

**BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) UNTUK
MENURUNKAN KADAR LOGAM BESI (Fe) DAN PERUBAHAN pH
PADA AIR PANCUR DI KELURAHAN TANOBATO
PADANGSIDIMPUAN**

SKIRPSI

**OLEH :
INDAH AULIA RISKI SIREGAR
NIM. 21050021**



**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS KESEHATAN UNIVERSITAS AUFA ROYHAN
DI KOTA PADANGSIDIMPUAN
2025**

**BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) UNTUK
MENURUNKAN KADAR LOGAM BESI (Fe) DAN PERUBAHAN pH
PADA AIR PANCUR DI KELURAHAN TANOBATO
PADANGSIDIMPUAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Farmasi

OLEH:

**INDAH AULIA RISKI SIREGAR
NIM. 21050021**



**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS KESEHATAN UNIVERSITAS AUFA ROYHAN
DI KOTA PADANGSIDIMPUAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM BESI (Fe) DAN PERUBAHAN pH PADA AIR PANCUR DI KELURAHAN TANOBATO PADANGSIDIMPUAN

Skripsi ini telah diseminarkan dan dipertahankan dihadapan
tim penguji Program Studi Farmasi Program Sarjana
Fakultas Kesehatan Universitas Aifa Royhan
di Kota Padangsidempuan

Padangsidempuan, September 2025

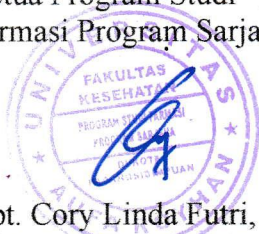
Pembimbing Utama

Ayus Diningsih, S.Pd., M.Si
NUPTK. 7563768669230673

Pembimbing Pendamping

Apt. Afrina Dewi Lubis, M. Farm
NUPTK. 7038758659130193

Ketua Program Studi
Farmasi Program Sarjana



Apt. Cory Linda Futri, M.Farm
NUPTK.0052767668230323

Dekan Fakultas Kesehatan



Arini Hidayah, SKM, M.Kes
NUPTK. 8350765666230243

IDENTITAS PENULIS

Nama : Indah Aulia Riski Siregar

Nim : 21050021

Tempat/Tgl Lahir : Pasar Binanga, 28- April- 2003

Jenis Kelamin : Perempuan

Alamat : Pasar Binanga Kec. Barumun Tengah Kabupaten Padang Lawas

Riwayat Pendidikan :

1. SD N 0202 Binanga : Lulus Tahun 2015
2. MTSN 3 Padang Lawas : Lulus Tahun 2018
3. MAN 3 Barumun Tengah : Lulus Tahun 2021

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Aulia Riski Siregar

NIM : 21050021

Program Studi : Farmasi Program Sarjana

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe), Dan Perubahan pH Pada Air Pancur Di Kelurahan Tanobato Padangsimipuan”.** benar bebas dari plagiat, dan apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Padangsidempuan, Agustus 2025

Penulis



Indah Aulia Riski Siregar

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya peneliti dapat menyusun Skripsi dengan judul **“BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) Untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe), Dan Perubahan pH Pada Air Pancur Di Kelurahan Tanobato Padangsimipuan”**. Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Farmasi di Program Sarjana Fakultas Kesehatan Universitas Afa Royhan di Kota Padangsidempuan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini peneliti banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Arinil Hidayah SKM, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Kesehatan Universitas Afa Royhan di Kota Padangsidempuan.
2. Apt. Cory Linda Putri Harahap, M.Farm, selaku ketua program studi Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Afa Royhan di Kota Padangsidempuan.
3. Ayus Diningsih, S.Pd., M.Si, pembimbing utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Apt. Afrina Dewi Lubis, M. Farm, selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Apt. Rini Fitriani Dongoran, MKM, selaku ketua penguji yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Apt. M Arsyad E Rambe,MKM, selaku anggota penguji yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Program Studi Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Afa Royhan di Kota Padangsidempuan.
8. Teristimewa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak, ibu, dan seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat, motivasi, nasehat, dukungan baik dari segi moral, material dan Doa sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.
9. Terima kasih untuk sahabat-sahabatku yang telah mendukung, memberikan support, serta ikut terlibat membantu penulis sampai tugas akhir ini selesai.

Kritik dan saran yang bersifat membangun peneliti harapkan guna perbaikan dimasa mendatang. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi peningkatan kualitas kefarmasian. Aamiin.

Padangsidempuan, Agustus 2025

Peneliti

BIOADSORBEN DARI KULIT DURIAN (*Durio ziberthinus* L.) UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM BESI (Fe) DAN PERUBAHAN pH PADA AIR PANCUR DI KELURAHAN TANOBATO PADANGSIDIMPUAN

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi bioadsorben yang dihasilkan dari kulit durian (*Durio zibethinus* L.) dalam menurunkan kadar logam besi (Fe) pada air pancur di Kelurahan Tanobato, Padangsidimpuan. Sampel air diambil dari sumber pancuran dan dianalisis untuk mengetahui kadar Fe sebelum dan setelah perlakuan bioadsorpsi. Kulit durian yang telah dikeringkan dan dihaluskan digunakan sebagai bioadsorben, Proses adsorpsi dilakukan dengan mencampur serbuk kulit durian ke dalam sampel air pancur dan diaduk selama 3 jam. dengan karakterisasi fisik dan kimia yang dilakukan untuk menentukan sifat adsorptifnya Variasi pH air yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH 5 Dan 6, untuk mengidentifikasi pengaruh kondisi pH terhadap efisiensi penurunan kadar logam besi. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengaduk campuran kulit durian dan air selama periode waktu tertentu, lalu diukur konsentrasi Fe menggunakan spektrofotometer dengan rata-rata perlakuan 2,114 mg/L setelah dilakukan penyaringan, kadar Fe mengalami penurunan menjadi 1,578 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kulit durian sebagai bioadsorben efektif dalam mengurangi kadar Fe, dengan efisiensi terbesar tercatat pada pH 6. Hal ini membuktikan bahwa kulit durian dapat digunakan sebagai solusi ramah lingkungan dalam mengurangi kontaminasi logam berat, khususnya besi, di sumber air. Penelitian ini membuka peluang pemanfaatan limbah organik sebagai bahan alternatif dalam teknologi pengolahan air.

Kata Kunci : *Bioadsorben, kulit durian, air pancur.*

THE BIOADSORBENT FROM DURIAN PEEL (*Durio zibethinus* L.) TO REDUCE IRON (Fe) CONTENT AND pH CHANGES IN SPRING WATER IN TANOBATO VILLAGE PADANGSIDIMPUAN

ABSTRACT

*This study aims to explore the potential of bioadsorbents derived from durian peel (*Durio zibethinus* L.) in reducing iron (Fe) content in spring water in Tanobato Village, Padangsidimpuan. Water samples were taken from the spring source and analyzed to determine the Fe content before and after bioadsorption treatment. Dried and powdered durian peel was used as a bioadsorbent. The adsorption process was carried out by mixing durian peel powder into the spring water samples and stirring for 3 hours, with physical and chemical characterization conducted to determine its adsorptive properties. The pH variations of the water used in this study were pH 5 and 6, to identify the effect of pH conditions on the efficiency of iron content reduction. The adsorption process was conducted by stirring a mixture of durian peels and water for a certain period of time, then measuring the Fe concentration using a spectrophotometer, with an average treatment of 2.114 mg/L after filtration, the Fe content decreased to 1.578 mg/L. The research results show that the use of durian peels as a bioadsorbent is effective in reducing Fe levels, with the highest efficiency recorded at pH 6. This proves that durian peels can be used as an environmentally friendly solution for reducing heavy metal contamination, particularly iron, in water sources. This research opens opportunities for utilizing organic waste as an alternative material in water treatment technology.*

Keywords: Bioadsorbent, durian peels, spring water.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
IDENTITAS PENULIS	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah dari penelitian ini adalah	4
1.3 Tujuan dari penelitian ini adalah	5
1.4.1 Manfaat Teoritis	5
1.4.1 Manfaat Praktis	5
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	 7
2.1 Buah Durian (<i>Durio ziberthinus</i> L.)	7
2.1.1 Morfologi Buah Durian	9
2.1.2 Kandungan kimia buah durian	12
2.1.3 Jenis Buah Durian	13
2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Durian	15
2.1.5 Manfaat Durian	16
2.2 Kulit Durian (<i>Durio ziberthinus murr</i>)	19
2.3 Logam Berat Besi (Fe)	21
2.3.1 Sifat Logam Berat Besi (Fe)	22
2.3.2 Sumber Logam Berat Besi (Fe)	22
2.3.3 Karakteristik Logam Berat Besi (Fe)	23
2.3.4 Manfaat Logam Berat Besi (Fe)	25
2.3.5 Bahaya Logam Berat Besi (Fe) Bagi Kesehatan	25
2.3.6 Pencemaran Logam Berat Besi (Fe) pada Air	26
2.4 Adsorben	26
2.4.1 Macam – macam Adsorben	27
2.4.2 Sifat – Sifat Adsorben Yang Mempengaruhi Adsorpsi	29
2.5 Bioadsorben	30
2.5.1 Manfaat Bioadsorben	31
2.6 Derajat Kesamaan (pH)	33
2.6.1 Defenisi pH	33
2.6.2 Perhitungan pH	34
2.6.3 Alat Pengukur pH	34
2.7 <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i> (AAS)	35
2.9 Mata Air	36
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	 38
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	38

3.1.1 Tempat Penelitian	38
3.1.2 Waktu Penelitian.....	38
3.2 Alat Dan Bahan	38
3.2.1 Alat	38
3.2.2 Bahan.....	39
3.2.3 Cara Pembuatan Larutan HCl 0,4 M.	39
3.3 Preparasi Sampel.....	39
3.4 Evaluasi Bioadsorben dari Kulit Durian.....	40
3.4.1 Uji Kadar Air	40
3.4.2 Uji Kadar Abu	40
3.5 Pengujian Air Pancur Kelurahan Tanobato dengan Bioadsorben Kulit Durian.....	41
3.5.1 Uji pH	41
3.5.2 Uji Kadar Logam Fe Air Pancur Kelurahan Tanobato.....	41
3.6 Diagram Alir Prosedur Kerja.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil pembuatan serbuk kulit durian (<i>Durio ziberthinus</i> L.)	43
4.3 Uji Kadar Air dan Uji Kadar Abu Bioadsorben.....	46
4.4 Pengukuran pH Air Pancur di Kelurahan Tanobato Padangsidempuan	47
BAB 5 PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rencana Kegiatan dan Waktu Penelitian.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Berat Kulit Durian dan Serbuk Kulit Durian	43
Tabel 4. 2 Hasil Pencampuran Serbuk Dengan HCl.....	44
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kadar Air Dan Kadar Abu	46
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan	47
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran kadar logam Fe	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Durian (<i>Durio zibethinus</i> L.)	7
Gambar 2.2 Pohon Durian	9
Gambar 2.3 Daun durian	10
Gambar 2.4 Bunga Durian	11
Gambar 2.5 Buah Durian	12
Gambar 2.6 Biji Durian.....	12
Gambar 2.7 Kulit Durian	19
Gambar 2.10 Logam Fe (Besi).....	24
Gambar 2.12 Prinsip kerja <i>Atomic Absoprtion Spectroscopy</i> (AAS)	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Berdasarkan Buku Saku Data Hortikultura Indonesia merupakan negara agraris terletak di wilayah tropis sehingga Indonesia merupakan salah satu negara yang cukup baik dalam budi daya komoditas buah-buahan. Salah satu buah tropis yang mempunyai nilai jual sangat tinggi adalah buah durian. Nilai jual yang tinggi ini menjadikan durian sebagai salah satu buah yang memiliki potensi ekonomi yang bagus. Selain itu durian juga termasuk buah yang populer dan memiliki banyak penggemar di berbagai kalangan masyarakat, dan memiliki peluang pasar yang cukup bagus (Istiqomah, 2017).

