1750–1730 (s)	C=O in δ-lactones	C=O stretch
1750–1740 (vs)	C=O in esters	C=O stretch; 20 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1740–1720 (s)	C=O in aldehydes	C=O stretch; 30 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1720–1700 (s)	C=O in ketones	C=O stretch; 20 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1710–1690 (s)	C=O in carboxylic acids	C=O stretch; fairly broad
1690–1640 (s)	C=N in oximes	C=N stretch; also imines
1680–1620 (s)	C=O and NH <sub>2</sub> in primary amides	two bands from C=O stretch and NH <sub>2</sub> deformation
1680–1635 (s)	C=O in ureas	C=O stretch; broad band
1680–1630 (m–s)	C=C in alkenes, etc.	C=C stretch
1680–1630 (vs)	C=O in secondary amides	C=O stretch (Amide I band)

<sup>a</sup>v = very, s = strong, m = medium, w = weak, br = broad.

TABLE 7-3 (Continued)




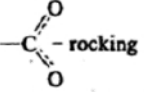
Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity <sup>a</sup>	Group and Class	Assignment and Remarks
1670-1640 (s-vs)	C=O in benzophenones	C=O stretch
1670-1650 (vs)	C=O in primary amides	C=O stretch (Amide I band)
1670-1630 (vs)	C=O in tertiary amides	C=O stretch
1655-1635 (vs)	C=O in β-ketone esters	C=O stretch; enol form
1650-1620 (w-m)	N-H in primary amides	NH deformation (Amide II band)
1650-1580 (m-s)	NH <sub>2</sub> in primary amines	NH <sub>2</sub> deformation
1640-1580 (s)	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids	NH <sub>3</sub> deformation
1640-1580 (vs)	C=O in β-diketones	C=O stretch; enol form
1620-1610 (s)	C=C in vinyl ethers	C=C stretch; doublet due to rotational isomerism
1615-1590 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch; sharp peak
1615-1565 (s)	pyridine derivatives	ring stretch; doublet
1610-1580 (s)	NH <sub>2</sub> in amino acids	NH <sub>2</sub> deformation; broad band
1610-1560 (vs)	COO <sup>-</sup> in carboxylic acid salts	 - antisym stretch
1590-1580 (m)	NH <sub>2</sub> primary alkyl amide	NH <sub>2</sub> deformation (Amide II band)
1575-1545 (vs)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> antisym stretch
1565-1475 (vs)	NH in secondary amides	NH deformation (Amide II band)
1560-1510 (s)	triazine compounds	ring stretch; sharp band
1550-1490 (s)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> antisym stretch
1530-1490 (s)	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids or hydrochlorides	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> deformation
1530-1450 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O antisym stretch
1515-1485 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch, sharp band
1475-1450 (vs)	CH <sub>2</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>2</sub> scissors vibration
1465-1440 (vs)	CH <sub>3</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>3</sub> antisym deformation
1440-1400 (m)	OH in carboxylic acids	in-plane OH bending
1420-1400 (m)	C-N in primary amides	C-N stretch (Amide III band)
1400-1370 (m)	<i>t</i> -butyl group	CH <sub>3</sub> deformations (two bands)
1400-1310 (s)	COO <sup>-</sup> group in carboxylic acid salts	 - sym stretch; broad band
1390-1360 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1380-1370 (s)	CH <sub>3</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>3</sub> sym deformation
1380-1360 (m)	isopropyl group	CH <sub>3</sub> deformations (two bands)
1375-1350 (s)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> sym stretch
1360-1335 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonamides	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1360-1320 (vs)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> sym stretch
1350-1280 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O sym stretch
1335-1295 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfones	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1330-1310 (m-s)	CF <sub>3</sub> attached to a benzene ring	CF <sub>3</sub> antisym stretch
1300-1200 (vs)	<sup>+</sup> N-O <sup>-</sup> in pyridine <i>N</i> -oxides	N-O stretch
1300-1175 (vs)	P=O in phosphorus oxyacids and phosphates	P=O stretch
1300-1000 (vs)	C-F in aliphatic fluoro compounds	C-F stretch
1285-1240 (vs)	Ar-O in alkyl aryl ethers	C-O stretch
1280-1250 (vs)	Si-CH <sub>3</sub> in silanes	CH <sub>3</sub> sym deformation
1280-1240 (m-s)	C-C in epoxides	C-O stretch
1280-1180 (s)	C-N in aromatic amines	C-N stretch
1280-1150 (vs)	C-O-C in esters, lactones	C-O-C antisym stretch