Sampah kulit durian apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah bagi lingkungan, yaitu menjadikan kotor dan kulit durian yang membusuk menimbulkan bau yang tidak enak (Ningrum, 2023).

Buah durian memiliki kandungan daging sekitar 20-35 %, bijinya 5-15 %, dan 60-75 % berupa kulit. Artinya ada lebih dari 50 % bagian durian yang terbuang sebagai limbah ke lingkungan (Hanum dkk., 2017). Kulit durian mengandung 60,45% selulosa, 13,09% hemiselulosa dan 15,45% lignin. Adanya kandungan selulosa yang tinggi menyebabkan kemungkinan mengubah kulit durian menjadi produk yang lebih berguna seperti karbon aktif (Masrol, 2015).

Selulosa merupakan senyawa polisakarida yang paling melimpah pada tumbuhan dan sering ditemukan di dalam sel pelindung tanaman terutama pada tangkai, batang, dahan dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan (Saba, 2017).

Selulosa dapat diproduksi dari sumber tanaman dalam bentuk fibril dengan rantai homopolimer linier β -D 1,4 unit glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik (Romruen, dkk., 2022). Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh selulosa yakni mudah diperoleh, stabilitas yang baik, tidak beracun dan ramah lingkungan (Eka, 2023).

Selulosa dapat diaplikasikan menjadi bioadsorben, bioadsorben adalah bahan yang memiliki pori-pori banyak, dimana proses adsorpsi berlangsung pada dinding pori atau terjadi pada daerah tertentu di dalam partikel tersebut (Siswarni dkk, 2017). Penggunaan adsorben dari bahan organik (bioadsorben) akhir-akhir ini sangat banyak dikembangkan. Bioadsorben mempunyai keunggulan untuk mengatasi logam berbahaya dan beracun di lingkungan karena mudah didapat serta sifatnya yang ramah lingkungan.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Bahtiar, dkk. (2014) yang disampaikan dalam *international conference on science and applied Science*, bahwa karbon aktif kulit durian yang dipanaskan dalam oven dengan suhu 700 °C dapat menurunkan logam Fe pada air sungai dengan efektivitas 79,16%. Pada penelitian tersebut, kadar logam Fe yang terkandung pada air masih di atas kadar maksimal yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

Pengembangan tanaman buah di Indonesia bisa dikatakan sudah meluas diberbagai provinsi. Menurut Badan Pusat Statistika Sumatera Utara (2014), buah durian merupakan salah satu dari sepuluh komoditas unggulan di Sumatera Utara. Penggemar buah durian memang luar biasa, siapapun tak dapat memungkirinya. Diluar negeri buah durian ini terkenal dengan nama “King of fruits”, rajanya buah.

Logam berat terdapat di alam baik dalam bentuk senyawa alami maupun dalam bentuk buangan (limbah). Pencemaran logam berat pada tanah, air, dan udara bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tanaman maupun lingkungan. Logam berat dapat masuk dan terakumulasi ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan, minuman, atau melalui udara. Logam berat pada kadar tertentu tergolong limbah B3 yang dapat membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia (Bayu, 2023).

Air merupakan bagian yang penting dalam hidup, di dalam tubuh manusia air mempunyai mekanisme dalam mempertahankan keseimbangan asupan air yang masuk dan dikeluarkan. Rasa haus pada setiap manusia, merupakan mekanisme normal dalam mempertahankan asupan air dalam tubuh. Di daerah yang padat penduduknya, seperti daerah industri, kebutuhan air bersih dan sehat sukar diperoleh karena air di daerah itu sudah tercemar oleh limbah industri dan limbah rumah tangga (Sinaga, 2020).

Menurut hasil survey yang saya lakukan di Kelurahan Tanobato menunjukkan bahwa air pancur tersebut memiliki air berwarna kuning, dan sedikit berasa sebagaimana air tersebut masih di gunakan oleh warga Kelurahan Tanobato, dan sebagian warga di kelurahan Tanobato masih menggunakan air pancuran tersebut untuk keperluan mandi dan mencuci. Dan berdasarkan penelitian terdahulu yang saya lakukan pH air pancur yang terletak di kelurahan Tanobato yaitu: 5,08.

Ciri air pancuran yang mengandung logam Fe diantaranya adalah secara fisik air berwarna kuning dan sedikit berasa. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l

dalam air akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk. Debu Fe juga dapat diakumulasi dalam alveoli dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru (Febrina, 2015).

pH adalah jumlah konsentrasi ion Hidrogen (H^+) pada larutan yang dapat menyatakan tingkat suatu asam basa yang dimiliki oleh suatu larutan. pH merupakan besaran fisis dan diukur pada skala 0 sampai 14. Bila pH kurang dari 7 larutan bersifat asam, jika pH lebih dari 7 larutan bersifat basa dan jika pH sama dengan 7 larutan bersifat netral (Rahiman, 2021). Air dengan pH di bawah 7 dikategorikan sebagai air yang asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 dikategorikan sebagai air yang basa. Air dengan pH di luar rentang tersebut dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti gangguan pencernaan, sakit kepala, dan iritasi kulit (Menteri Kesehatan 2010).

Berdasarkan paparan pada latar belakang diatas, penelitian tentang pemanfaatan kulit durian (*durio ziberthinus* L.) sebagai adsorben logam berat Fe perlu dilakukan. Penelitian tentang pemanfaatan karbon aktif dari kulit durian sebagai adsorben telah dilakukan sebelumnya yaitu sebagai adsorben logam Fe pada air gambut dengan aktivator larutan kalium hidroksida (Arba, 2017)

1.2 Rumusan masalah dari penelitian ini adalah

1. Apakah bioadsorben dari kulit buah durian dapat menurunkan kadar logam Fe pada air pancur di Kelurahan Tanobato?
2. Apakah bioadsorben dari kulit buah durian dapat menurunkan pH air pancur di Kelurahan Tanobato?

1.3 Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk Mengetahui apakah bioadsorben dari kulit durian dapat menurunkan kadar logam Fe pada air pancur.
2. Untuk mengetahui apakah bioadsorben kulit durian dapat merubah pH air Pancur di kelurahan Tanobato.

1.4. Manfaat dari penelitian ini adalah

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai potensi kulit durian sebagai adsorben pada logam berat dan dapat mengurangi sampah kulit durian yang menimbulkan masalah bagi lingkungan pada saat musim buah, serta dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya mengenai adsorben kulit durian.

1.4.1 Manfaat Praktis

1. Bagi Peneliti
 - a. Menambah wawasan dalam bidang bioteknologi lingkungan dan pemanfaatan limbah organik sebagai bahan bioadsorben
 - b. Menyediakan data dan bukti ilmiah mengenai efektivitas kulit durian dalam menurunkan kadar Fe, dan pH.
 - c. Sebagai sumber informasi mengenai manfaat kulit durian sebagai bioadsorben logam besi (Fe).
2. Bagi Insitut
 - a. Penelitian ini dapat berpotensi menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait adsorpsi logam berat dengan bahan alami kulit durian (*Durio zibethinus* L.)
3. Bagi Masyarakat

- a. Membantu masyarakat kelurahan Tanobato dalam mendapatkan kualitas udara yang lebih baik dan mengurangi dampak polusi.
- b. Mendorong pemanfaatan limbah organik seperti kulit durian, sehingga mendukung pengelolaan lingkungan berkelanjutan, dengan solusi berbasis bahan alami yang lebih aman .

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Durian (*Durio ziberthinus* L.)

Durian (*Durio zibethinus* L.) merupakan tanaman buah tropis eksotik yang mempunyai rasa dan aroma yang unik. Buah durian disebut juga the king of fruit karena kulit yang keras dan berduri serta waktu panen durian menandai musim panen beberapa buah-buahan lainnya (Mardudi, 2021).

Tanaman durian dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 30 meter, tanaman yang berasal dari *famili Malvaceae* ini merupakan jenis pohon tahunan, hijau abadi (pengguguran tidak tergantung musim) tetapi ada saat tertentu untuk menumbuhkan daun-daun baru yang terjadi setelah masa berbuah selesai (Mardudi, 2021).

Durian dianggap sebagai salah satu buah yang sangat digemari oleh berbagai kalangan masyarakat karena rasa buahnya yang manis dan aromanya yang khas menjadi daya tarik tersendiri bagi pencinta durian, mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Bagian tanaman durian yang umum dikonsumsi adalah bagian salut buah atau dagingnya (Mardudi, 2021).

Klasifikasi ilmiah



Gambar 2.1 Buah Durian (*Durio zibethinus* L.)

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan berbiji)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (Berkeping dua)
Ordo	: <i>Malvales</i>

Famili : *Malvaceae*
 Genus : *Durio*
 Spesies : *Durio zibethinus* L. (Nugroho, 2023).
 Nama lokal : Durian

Pemanfaatan limbah kulit buah durian menjadi alternatif yang unik untuk dikembangkan sebagai media filtrasi logam berat dalam air tanpa harus melalui tahapan aktivasi arang aktif namun cukup dikeringkan untuk meningkatkan efektivitas adsorpsi unsur logam (Nurfahma et al., 2021). Kulit durian merupakan limbah padat yang dapat menyebabkan masalah lingkungan. Kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulosa yang tinggi (50-60%), lignin (5%), serta kandungan pati yang rendah (5%) (Nurdin, 2021).

Kandungan selulosa atau bahan organik lainnya dapat dijadikan bahan adsorpsi yang baik untuk mengatasi pencemaran limbah organik seperti pestisida dan zat warna (Nurdin, 2021).

Tanaman durian (*Durio zibethinus* L.) membutuhkan nutrisi yang cukup agar pertumbuhannya optimal. Tanah menyediakan unsur hara sebagai makanan pokok bagi tanaman durian, unsur hara di dalam tanah semakin lama akan berkurang sehingga membuat tanaman jadi tidak subur (Akbarrudin, 2023).

Tingkat kesuburan tanaman durian cukup mempengaruhi produksi dan mutu buah durian. Keterbatasan pengetahuan para petani dalam pemeliharaan tanaman durian dan juga dari serangan organisme pengganggu tanaman juga menjadi salah satu penyebab tanaman durian mengalami penurunan produksi (Akbarrudin, 2023).

Tanaman durian dapat diperbanyak secara generatif (biji) atau secara vegetatif (misalnya okulasi, sambung dan susuan). Tanaman yang berasal dari biji sering kali mengalami perubahan sifat dari pohon induknya. Karena itu, cara yang terbaik untuk memperbanyak tanaman durian adalah dengan okulasi, sambung, atau susuan. Dengan cara ini sifat tanaman akan tetap sama dengan tanaman induknya (Akbarrudin, 2023).

2.1.1 Morfologi Buah Durian

Batang tanaman durian merupakan batang berkayu. Kulitnya berwarna merah coklat gelap, kasar dan kadang berkelupas dengan bentuk pohon (tajuk) segitiga (Rijal dan Sudarwati 2015). Tanaman durian dapat mencapai ketinggian 25-50 m tergantung spesiesnya, pohon durian sering memiliki banir (akar papan). Pepagan (kulit kering) berwarna coklat kemerahan, mengelupas tak beraturan, tajuknya rindang dan renggang (Eko, 2018).



Gambar 2.2 Pohon Durian

Daun tanaman durian tidak memiliki periode rontok dan selalu ada di setiap musim (evergreen). Bentuk daunnya elip hingga bulat, panjang sekitar 10-18 cm (Eko, 2018). Lebar daun sekitar 3,0-8,5. Bagian atas daunnya berwarna hijau dan bagian bawahnya berwarna perak serta bersisik. Bentuk dan warnanya mirip dengan daun kenit. Calon daun terbungkus oleh tudung daun berwarna hijau. Tudung daun

luruh saat terdesak oleh pertumbuhan daun baru. Duduk daun pada batang dan cabang berselang-seling.

Beberapa jenis durian memiliki karakteristik daun yang berbeda saat masih muda dengan saat dewasa. Ada yang saat muda margin helai daunnya rata dan saat tua margin helai daunnya menjadi bergelombang, sehingga pengamatan karakter daun sebaiknya dilakukan pada daun dewasa (Eko, 2018).



Gambar 2.3 Daun durian

Bunga durian muncul dari kuncup dorman yang pada musim lalu tidak menghasilkan bunga. Letak kemunculan bunga ada di batang utama, cabang utama, cabang sekunder dan cabang tersier. Bunga tersebut muncul secara bergerombol, namun beberapa saja yang mampu berkembang menjadi buah. Umumnya mekar pada sore hari dan mulai reseptif pukul 17.00-06.00 WIB. Sementara polen mulai menyebar pukul 19.00 WIB dan semua kompartemen bunga selain pistil rontok. Pistil tetap reseptif hingga pukul 23.00 WIB. Bunganya menyebarkan aroma wangi yang berasal dari kelenjar nektar di bagian pangkal untuk menarik perhatian kelelawar (terutama spesies *Eonycteris spelea*) dan serangga penyerbuk (Eko, 2018).



Gambar 2.4 Bunga Durian

Buah durian termasuk buah bertipe kapsul dengan bentuk oblong/lonjong hingga bulat. Kulit buah cukup tebal serta berwarna hijau, kuning hingga cokelat. Panjang buah dapat mencapai 25 cm dan diameter 20 cm. Permukaan kulit buah berduri tajam (Gambar 4). Ukuran duri buah beragam, ada yang pendek, sedang dan panjang. Selain itu juga terdapat buah durian yang tidak berduri. Bentuknya menyerupai buah sukun (Eko, 2018).

Perkembangan bunga menjadi buah memerlukan waktu 90-130 hari hingga siap dipanen. Lalu pada masa perkembangan buah, terjadi persaingan antar buah pada satu kelompok, sehingga hanya satu atau beberapa buah yang akan mencapai kematangan. Sisanya gugur atau bahkan dipertahankan beberapa buah tetapi pengisiannya tidak sempurna. Buah umumnya akan jatuh sendiri ketika masak. Bobot buah dapat mencapai 1-7 kg. Setiap buah memiliki lima juring (ruang buah) atau lebih. Setiap juring terisi oleh daging buah yang membungkus biji, dengan jumlah biji 1-7 butir. Selama perkembangan buah, kesempurnaan pembentukan biji dalam setiap juring buah menentukan bentuk buah durian. Juring dengan biji yang embrionya tidak terbuahi oleh sel sperma menyebabkan juring kosong (tidak terisi daging buah). Juring kosong menyebabkan bentuk buah menjadi tidak simetris (Eko, 2018).



Gambar 2.5 Buah Durian

Biji durian merupakan limbah hasil pertanian yang secara kuantitatif berpotensi sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol. Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2012 melaporkan bahwa produksi buah durian di Indonesia mencapai 888.130 ton/tahun (BPS, 2013). Dengan limbah biji durian dapat mencapai 5-15% dari bobot durian (Diana, 2019). Selain itu, biji durian diketahui mengandung kadar air 51,5%, karbohidrat 43,6% dan protein 2,6%. Bijinya bisa dimakan sebagai cemilan setelah direbus atau dibakar, atau dicampurkan dalam kolak durian



Gambar 2.6 Biji durian

2.1.2 Kandungan kimia buah durian

Pada buah durian ditemukan kandungan senyawa pada buah tersebut antara lain, Total ash, Fibre, Moisture, Protein, Carbohydrates, Starch, Sugar total, Reducing sugars, Sucrose, Glucose, Fructose, Lipid, Caloric value, Beta carotene, Vitamin A, Vitamin B1, Vitamin B2, Niacin, Vitamin C, Vitamin E, Mineralis, Ph, Calcium (Diana, 2019).

2.1.3 Jenis Buah Durian

a. Durian Petruk

Buah durian yang punya nama latin *duriozabethinus* kultivar. Durian petruk berasal dari daerah yang terkenal akan ukiran yakni kabupaten Jepara durian petruk pun termasuk ke dalam durian lokal yang memiliki kualitas, kuantitas, dan rasa yang tak kalah saing dengan jenis durian unggulan lainnya. Buah durian petruk berbentuk bulat telur atau ovale dengan ujung agak runcing, kulit buah lebih tipis sekitar 3mm. sedangkan berat buah mencapai 1kg hingga 1.5kg, daging buahnya agak tebal, berwarna kuning, agak lembek, berserat halus dan bijinya kecil (Diana, 2019).

b. durian monthong

Tanaman yang berasal dari negara Thailand. Durian montong umumnya bisa berumur panjang. Tanaman ini memiliki kayu yang tebal, tegak dan juga cabangnya banyak. Durian monthong memiliki daun yang bertangkai pendek, warnanya kekuningan, permukaan daun nyamengkilat tapi bawahnya buram. Bunga tanaman ini muncul di batang dan cabang yang sudah besar, warna bunganya putih coklat keemasan, biasanya durian montong berbunga di bulan Januari. Daging buah durian monthong berwarna kuning tebal kering dan berlemak (Diana, 2019).

c. Durian matahari

Durian yang berasal dari Cimanggu, Bogor, Jawa Barat ini merupakan buah durian yang memiliki bentuk bulat panjang berwarna hijau kecoklatan dengan ketebalan sekitar 0,5 – 1 cm. durinya besar – besar, runcing, jarang dan sedikit bengkok. Buahnya tebal, kering, berlemak, manis dengan tekstur halus dan

aromanya cukup tajam. Sayangnya, buah durian jenis ini tidak tahan terhadap serangan hama penggerek dan juga penyakit busuk akar (Diana, 2019).

d. Durian bokor

Durian bokor atau yang biasa disebut durian Aden ini berasal dari Majalengka, Jawa Barat. Durian ini memiliki buah yang besar, berwarna hijau sedikit kekuningan dengan berat mencapai 3 – 4 kg. Durian ini memiliki daging yang sedikit tebal berwarna kuning muda dan bertekstur halus, rasanya sangat manis dan aromanya juga harum. Produktifitas dari durian bokor cukup baik dengan menghasilkan 150 – 200 buah per pohon. Durian bokor ini tahan terhadap penyakit busuk akar tetapi peka terhadap hama penggerek, oleh karena itu para petani durian harus waspada (Diana, 2019).

e. Durian bawor

Durian bawor berasal dari daerah Banyumas. Durian ini merupakan dmiliki kemiripan dengan durian monthong, sehingga biasa di sebut durian monthong banyumas. Ciri – ciri durian bawor antara lain, memiliki daging buah tebal dan berwarna orange , rasa yang manis, serta bijinya yang kecil. Durian bawor sudah bisa berbuah di usia 3 – 4 tahun dan dalam 1 tahun bisa panen sebanyak 3 kali (Diana, 2019).

f. Durian candi mulyo

Durian candi mulyo ini biasa dikenal dengan nama durian candy yang berasal dari magelang, Jawa Tengah. Ciri khas dari durian ini adalah ukurannya lumayan besar dan biji buahnya kecil. Rasa dari durian candi mulyo ini adalah percampuran antara rasa manis dan sedikit rasa pahit atau getir.

g. Durian mimang

Durian mimang berasal dari Madukara, Banjar Negara, Jawa Tengah. Durian ini berbentuk lonjong dan kecil, kulitnya berwarna hijau kekuningan. Durian miming memiliki daging tebal berwarna kuning, agak berserat dan mempunyai rasa yang manis dengan sedikit rasa alkohol. Aroamanya juga sangat harum dan tajam sehingga menjadikan durian ini mudah dikenali (Diana, 2019).

h. Durian Bajul

Durian Bajul berasal dari kabupaten Malang Jawa Timur. Durian ini memiliki ciri-ciri warna batang coklat bentuk batang tidak teratur dengan bentuk buah lonjong, duri berbentuk gemuk lancip dengan rasa buah yang manis dan tekstur daging buah yang lembut serta berserat (Diana, 2019).

2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Durian

a. Tanah

Tanaman durian menghendaki keadaan tanah yang subur, yakni tanah yang kaya akan kandungan bahan organik. Jenis tanah seperti ini yang cocok untuk tanaman durian, dan sesuai dengan fraksi tanah yang ada, tanah ini disebut dengantanah gromosol dan ondosol. Tanah tersebut memiliki ciri-ciri warna hitam keabu-abuan kelam, struktur tanah lapisan atas berbutir-butir, sedangkan dibagian bawah bergumpal-gumpal, dan kemampuan mengikat air tinggi (Diana, 2019).

b. Iklim

Iklim sebagai syarat tumbuh tanaman sangat berpengaruh terhadap kehidupan tanaman. Unsur-unsur iklim yang berpengaruh terhadap budidaya tanaman durian, antara lain ialah ketinggian tempat, suhu, dan curah hujan (Diana, 2019).

c. Ketinggian Tempat dan Suhu

Tanaman durian paling cocok pada ketinggian tempat 200-600 m dpl dan suhu rata-rata 20°C-30°C. Meskipun demikian, ada juga varietas durian yang cocok ditanam pada berbagai ketinggian. Misalnya durian kani dan otong bisa tumbuh baik di daerah yang memiliki 50-600 mdpl, bahkan kadang-kadang juga dijumpai durian yang tumbuh baik di dataran tinggi 800 mdpl atau di dataran rendah dengan ketinggian 10 mdpl (Diana, 2019).

d. Curah Hujan

(Prabowo, 2021) mengatakan berdasarkan volume curah hujan setiap tahunnya, ada beberapa kriteria yang cocok untuk proses pertumbuhan vegetative tanaman dan berlangsungnya proses pembuahan. Volume curah hujan pada setiap tahunnya dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Daerah yang cukup basah, atau a-2, jika memiliki 12 bulan basah dan 1 bulan kering, misalnya daerah Kalimantan Tengah dan Barat.
2. Daerah setengah basah, atau B-1, jika memiliki 9-10 bulan basah dan 1-2 bulan kering, misalnya daerah Kalimantan Timur, Jawa Barat, dan sebagian besar Sumatra.
3. Daerah setengah kering, atau c, jika daerah itu memiliki 5-6 bulan basah dan 2- 4 bulan kering, misalnya Daerah Jawa Barat, Jawa Tengah, Dan Jawa Timur, Kecuali Madura. Curah hujan yang dikehendaki tanaman durian maksimum 3000-3500 mm/thn, minimal 1500-3000 mm/thn.