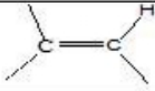

TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity*	Group and Class	Assignment and Remarks
1255-1240 (m)	<i>t</i> -butyl in hydrocarbons	skeletal vibration; second band near 1200 cm <sup>-1</sup>
1245-1155 (vs)	SO <sub>2</sub> H in sulfonic acids	S=O stretch
1240-1070 (s-vs)	C—O—C in ethers	C—O—C stretch; also in esters
1230-1100 (s)	C—C—N in amines	C—C—N bending
1225-1200 (s)	C—O—C in vinyl ethers	C—O—C antisym stretch
1200-1165 (s)	SO <sub>2</sub> Cl in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> sym stretch
1200-1015 (vs)	C—OH in alcohols	C—O stretch
1170-1145 (s)	SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> in sulfonamides	SO <sub>2</sub> sym stretch
1170-1140 (s)	SO <sub>2</sub> — in sulfones	SO <sub>2</sub> sym stretch
1160-1100 (m)	C=S in thiocarbonyl compounds	C=S stretch; strong in Raman
1150-1070 (vs)	C—O—C in aliphatic ethers	C—O—C antisym stretch
1120-1080 (s)	C—O—H in secondary or tertiary alcohols	C—O stretch
1120-1030 (s)	C—NH <sub>2</sub> in primary aliphatic amines	C—N stretch
1100-1000 (vs)	Si—O—Si in siloxanes	Si—O—Si antisym stretch
1080-1040 (s)	SO <sub>2</sub> H in sulfonic acids	SO <sub>2</sub> sym stretch
1065-1015 (s)	CH—O—H in cyclic alcohols	C—O stretch
1060-1025 (vs)	CH <sub>2</sub> —O—H in primary alcohols	C—O stretch
1060-1045 (vs)	S=O in alkyl sulfoxides	S=O stretch
1055-915 (vs)	P—O—C in organophosphorus compounds	P—O—C antisym stretch
1030-950 (w)	carbon ring in cyclic compounds	ring breathing mode; strong in Raman
1000-950 (s)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH out-of-plane deformation
980-960 (vs)	CH=CH— in trans disubstituted alkenes	=CH out-of-plane deformation
950-900 (vs)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
900-865 (vs)	$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{CH}_2=\text{C} \\   \\ \text{R}' \end{array}$ in vinylidenes	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
890-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
860-760 (vs, br)	R—NH <sub>2</sub> primary amines	NH <sub>2</sub> wag
860-720 (vs)	Si—C in organosilicon compounds	Si—C stretch
850-830 (vs)	1,3,5-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
850-810 (vs)	Si—CH <sub>3</sub> in silanes	Si—CH <sub>3</sub> rocking
850-790 (m)	$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{R}' \end{array}$ in trisubst alkenes	CH out-of-plane deformation
850-550 (m)	C—Cl in chloro compounds	C—Cl stretch
830-810 (vs)	<i>p</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
825-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
820-800 (s)	triazines	CH out-of-plane deformation
815-810 (s)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl ethers	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
810-790 (vs)	1,2,3,4-tetrasubst benzenes	CH out-of-plane deformation
800-690 (vs)	<i>m</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
785-680 (vs)	1,2,3-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
775-650 (m)	C—S in sulfonyl chlorides	C—S stretch; strong in Raman
770-690 (vs)	monosubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
760-740 (s)	<i>o</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
760-510 (s)	C—Cl alkyl chlorides	C—Cl stretch
740-720 (w-m)	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> — in hydrocarbons	CH <sub>2</sub> rocking in methylene chains; intensity depends on chain length
730-665 (s)	CH=CH in cis disubst alkenes	CH out-of-plane deformation
720-600 (s, br)	Ar—OH in phenols	OH out-of-plane deformation

TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity*	Group and Class	Assignment and Remarks
710-570 (m)	C-S in sulfides	C-S stretch; strong in Raman
700-590 (s)	O=C=O in carboxylic acids	O=C=O bending
695-635 (s)	C-C-CHO in aldehydes	C-C-CHO bending
680-620 (s)	C-OH in alcohols	C-O-H bending
680-580 (s)	C≡C-H in alkynes	C≡C-H bending
650-600 (w)	S-C≡N in thiocyanates	S-C stretch; strong in Raman
650-600 (s)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> deformation
650-500 (s)	Ar-CF <sub>3</sub> in aromatic trifluoro-methyl compounds	CF <sub>3</sub> deformation (two or three bands)
650-500 (s)	C-Br in bromo compounds	C-Br stretch
645-615 (m-s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
645-575 (s)	O-C-O in esters	O-C-O bend
640-630 (s)	=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH <sub>2</sub> twisting
635-605 (m-s)	pyridines	in-plane ring deformation
630-570 (s)	N-C=O in amides	N-C=O bend
630-565 (s)	C-CO-C in ketones	C-CO-C bend
615-535 (s)	C=O in amides	C=O out-of-plane bend
610-565 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> deformation
610-545 (m-s)	SO <sub>2</sub> in sulfones	SO <sub>2</sub> scissoring
600-465 (s)	C-I in iodo compounds	C-I stretch
580-530 (m-s)	C-C-CN in nitriles	C-C-CN bend
580-520 (m)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> deformation
580-430 (s)	ring in cycloalkanes	ring deformation
580-420 (m-s)	ring in benzene derivatives	in-plane and out-of-plane ring deformations (two bands)
570-530 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> rocking
565-520 (s)	C-C=O in aldehydes	C-C=O bend
565-440 (w-m)	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> in alkyl groups	chain deformation modes (two bands)
560-510 (s)	C-C=O in ketones	C-C=O bend
560-500 (s)	 - in amino acids	 - rocking
555-545 (s)	=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH <sub>2</sub> twisting
550-465 (s)	C-C=O in carboxylic acids	C-C=O bend
545-520 (s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
530-470 (m-s)	NO <sub>2</sub> in nitro compounds	NO <sub>2</sub> rocking
520-430 (m-s)	C-O-C in ethers	C-O-C bend
510-400 (s)	C-N-C in amines	C-N-C bend
490-465 (variable)	naphthalenes	out-of-plane ring bending
440-420 (s)	Cl-C=O in acid chlorides	Cl-C=O in-plane deformation
405-400 (s)	S-C≡N in thiocyanates	S-C≡N bend

Joseph B. Lambert, et al.  
Introduction to Organic  
Spectroscopy, Macmillan  
 Publ. N.Y. (1987)

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Intensitas
C - H	Alkana	2850 - 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 - 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna 	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 - 3100 690 - 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol  monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3590 - 3650 3200 - 3600  3500 - 3650 2500 - 2700	Berubah-ubah Berubah-ubah, terkadang melebar Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 - 3500	Sedang
C=C	Alkena	1610 - 1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500 - 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 - 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 - 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 - 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 - 1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 - 1760	Kuat
NO <sub>2</sub>	Senyawa Nitro	1500 - 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

Sumber : *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998.