2.1.5 Manfaat Durian

Durian sangat kaya akan sumber gizi yang bermanfaat untuk kesehatan kita diantaranya :

- a) Mencegah depresi : durian mengandung tryptophan, salah satu jenis asam amino yang dapat diubah dalam tubuh menjadi serotonin, untuk membuat badan lebih rilek, meningkatkan mood, dan secara umum membuat perasaan lebih gembira.
- b) Mencegah anemia (kurang darah) : dengan kadar besi tinggi, durian dapat merangsang produksi hemoglobin dalam darah sehingga membantu penderita anemia.
- c) Menurunkan tekanan darah : durian mengandung kalium sangat tinggi tetapi kadar garam yang rendah, membuat durian sempurna untuk menurunkan tekanan darah dengan jumlah durian < 6 biji. Sehingga US Food and Drug Administration telah mengizinkan industri durian untuk mengajukan pengakuan resmi terhadap kemampuan durian mengurangi resiko dari tekanan darah tinggi dan stroke.
- d) Melancarkan BAB : karena mengandung serat tinggi, menambahkan durian dalam menu harian dapat membantu menormalkan proses pencernaan dan melancarkan BAB.
- e) Meredakan nyeri lambung : durian memiliki efek antacid alamiah pada tubuh, apabila anda mengalami nyeri perut.
- f) Memperbaiki sistem syaraf : durian mengandung vitamin B yang tinggi yang dapat membantu memperbaiki sistem syaraf.
- g) Mengontrol diet bagi orang kegemukan : studi di the Institute of Psychology di Austria menunjukkan bahwa tekanan pekerjaan mendorong orang banyak mengkonsumsi makanan ringan dan untuk mengontrolnya kita perlu makan

makanan berkadar karbohidrat tinggi setiap 2 jam untuk menjaga kestabilan.

Durian merupakan buah berkadar karbohidrat 20% hingga 39%.

- h) Radang saluran pencernaan : durian dapat digunakan sebagai makanan pencegah sakit intestinal sebab durian bertekstur lunak dan lembut. Durian satu-satunya buah segar yang dapat dimakan langsung pada kasus yang telah kronis
- i) Durian juga menetralkan kelebihan asam dan mengurangi iritasi dengan melapisi dinding perut.
- j) Membantu berhenti merokok : durian dapat juga membantu orang yang berusaha berhenti merokok, karena mengandung vitamin B6, B12, kalium, dan magnesium yang membantu tubuh bertahan dari efek ketagihan nikotin.
- k) Mencegah stress : kalium adalah salah satu mineral vital yang membantu menormalkan denyut jantung, mengirim oksigen ke otak, dan meregulasi keseimbangan air dalam tubuh. Ketika kita stress, metabolisme kita meningkat sehingga mengurangi kadar kalium. Hal ini dapat diseimbangkan kembali dengan makan durian yang mengandung kalium tinggi (Diana, 2019).

2.2 Kulit Durian (*Durio ziberthinus murr*)

Seiring dengan produksi buah durian yang tinggi, maka akan bertambah pula limbah kulit yang dihasilkan. Peningkatan limbah ini disebabkan karena bobot kulit pada buah durian yang mencapai 75% dari buah, sehingga tak heran jika jumlah limbah kulit durian meningkat cukup tinggi seiring produksi buahnya. Durian terdiri dari 20-30% daging buah, 5-15% biji dan 60-75% kulit durian (Eka, 2023). Berikut bentuk kulit durian yang telah dengan daging buahnya disajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.7 Kulit Durian

Kulit durian merupakan limbah padat yang dapat menyebabkan masalah lingkungan. Kulit durian secara proposional mengandung unsur selulosa yang tinggi (50-60%). lignin (5%), serta kandungan pati yang rendah (5%) (Zulharmita, 2012).

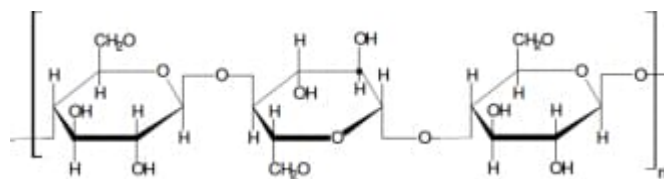
2.2.1 Selulosa

Selulosa merupakan senyawa homopolisakarida dengan glukosa sebagai monomernya. Molekul selulosa berbentuk linier dan tak bercabang yang terdiri dari 10.000 sampai 15.000 unit D-glukosa (Zulharmita, 2012).

Selulosa adalah polisakarida struktural, berbentuk seperti serabut, tidak larut dalam air dan ditemukan di dalam sel pelindung tanaman, terutama pada

tangkai, batang, dahan dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan (Zulharmita, 2012)

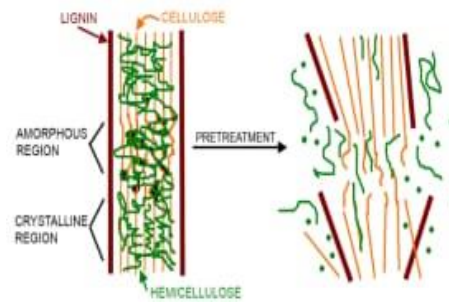
Molekul selulosa merupakan rantai-rantai atau mikrofibril yang terdiri dari ribuan unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Mikrofibril digabungkan menjadi unit yang lebih besar, yang disebut makrofibril dan berkumpul menjadi serat selulosa alami. Pada umumnya selulosa bergabung dengan lignin sehingga sering disebut sebagai lignoselulosa (Zaman, 2020).



Gambar 2.8 Struktur Selulosa (Zaman, 2020).

Molekul selulosa merupakan rantai-rantai atau mikrofibril yang terdiri dari ribuan unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Mikrofibril digabungkan menjadi unit yang lebih besar, yang disebut makrofibril dan berkumpul menjadi serat selulosa alami. Pada umumnya selulosa bergabung dengan lignin sehingga sering disebut sebagai lignoselulosa (Zaman, 2020).

Berdasarkan strukturnya, selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai bahan penjerap karena gugus hidroksil (OH) yang terikat pada rantai selulosa dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Gugus fungsi OH pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut, sehingga dengan demikian selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus fungsi-OH yang terikat pada permukaan adsorben dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion (Roziki, 2018).



Gambar 2.9 Skema *Pretreatment* Lignoselulosa (Roziki, 2018).

Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut, sehingga lebih mudah memisahkan lignin dari selulosa. Fenolat yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (Roziki, 2018).

Selanjutnya, pada tahap pemutihan (bleaching) digunakan larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan tujuan untuk mendapatkan selulosa yang lebih putih serta menghilangkan senyawa lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa. Menurut Riama (2012), proses bleaching menggunakan larutan H_2O_2 sebagai pemutih tidak menghasilkan residu dan tidak mengakibatkan kerusakan berarti pada bahan organik serta dapat menghasilkan produk yang lebih putih dan bersih (Roziki, 2018).

2.3 Logam Berat Besi (Fe)

Logam berat besi (Fe) merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah yang tertentu sangat dibutuhkan oleh tubuh organisme hidup. Namun apabila jumlahnya berlebihan akan mengakibatkan pencemaran (Ahyat, 2020). Besi adalah logam yang berasal dari biji besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe

dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi (Ahyat, 2020).

Besi memiliki simbol (Fe) dan merupakan logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, dengan berat atom 55,85 g.mol⁻¹, nomor atom 26. Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari biji besi, dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur besi, campuran lain harus dipisahkan melalui penguraian kimia. Besi digunakan dalam proses produksi besi baja, yang bukan hanya unsur besi saja tetapi dalam bentuk alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon) (Ahyat, 2020).

2.3.1 Sifat Logam Berat Besi (Fe)

Menurut (Siska, 2011), logam berat mempunyai sifat mudah mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen. Akibat dari hal tersebut maka konsentrasi logam berat dalam sedimen biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasinya di air. Sifat-sifat logam berat salah satunya yaitu mudah terakumulasi dalam lingkungan.

Pada logam berat seperti Fe, Pb, Zn, Al & Cu berbahaya pada pH < 5. Pada pH 6,5-7 adalah merupakan pH yang bersifat ideal untuk perairan. Unsur unsur hara akan relative banyak tersedia pada pH tersebut. Kadar besi (Fe) > 1 mg/L dianggap membahayakan kehidupan organisme akuatik (Bayu, 2023).

2.3.2 Sumber Logam Berat Besi (Fe)

Logam berat Besi (Fe) yang masuk dalam perairan berasal dari aktivitas perkapalan, tumpahan minyak, dan aktivitas pertambangan. Salah satu contoh logam berat yang terdapat pada perairan yaitu logam berat Fe. Logam berat Fe

termasuk logam berat esensial namun apabila kandungan logam berat Fe dalam perairan berlebihan, maka akan sangat berbahaya bagi organisme perairan maupun lingkungan (Setyawan, 2023).

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar. Dua sumber utama kontaminasi air tanah ialah kebocoran bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau di dekat sumber air. Sumber cemaran logam berat Fe dapat berasal dari berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah berupa pencemar. Bahan-bahan pencemar diangkut oleh air hujan dan gerakan air dari laut. Logam berat Fe dalam perairan dipekatkan melalui proses biologi dan kimia-fisika. Bioakumulasi dan biomagnifikasi merupakan proses biologi yang mampu mengendapkan logam pada tubuh organisme melalui rantai makanan. Proses kimia fisika, logam berat terlarut dan terendap pada sedimen dan dapat pula terabsorpsi pada zat tersuspensi. Kadar logam berat Fe yang telah melebihi baku mutu, maka perlu dilakukan tindak lanjut dalam mencegah gangguan yang dapat disebabkan logam Fe (Dwi, 2021).

2.3.3 Karakteristik Logam Berat Besi (Fe)



Gambar 2.10 Logam Besi (Fe)

Seperti diketahui bahwa logam Besi (Fe) adalah logam esensial yang karakteristiknya liat bahkan cenderung keras. Berkaitan dengan itu (Satria, 2015).

mengidentifikasi karakteristik fisika dan kimia logam Fe (besi) yaitu ambang : Fe, nomor atom : 26, golongan, periode : 8,4, penampilan : metalik mengkilap keabuabuan, massa Atom : 55,854 (2) g/mol, konfigurasi elektron : [Ar] 3d⁶ 4s² , fase : padat , massa jenis (Suhu Kamar) : 7,86 g/cm³, titik lebur : 1811 °K (1538 °C, 2800 °F), titik didih : 3134 °K (2861 °C, 5182 °F) dan kapasitas kalor : (25 °C) 25,10 J/ (mol.K) (Arba, 2017).

Selanjutnya dalam (Arba, 2017) menjelaskan karakteristik kimia besi (Fe) dalam perairan adalah sebagai berikut :

“Sifat kimia perairan dari besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks dan metabolisme oleh mikroorganisme. Besi dengan bilangan oksidasi rendah, yaitu Fe (II) umum ditemukan dalam air tanah dibandingkan Fe (III) karena air tanah tidak berhubungan dengan oksigen dari atmosfer, konsumsi oksigen bahan organik dalam media mikroorganisme sehingga menghasilkan keadaan reduksi dalam air tanah. Air tanah yang mengandung besi (II) mempunyai sifat unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen air tanah yang mengandung besi (II) jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro akan berubah menjadi ion ferri dengan reaksi sebagai berikut : $4 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 8 \text{H}^+$ dan air menjadi keruh. Pada pembentukan besi (III) oksidasi terhidrat yang tidak larut menyebabkan air berubah menjadi abu-abu (Wanna, 2023).

Logam berat besi (Fe) yang terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Hal ini dipengaruhi oleh pH dan oksigen yang terlarut dalam air. Besi terlarut dalam bentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 dan lain-lain (Ronquillo, 2009 dalam Firmanssyaf et. al. 2013). Logam berat Besi (Fe) pada air apabila melebihi batas, akan

menyebabkan berbagai masalah dengan indikasi yaitu adanya endapan korosif, gangguan fisik berupa timbul bau, warna dan rasa yang tidak enak serta berdampak negatif bagi kesehatan organisme (Wanna, 2023).

2.3.4 Manfaat Logam Berat Besi (Fe)

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa logam berat besi (Fe) adalah zat yang diperlukan oleh manusia, besi sering terdapat pada makanan dan minuman sebagai zat penunjang pertumbuhan dan perkembangan manusia. Daging merah dan bayam adalah salah satu makanan yang terdapat zat besi dan sering dikonsumsi manusia. Jika disimpulkan, besi merupakan besi pada dasarnya tidak terlepas dari kebutuhan manusia terutama berkaitan dengan kebutuhan nutrisi. Berkaitan dengan itu, (Wanna, 2023). Menjelaskan bahwa zat besi adalah komponen yang terdiri atas berbagai enzim yang memengaruhi keseluruhan reaksi kimia penting dalam tubuh. Besi juga komponen dari hemoglobin yakni 75% yang memungkinkan sel darah merah mengangkut oksigen dan menyebarkan ke jaringan tubuh.

2.3.5 Bahaya Logam Berat Besi (Fe) Bagi Kesehatan

Keberadaan besi dalam tubuh selain memberikan manfaat juga memberikan dampak yang negatif dan berbahaya. Kaitannya dengan gangguan yang dapat disebabkan oleh logam berat Besi (Fe) bagi tubuh, (Satria, 2015). Menjelaskan bahwa besi dalam jumlah diatas normal dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Hal ini karena pada dasarnya tubuh manusia tidak dapat mengekspresikan logam Besi (Fe). 24 Bahan konsumsi seperti air yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual bagi yang mengonsumsinya. Kandungan logam Besi (Fe) yang berlebihan akan menyebabkan kerusakan pada dinding usus, pada kondisi inilah biasanya kematian terjadi akibat cemaran besi

tadi. Kandungan logam besi (Fe) diatas 1 mg/l akan menyebabkan kerusakan juga pada kulit dan mata (Wanna, 2023).

2.3.6 Pencemaran Logam Berat Besi (Fe) pada Air

Logam berat termasuk Fe yang terkandung dalam perairan dapat berupa pengikisan dari batuan mineral yang terdapat disekitar perairan. Selain itu partikel logam di udara yang terbawa saat hujan juga dapat menjadi bagian sebagai polutan pencemar pada daerah perairan serta dari hasil aktivitas manusia misalnya pembukaan lahan maupun limbah industri yang terbawa oleh aliran air (Wanna, 2023).

(Pratama, 2012) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat dalam air sebetulnya secara alamiah berada dalam jumlah yang relatif sedikit, aktivitas manusia di hulu dan sepanjang Daerah Aliran Sungai seperti kegiatan industri dan pertanianlah yang menyebabkan konsentrasinya meningkat. Dalam kaitannya dengan kandungan logam berat atau pencemaran logam berat besi (Fe) pada air, pada dasarnya logam besi (Fe) adalah zat yang dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia sebagai unsur utama pembentuk hemoglobin, namun dapat menjadi racun ketika jumlahnya berada diatas ambang batas atau baku mutu yang diperbolehkan.

2.4 Adsorben

Adsorben atau kebanyakan zat pengadsorpsi adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel itu. Karena pori-pori adsorben biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih luas dari permukaan luar. Adsorben yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat

digunakan kembali untuk proses adsorpsi. Suatu adsorben dipandang sebagai suatu adsorben yang baik untuk adsorpsi dilihat dari sisi waktu. Lama operasi terbagi terbagi menjadi dua, yaitu waktu penyerapan hingga komposisi diinginkan dan waktu regenerasi/pengeringan adsorben. Makin cepat dua variable tersebut, maka semakin baik unjuk kerja adsorben tersebut (Ningrum, 2023).

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainya (Ningrum, 2023).

2.4.1 Macam – macam Adsorben

1. Silika gel

Silika gel cenderung mengikat adsorbat dengan energi yang relatif lebih kecil dan membutuhkan temperatur yang rendah untuk proses deosorpsinya, dibandingkan jika menggunakan adsorben lain seperti karbon atau zeolit. Kemampuan deosorpsi silika gel meningkat dengan meningkatnya temperatur. Silika gel terbuat dari silika dengan ikatan kimia mengandung air kurang lebih 5%. Pada umumnya temperatur kerja silika gel sampai pada 200 °C, jika dioperasikan lebih dari batas temperatur kerjanya maka kandungan air dalam silika gel akan hilang dan menyebabkan kemampuan adsorpsinya hilang (Anggraini, 2020).

2.Karbon Aktif

Karbon aktif dapat dibuat dari batu bara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses pyrolizing dan carburizing pada temperatur 700 sampai 800 °C. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan granul. Pada umumnya karbon aktif dapat mengadsorpsi metanol atau amonia sampai dengan 30% berat karbon aktif itu sendiri, bahkan karbon aktif super dapat mengadsorpsi sampai dua kalinya.

3. Zeolit

Zeolit mengandung kristal zeolit yaitu mineral aluminosilicate yang disebut sebagai penyaring molekul. Mineral aluminosilicate ini terbentuk secara alami. Zeolit buatan dibuat dan dikembangkan untuk tujuan khusus, diantaranya 4A, 5A, 10X, dan 13X yang memiliki volume rongga antara 0.05 sampai 0.30 cm³/gram dan dapat dipanaskan sampai 500 °C tanpa harus kehilangan mampu adsorpsi dan regenerasinya. Zeolit 4A (NaA) digunakan untuk mengeringkan dan memisahkan campuran hydrocarbon. Zeolit 5A (CaA) digunakan untuk memisah akan paraffins dan beberapa Cyclic hydrocarbon. Zeolit 10X (CaX) dan 13X (NaX) memiliki diameter pori yang lebih besar sehingga dapat mengadsorpsi adsorbat pada umumnya.

Adsorben dapat digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu adsorben tidak berpori (non-porous sorbents) dan adsorben berpori (porous sorbents) (Arif, 2014). :

1. Adsorben tidak berpori (*non-porous sorbents*)

Adsorben tidak berpori dapat diperoleh dengan cara presipitasi deposit kristalin seperti BaSO₄ atau penghalusan padatan kristal. Luas permukaan spesifiknya kecil, tidak lebih dari 10 m²/g dan umumnya antara 0,1 s/d 1 m²/g. Adsorben tidak berpori seperti filter karet (rubber filters) dan karbon hitam bergrafit

(graphitized carbon blacks) adalah jenis adsorben tidak berpori yang telah mengalami perlakuan khusus sehingga luas permukaannya dapat mencapai ratusan m^2/g .¹²

2. Adsorben berpori (*porous sorbents*)

Luas permukaan spesifik adsorben berpori berkisar antara 100 s/d 1000 m^2/g . Biasanya digunakan sebagai penyangga katalis, dehidrator, dan penyeleksi komponen. Adsorben ini umumnya berbentuk granular. Klasifikasi pori menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) adalah :A. Mikropori : Diameter $< 2 \text{ nm}$ B. Mesopori : Diameter $2 < d < 50 \text{ nm}$ (Arif, 2014).

3. Makropori

Diameter $d < 50 \text{ nm}$ keberhasilan atau kegagalan proses adsorpsi sangat tergantung dengan unjuk kerja adsorben pada kondisi equilibria dan kinetik. Adsorben yang bagus adalah adsorben yang mempunyai kapasitas penyerapan yang tinggi dan cepat dalam proses penyerapannya (kinetik). Untuk itu adsorben yang baik tersebut harus memiliki kriteria sebagai berikut (Setyawan, 2023):

1. Memiliki luas permukaan atau volume mikropori yang tinggi.
2. Memiliki jaringan pori (mesopori) yang besar sehingga molekul gas atau adsorbat dapat masuk ke bagian dalam adsorben.

2.4.2 Sifat – Sifat Adsorben Yang Mempengaruhi Adsorpsi

Sifat – sifat adsorben yang akan mempengaruhi seberapa baik jalannya Adsorpsi adalah :

1. Luas permukaan adsorben. Semakin besar luas permukaan maka semakin besar pula daya adsorpsinya, karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben.

2. Kemurnian adsorben. Adsorben yang memiliki tingkat kemurnian tinggi, daya adsorpsinya lebih baik.
3. Jenis/gugus fungsi atom yang ada pada permukaan adsorben. Sifat – sifat atom di permukaan berkaitan dengan interaksi molekuler antara adsorbat dan adsorben yang lebih besar pada adsorbat tertentu.

2.5 Bioadsorben

Bioadsorben adalah bahan yang memiliki pori-pori banyak, dimana proses adsorpsi berlangsung pada dinding pori atau terjadi pada daerah tertentu di dalam partikel tersebut (Arif, 2014). Bioadsorben merupakan adsorben alami yang digunakan pada proses bioadsorben. Agar dapat bersaing dengan teknologi penyisihan logam berat yang kini banyak diaplikasikan, maka bioadsorben harus memiliki keunggulan antara lain ketersediaan bahan baku, harga yang murah dan teknik pengolahan bioadsorben yang sederhana sehingga memungkinkan untuk diaplikasikan di lingkungan. Bioadsorben kategori murah merupakan bioadsorben yang hanya butuh sedikit pengolahan dalam pembuatannya dan mudah ditemukan di alam (Arif, 2014).

Secara umum, proses pembuatan bioadsorben terdiri dari beberapa tahapan-tahapan antara lain:

1. Proses dehidrasi

Cara melakukan proses ini yaitu dengan memanaskan bahan baku pada suhu 105-170°C selama 18-24 jam untuk menghilangkan seluruh kandungan air pada bahan baku adsorben (Arif, 2014).

2. Proses aktivasi

Proses aktivasi merupakan proses menghilangkan zat-zat yang menutup pori- pori permukaan karbon. Tujuan dari proses ini yaitu untuk memperbesar pori- pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga karbon mengalami perubahan sifat baik fisik maupun kimia, seperti luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap gaya adsorpsi. Selain itu, faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi antara lain waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, konsentrasi aktivator dan jenis aktivator (Polii, 2017), terdapat dua cara dalam melakukan proses aktivasi yaitu:

a. Aktivasi kimia

Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampur material karbon dengan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktifan selanjutnya campuran dikeringkan (Erawati, 2018). Bahan kimia yang digunakan dalam proses aktivasi antara lain asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃), asam fosfat (H₃PO₄), asamsianida (HCN), natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium sulfat (Na₂SO₄), zink klorida (ZnCl₂) dan natrium karbonat (Na₂CO₃) (Erawati, 2018).

b. Aktivasi fisika

Aktivasi fisika adalah proses yang melibatkan reaksi pembakaran zat organik menjadi arang melalui pemanasan secara tertutup (tanpa oksigen dan uap) pada suhu 800-1000°C, biasanya menggunakan oksidator lemah misalnya uap air, CO₂, N₂, O₂ dan gas pengoksidan lainnya (Erawati, 2018).

2.5.1 Manfaat Bioadsorben

Manfaat Bioadsorben (Ari, 2016).

a. Menghilangkan Logam Berat

Bioadsorben dapat menyerap logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), Kadmium (Cd), Besi (Fe).

b. Efektif dalam Menghilangkan Pewarna dan Senyawa Organik

Banyak bioadsorben yang dapat menghilangkan pewarna sintetis dari industri tekstil serta senyawa organik beracun seperti fenol dan pestisida.

c. Biaya Murah dan Mudah Didapat.

Bioadsorben sering berasal dari limbah pertanian (sekam padi, serbuk gergaji, kulit pisang, limbah kelapa sawit), sehingga lebih ekonomis dibandingkan adsorben sintetis seperti karbon aktif.

d. Ramah Lingkungan dan Biodegradable

Karena berbasis biomaterial, bioadsorben lebih aman digunakan tanpa meninggalkan residu berbahaya bagi lingkungan. Dapat digunakan kembali.

2.6 Derajat Kesamaan (pH)

2.6.1 Defenisi pH

Derajat keasaman atau pH merupakan standar yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda dalam bentuk suatu nilai. pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan (Noorulil& Adil, 2010). pH normal memiliki nilai 7, bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ memiliki sifat keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur. pH suatu larutan dapat ditentukan dengan indikator pH seperti kertas lakmus atau dengan pH meter (Setyawan, 2023).

Istilah pH (*power Hydrogen*) berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Sehingga pH juga dapat dikatakan sebagai negatif logaritma dari aktifitas ion Hidrogen (H). Jika konsentrasi [H] lebih banyak dari [OH], maka material tersebut bersifat asam. Namun jika konsentrasi [OH] lebih besar daripada [H⁺], maka material tersebut bersifat basa (Avryan, 2019).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan nilai pH. Pada tanah, nilai pH dapat dipengaruhi karena adanya pengaruh cuaca, mineral yang

terkandung dan tekstur tanah yang tak dapat diubah. Sedangkan pada air, nilai pH dipengaruhi karena faktor alam seperti material karbonat, partikel seperti api bahkan petir, selain itu pH air juga dapat dipengaruhi oleh ulah manusia seperti presipitasi dengan campuran Nitrogen Oksida (NO_2) maupun Sulfur Oksida (SO), hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti pabrik dan kendaraan yang menyebabkan emisi polutan seperti CO_2 di atmosfer (Avryan, 2019).

2.6.2 Perhitungan pH

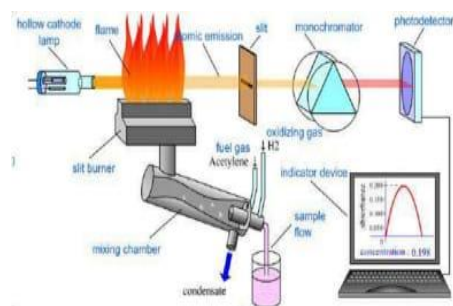
pH adalah suatu bentuk yang menyatakan perbandingan antara ion hidrogen dan hidroksida yang dikandung dalam suatu senyawa atau larutan. Jadi nilai pH ditentukan berasal dari hasil kali konsentrasi ion hidrogen $[\text{H}^+]$ dengan hidroksida $[\text{OH}^-]$ yang hasilnya adalah $1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ (Rosemount Analytic Inc, 2010). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, pH air minum yang diizinkan SNI adalah 6,5 - 8,5 (Prasetyo, 2016).

2.6.3 Alat Pengukur pH

Pengukuran pH dilakukan dengan bantuan alat karena tidak selalu memungkinkan menyentuh larutan baik secara langsung ataupun dengan kertas pH. Pengukuran nantinya dilakukan dengan bantuan pH meter. Yang diukur umumnya berbentuk cairan dan terkadang semi-padat. Umumnya pH meter terdiri dari probe yang terhubung dengan meteran elektronik yang mengukur dan menampilkan pH. Sebuah pH meter umumnya terdiri dari probe dan probe pembandingnya juga mikrokontroler yang hasilnya ditampilkan di layar LCD. Selain itu pH meter juga dilengkapi thermometer agar data suhu dapat dipantau karena pengukuran disarankan pada suhu ruangan yaitu 25°C (Prasetyo, 2016).

2.7 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) merupakan alat yang digunakan untuk menentukan kadar suatu unsur dalam senyawa berdasarkan serapan atomnya. Digunakan untuk analisis senyawa anorganik, atau logam (golongan alkali tanah unsur transisi). Spektrum yang diukur adalah pada daerah UV-Vis. Sampel yang diukur harus dalam bentuk larutan jernih (Nurventi, 2019).



Gambar 2.12 Prinsip kerja Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) (Salam, 2013).

Prinsip kerja AAS pada dasarnya adalah penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom yang di bebaskan oleh nyala. Secara rinci prosesnya dimulai dari sampel dalam bentuk cairan dihisap ke dalam ruang pengkabutan (*nebulizer*) untuk diubah menjadi partikel-partikel kecil (*aerosol*) dengan menggunakan udara bertekanan yang dialirkan dari kompresor. Partikel kemudian dipecah lagi menggunakan baling-baling (*flow spoiler*) untuk menghasilkan partikel yang lebih kecil dan halus, sedangkan partikel yang ukurannya besar akan dikeluarkan melalui pembuangan (*drain*). Partikel yang dilewatkan akan dicampur dengan gas pengoksida (udara) dan bahan bakar (gas asetilen). Kemudian partikel dilewatkan melalui kapiler menuju nyala untuk dibakar pada tungku pembakaran, hal ini bertujuan untuk memecah partikel menjadi atomatom berbentuk gas. Setelah partikel menjadi atom kemudian akan

disinari dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan unsur yang berasal dari lampu katoda berongga.

Saat atom-atom tersebut disinari, sebagian sinar akan ditransmisikan dan sebagian lagi akan diserap oleh atom, atom yang menyerap sinar tersebut elektronnya akan tereksitasi untuk beberapa saat, setelah itu elektron tersebut akan kembali ke tingkat energi dasar (*Ground State*) sambil melepaskan energi. Sinar yang diteruskan setelah melewati nyala akan dilewatkan pada celah (slit) untuk meluruskan sinar yang datang menuju monokromator. Monokromator berfungsi sebagai isolasi untuk panjang gelombang yang tidak sesuai dengan panjang gelombang unsur pada sampel. Sinar yang keluar dari monokromator lalu ditangkap oleh detektor, setelah itu sinar dengan panjang gelombang sesuai unsur di ubah menjadi signal listrik yang akan di baca oleh perangkat komputer. Perangkat komputer membaca signal listrik bukan sebagai sinar yang diteruskan (ditransmisikan) melainkan sebagai nilai absorbansi dari atom. sehingga nilai yang terbaca merupakan nilai absorbansi dari unsur dalam sampel (Salam, 2013).

2.9 Mata Air

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri (Buwono, 2017).

Mata air merupakan pemunculan air tanah ke permukaan tanah karena muka air tanah terpotong, sehingga di titik tersebut air tanah muncul sebagai mata air atau rembesan. Mata air terletak dibagian hulu suatu daerah dan memiliki fungsi untuk

memasok air di daerah sekitar untuk memenuhi kebutuhan air di daerah hilir (Buwono, 2017).

Sedangkan (Sallata, 2015) mengatakan sumber mata air merupakan aliran air tanah yang muncul ke permukaan tanah secara alami, yang disebabkan oleh terpotongnya aliran air tanah oleh bentuk topografi setempat dan keluar dari batuan. Pada umumnya mata air muncul di daerah kaki perbukitan atau bagian lereng, lembah perbukitan dan daerah daratan.

Konservasi mata air merupakan suatu upaya untuk memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat dan fungsi mata air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas maupun kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di waktu sekarang maupun di waktu yang akan datang (Wisnu, 2021). Konservasi sumber mata air sangat penting untuk meningkatkan efisiensi penggunaan dan meningkatkan volume air (Buwono, 2017).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menggunakan metode eksperimen, meliputi pembuatan bioadsorben dari kulit durian (*Durio ziberthinus* L.) untuk menurunkan kadar logam Fe, pH, dan pada air pancur di Kelurahan Tanobato. Pemeriksaan terhadap bioadsorben uji (uji kadar air, uji kadar abu, uji kadar logam Fe dan uji pH).

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan Di kota Padangsidempuan yang berlokasi di Jl. Sutan Moh. Arif No. 32, Batang Ayumi julu Kota Padangsidempuan 22733 Provinsi Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Kegiatan	Waktu Penelitian											
	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	
Pengajuan judul	■											
Penyusunan proposal		■	■	■	■							
Seminar proposal					■							
Pelaksanaan penelitian						■	■	■	■	■		
Pengolah data										■		
Seminar akhir											■	

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah magnetic stirrer, blender, baskom, pisau, botol kaca sampel, beaker gelas, cawan porselin, Erlenmeyer, corong, kertas saring, penyaring buchner, furnace, AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) dan oven.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit durian sebanyak 10 g, larutan HCl 0,4 M sebanyak 100 ml, air pancur dari Kelurahan Tanobato, aquadest, dan buah durian 300 g.

3.2.3 Cara Pembuatan Larutan HCl 0,4 M.

Ambil V ml larutan HCl pekat dengan pipet ukur dan masukkan ke dalam labu takar 100 ml. Sebelumnya hitung terlebih dahulu V ml larutan HCl pekat yang akan di ambil untuk membuat larutan HCl 0,4 M sebanyak 100 ml dengan melihat ketepatan dan kadar HCl pekat pada botol HCl pekat. Kemudian tambahkan aquadest ke dalam labu takar sampai tanda garis batas, kemudian tutup dan kocok sampai larutan homogen.

3.3 Preparasi Sampel

Kulit durian dicuci hingga bersih, di potong kecil-kecil dan dikeringkan. Kulit durian dikeringkan pada oven dengan temperature 110 °C selama 3 jam, kemudian di blender. Karbon yang dihasilkan selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ukuran saringan 80 mesh agar seragam. Dan di aktivasi menggunakan larutan HCl 0,4 M.

Sebanyak 100 ml larutan HCl 0,4 M ditambahkan ke dalam 2 g adsorben, selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan tetap selama 150 menit. Kemudian karbon disaring menggunakan penyaring buchner dan dinetralkan menggunakan aquades hingga mencapai pH 7. Langkah terakhir, karbon aktif dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C.

3.4 Evaluasi Bioadsorben dari Kulit Durian

3.4.1 Uji Kadar Air

Kadar air dapat dihitung dengan cara menimbang berat wadah kosong dan berat wadah berisi karbon sebelum dan sesudah aktivasi 1 gram dan akan dipanaskan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam, kemudian dihitung kadar airnya dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{Kadar air} = \frac{A-B}{A} \times 100 \%$$

A = Massa sebelum dikeringkan (g)

B = Massa sesudah dikeringkan (g)

3.4.2 Uji Kadar Abu

Analisis kadar abu karbon aktif kulit buah durian dilakukan dengan memasukkan 1 g karbon aktif kedalam cawan porselin yang sudah diketahui beratnya. Setelah itu, sampel pada cawan porselin dimasukkan kedalam tanur selama 1 jam pada suhu 600°C. Selanjutnya, sampel didinginkan pada desikator dan ditimbang hingga berat konstan dan dihitung kadar abu nya.

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

Keterangan: A = berat cawan kosong (g)

B = berat sampel + berat cawan kosong (g)

C = berat residu + berat cawan kosong (g)

3.5 Pengujian Air Pancur Kelurahan Tanobato dengan Bioadsorben Kulit Durian.

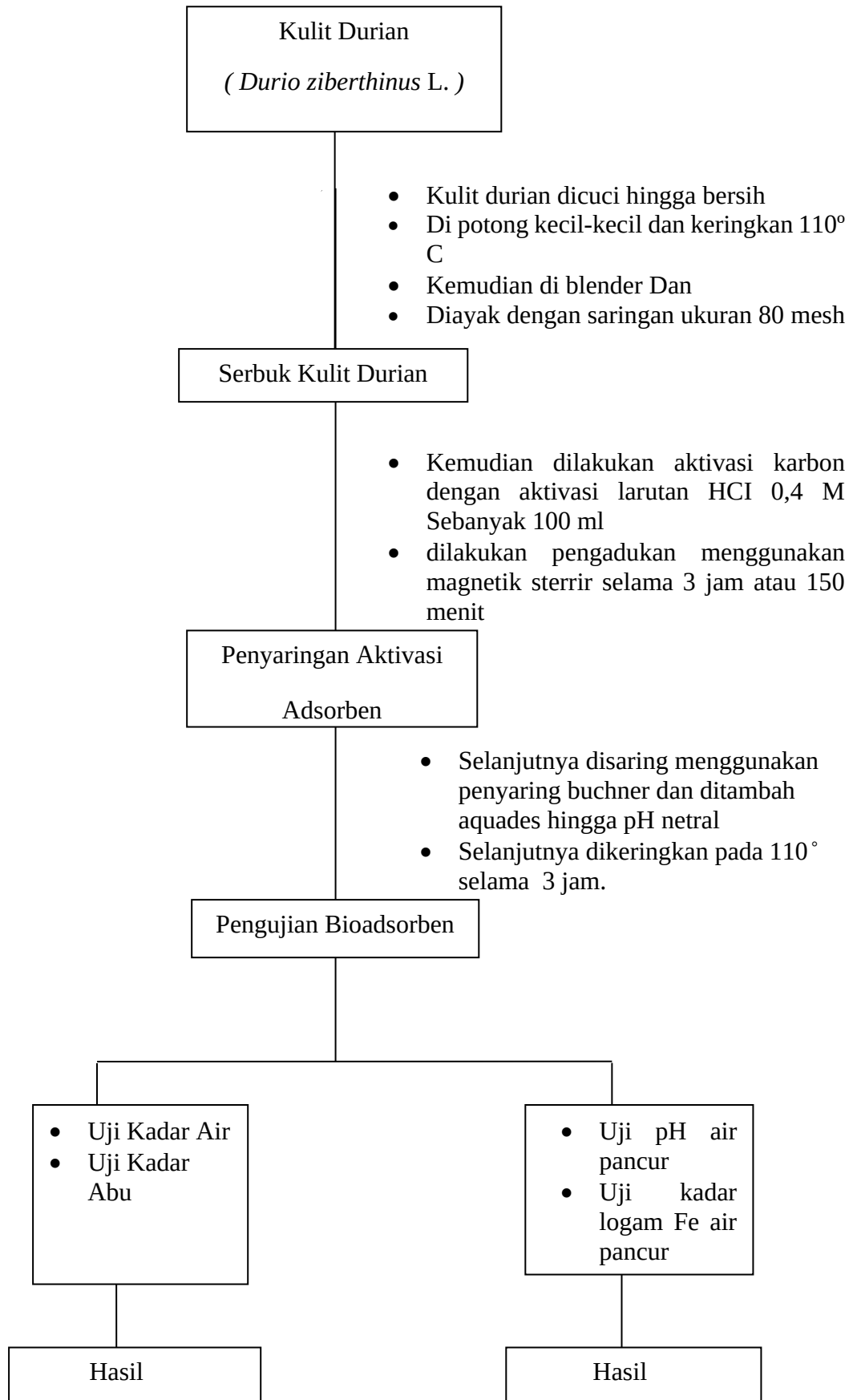
3.5.1 Uji pH

Pertama ambil air pancur dan dimasukkan kedalam 2 botol aqua kecil masing-masing aqua berisi 100 ml, kemudian dibuat label nya, selanjutnya botol aqua pertama di saring menggunakan kertas saring lalu di ukur pH air nya menggunakan pH meter dan di catat hasilnya. Selanjutnya botol aqua kedua yang berisi air pancur 100 ml di campurkan dengan bioadsorben kulit durian sebanyak 2 gr kemudian diaduk sampai semua serbuk tercampur rata. Setelah diaduk saring larutan untuk memisahkan serbuk dari cairan, kemudian ukur pH nya dan catat hasilnya.

3.5.2 Uji Kadar Logam Fe Air Pancur Kelurahan Tanobato

Sampel yang diperoleh diuji kadar besi (Fe) dengan menggunakan alat Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) adalah suatu metode analisis untuk menentukan unsure-unsur logam yang berdasarkan pada penyerapan (absorbs) radiasi oleh atom-atom bebas unsur tersebut. 2 gr dari bioadsorben yang diperoleh dimasukkan ke dalam 100 ml air pancur. Diaduk dengan magnetic stirrer kecepatan tetap selama 150 menit. Didiamkan selama 15 menit agar mengendap. Disaring dan dipisahkan dengan endapannya. Kemudian filtratnya diuji kadar besi (Fe) (Bayu, 2023).

3.6 Diagram Alir Prosedur Kerja



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pembuatan serbuk kulit durian (*Durio ziberthinus* L.)

Hasil pembuatan serbuk kulit durian menunjukkan bahwa bahan yang semula berupa kulit dengan tekstur keras, tebal, dan berserat kasar berubah menjadi serbuk kering yang halus dan homogen setelah melalui proses pengolahan. Dari 300 gram kulit durian segar yang digunakan sebagai bahan baku, diperoleh serbuk kering sebanyak 270 gram. Hal ini menunjukkan terjadinya penyusutan massa sebesar 10% yang terutama disebabkan oleh pengurangan kadar air serta hilangnya komponen organik yang mudah menguap selama proses pengeringan.

Secara fisik, serbuk kulit durian berwarna coklat muda dengan penampilan yang merata dan seragam. Teksturnya halus, ringan, serta tidak menggumpal sehingga mudah ditaburkan maupun dicampurkan dengan larutan uji. Serbuk yang dihasilkan tampak lebih homogen setelah melalui pengayakan, sehingga partikel memiliki ukuran yang hampir seragam. Dari segi aroma, serbuk masih memiliki bau khas kulit durian, namun intensitasnya lebih lemah dibandingkan kulit segar.

Tabel 4. 1 Hasil Berat Kulit Durian dan Serbuk Kulit Durian

No	Massa kulit durian segar (g)	Massa serbuk kering (g)
1	300 g	270 g

Karakteristik serbuk ini menandakan bahwa kulit durian berhasil diolah menjadi bentuk yang lebih stabil dan praktis untuk digunakan sebagai bioadsorben. Bentuk serbuk yang halus berperan penting dalam memperluas permukaan kontak dengan larutan uji, sehingga memperbesar peluang terjadinya proses penyerapan (adsorpsi). Selain itu, warna coklat muda pada serbuk mengindikasikan adanya

kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang berpotensi menjadi gugus aktif dalam proses pengikatan ion logam Fe.

4.2 Hasil Pencampuran Serbuk Dengan HCL

Tabel 4. 2 Hasil Pencampuran Serbuk Dengan HCL

Jenis serbuk	Berat (g)
Serbuk sebelum di aktivasi	2 g
Serbuk sesudah di aktivasi	0,7 g

Serbuk kulit durian sebanyak 2 gram dicampur dengan larutan HCL 0,4 M hingga tercapai kondisi pH mendekati netral. Pada awal pencampuran, serbuk yang sebelumnya kering dan berwarna coklat kekuningan mulai menyerap larutan, sehingga permukaannya menjadi lembab dan menggumpal. Terlihat pembentukan gumpalan kecil yang mudah pecah bila ditekan, serta larutan di sekitarnya menjadi sedikit keruh, menunjukkan adanya pelepasan senyawa terlarut dari serbuk ke larutan.

Seiring proses pencampuran berlangsung, terjadi perubahan warna serbuk menjadi coklat lebih gelap hingga coklat kehitaman, yang menandakan terjadinya interaksi kimia antara gugus fungsional pada serbuk kulit durian dengan ion HCL. Tekstur serbuk berubah dari remah dan kasar menjadi lebih padat, lembut, dan mudah dibentuk, namun tetap bisa terpisah saat diaduk. Bau khas kulit durian tetap tercium, meski intensitasnya menurun karena sebagian senyawa volatil hilang selama kontak dengan larutan asam.

Setelah pencampuran dan tercapainya pH netral, serbuk dikeringkan untuk memperoleh residu kering yang hanya dapat 0,7 gram. Residu akhir memiliki warna coklat gelap homogen, bertekstur halus, kering, dan tidak menggumpal lagi. Serbuk kering ini mudah dihomogenkan dan menunjukkan peningkatan kekasaran permukaan, yang menandakan terbukanya pori-pori baru akibat perlakuan asam.

Hal ini berpotensi meningkatkan kapasitas adsorpsi logam Fe dari air. Secara visual dan fisik, serbuk tampak stabil dan siap digunakan sebagai bioadsorben.

Pada penelitian ini, serbuk kulit durian dengan massa awal sebesar 2 gram diaktivasi menggunakan larutan HCL 0,4 M. Setelah melalui tahapan perendaman, pengadukan dengan magnetic stirrer, penyaringan, serta pengeringan kembali hingga mencapai massa konstan, diperoleh massa residu kering sebesar 0,7 gram. Dari hasil tersebut terlihat bahwa massa serbuk mengalami penyusutan sebesar 1,3 gram, yang jika dikonversikan ke dalam persentase mencapai 65% dari massa awal. Sementara itu, rendemen bioadsorben yang berhasil diperoleh hanya 35% dari total massa semula.

Penyusutan massa yang cukup besar ini mengindikasikan bahwa selama proses aktivasi, sebagian besar zat penyusun serbuk kulit durian seperti lignin, selulosa amorf, hemiselulosa, serta senyawa pengotor lain larut atau terbuang bersama larutan asam dan pencucian. Proses aktivasi dengan HCL memang bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen yang tidak stabil, membuka pori-pori permukaan, serta meningkatkan luas area aktif dari bioadsorben. Oleh karena itu, meskipun massa bioadsorben menjadi jauh berkurang, kualitas dan kemampuan serapannya terhadap ion logam justru meningkat.

Dengan demikian, hasil perhitungan penyusutan massa menunjukkan bahwa metode aktivasi yang digunakan cukup efektif dalam mengurangi kandungan pengotor sekaligus mempersiapkan bioadsorben kulit durian agar lebih optimal digunakan untuk menurunkan kadar logam Fe dan menyeimbangkan pH pada air pancur.

4.3 Uji Kadar Air dan Uji Kadar Abu Bioadsorben

Tabel 4. 3 Hasil Uji Kadar Air Dan Kadar Abu

No.	Parameter	Hasil Uji	Syarat mutu penyerap (SNI 06-37301995)
1	Kadar Air	10 %	Maks. 15 %
2	Kadar Abu	7 %	Maks. 10 %

Pada tabel 3. Dapat dilihat bahwa kadar air bioadsorben dari kulit durian memenuhi syarat mutu penyerap, dimana syarat mutu menetapkan maksimal 15% dan hasil uji kadar air bioadsorben dari kulit durian sebesar 10%. Sedangkan kadar abu pada bioadsorben dari kulit durian dilihat pada tabel 3, yakni 7% memenuhi syarat mutu penyerap yakni 10%.

Kandungan air yang besar pada adsorben dapat menurunkan kualitas dari daya adsorpsi yang dimilikinya (Lestari&Nurlela, 2015). Pengukuran kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air di dalam bioadsorben yang diperoleh. Semakin rendah kadar air menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori adsorben (Rahayu dan Adhitiyawarman 2014).

Penentuan kadar abu pada bioadsorben yang diperoleh berhubungan erat dengan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan, kemurnian serta kebersihan suatu bahan yang dihasilkan. Keberadaan abu yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori pada permukaan bioadsorben, sehingga luas permukaan menjadi berkurang (Kusdarini, 2017).

Abu merupakan sisa hasil pembakaran bahan organik yang berupa zat organik yang berupa zat anorganik, yaitu komposisi dan kandungannya tergantung dari bahan dan cara pengabuannya (Hutomo dkk, 2015). Residu yang didapatkan merupakan total abu dari suatu sampel (Arziyah dkk, 2019). Pengukuran kadar abu

merupakan salah satu parameter penting yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi nutrisi dan komposisi dalam suatu sampel (Liu, 2019).

4.4 Pengukuran pH Air Pancur di Kelurahan Tanobato Padangsidempuan

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan

Perlakuan	Ph
Air pancur sebelum dicampurkan bioadsorben	5,0
Air pancur sesudah di campurkan Bioadsorben kulit durian	6,5

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pH air pancur di Kelurahan Tanobato sebelum perlakuan adalah 5,0 yang tergolong asam lemah. Setelah dilakukan perlakuan dengan penambahan bioadsorben dari kulit durian, pH meningkat menjadi 6,5.

Peningkatan pH sebesar 1,6 satuan ini menunjukkan bahwa bioadsorben kulit durian memiliki kemampuan untuk menetralkan kesamaan air. pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan, atau benda.

Nilai pH akhir 6,5 sudah mendekati pH netral (7,0) dan telah memenuhi batas baku mutu pH untuk air bersih menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, yaitu 6,5-8,5. Hal ini menunjukkan bahwa bioadsorben kulit durian efektif dalam memperbaiki kualitas pH air pancur.

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan, atau benda. pH normal memiliki nilai 7, pH lebih besar dari 7 menunjukkan sifat basa, sedangkan nilai pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat keasaman yang rendah (basa). Umumnya, indikator sederhana yang digunakan untuk mengukur pH adalah kertas lakmus yang

berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah (Joko, 2010).

Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia untuk pH sebaiknya nertal. pH yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6,5-8,5. Skala pH di ukur dengan pH meter atau laksmus. Air murni mempunyai pH 7. Apabila pH air di bawah 7 berarti air bersifat asam, sedangkan bila di atas 7 bersifat basa. Air dengan pH di luar rentang tersebut dapat menyebabkan masalah kesehatan, seperti gangguan pencernaan, sakit kepala, dan iritasi kulit.

4.5 Hasil Analisis Kadar Logam Fe

Pengujian kadar logam Fe dilakukan pada air pancur dikelurahan tanobato dengan menggunakan bioadsorben dari kulit durian.

Penelitian dilakukan dalam dua perlakuan, yaitu :

1. Air pancur + bioadsorben sebelum disaring
2. Air pancur + bioadsorben setelah disaring

Hasil pengukuran kadar logam Fe dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Hasil pengukuran kadar logam Fe

No	Kode Sampel	Parameter	Kadar logam Fe			Rata-Rata
			I	II	III	
1.	Air pancur+bioadsorben sebelum disaring	Fe	2,119	2,091	2,133	2,114 ppm
2.	Air pancur +bioadsorben setelah disaring	Fe	1,615	1,531	1,587	1,578 ppm

4.6 Analisis Data

Berdasarkan Tabel 4.5 kadar logam Fe pada air pancur yang diberikan perlakuan sebelum disaring memiliki rata-rata perlakuan sebesar 2,114 mg/L. Setelah dilakukan penyaringan, kadar Fe mengalami penurunan menjadi 1,578 mg/L.

Hal ini menunjukkan bahwa bioadsorben dari kulit durian (*Durio ziberthinus* L.) memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar logam Fe pada air pancur. Penyaringan setelah proses adsorpsi berperan penting untuk memisahkan bioadsorben dari larutan, sehingga ion logam Fe yang terikat pada permukaan bioadsorben dapat terpisah dari air uji. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan bioadsorben kulit durian mampu menurunkan kadar logam Fe pada air pancur sebesar 25,35%.

Berdasarkan PERMENKES pada SSA dan di hitung konsentrasi Fe No.492/MENKES/PER/IV/2010, (mg/L). Menyatakan bahwa kadar maksimum logam Pengukuran Absorbansi Larutan Standar besi dalam air minum yang diperbolehkan dan Sampel dengan SSA sebesar 0,3 mg/L dan kadar maksimum Penggunaan Alat Spektrofotometer logam besi untuk air bersih sebesar 1 mg/L.

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Riyanti, 2018).

Salah satu logam yang menjadi parameter kualitas air adalah logam besi (Fe). Adanya kandungan logam besi (Fe) dalam air dapat mengakibatkan warna air berubah menjadi kuning kecoklatan. Selain dilihat dari warna, kandungan logam besi (Fe) dalam air juga dapat menimbulkan bau yang tidak enak dan warna kuning pada wadah air tersebut. Dilihat dari segi kesehatan, logam besi (Fe) dapat menyebabkan mual hingga muntah, diare, meningkatnya denyut jantung, sakit kepala, hingga pingsan. Selain itu beberapa penelitian menyebutkan bahwa kandungan Fe yang melebihi batas dalam tubuh dapat menyebabkan diabetes, kanker, rheumatic dan meningkatkan risiko penyakit jantung (Pane, 2019).

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Bioadsorben dari kulit durian (*Durio zibethinus* L.) dapat menurunkan kadar logam Fe pada air pancur di Kelurahan Tanobato, Padangsidempuan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan konsentrasi Fe dari rata-rata awal 2,114 mg/L menjadi 1,578 mg/L setelah proses penyaringan menggunakan bioadsorben.
2. Bioadsorben kulit durian dapat merubah pH air pancur. pH awal sebesar 5 (asam) meningkat menjadi 6,5 (basa) setelah diberikan perlakuan, sehingga kondisi air menjadi lebih mendekati netral.

5.2 Saran

1. Bagi Peneliti

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang Bioadsorben dari kulit durian (*Durio ziberthinus* L.) untuk menurunkan kadar logam Besi (Fe) dan perubahan pH pada air pancur di kelurahan Tanobato Padangsidempuan

2. Bagi peneliti selanjutnya

peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode Structural Equation Modeling (SEM) guna menganalisis hubungan yang lebih kompleks antara variabel-variabel seperti jenis dan dosis bioadsorben, waktu kontak, efektivitas penurunan logam, serta perubahan pH.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyat. R., (2020). *Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Metode Filtrasi Aerasi Filtrasi (FAFI) pada Air Sumur Dalam RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Akbarrudin. (2023). *Dampak kebijakan program Flood Management In Selected River Basin (FMSRB) tanaman durian di Provinsi Banten*.
- Anggraini. (2020). *Uji Efektivitas Gel Sarang Burung Walet Putih (Aerodramus Fushipagus) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar Yang Terinfeksi Bakteri Staphylococcus Aureus Pada Mencit Putih Jantan*.
- Arba. (2017). *Identifikasi Logam Besi (Fe) Pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Antang Makassar Terhadap Pengaruh Kualitas Air Sumur Gali*.
- Ari. (2016). *Analisis Penurunan Kadar Logam Pb²⁺ Dengan Bioadsorben Kulit Pisang (Studi Konsentrasi Aktivator Dan Waktu Kontak)*.
- Arif. (2014). *Adsorpsi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) Terhadap Penurunan Fenol*.
- Arziyah, D., Yusmita, L., dan Ariyetti, A. 2019. Analisis mutu tahu dari beberapa produsen tahu di Kota Padang. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* Vol. 23, No.2, Hal. 143-148.
- Avryan. (2019). *Telemetry Pengukuran Derajat Keasaman Secara Real Time Menggunakan Raspberry Pi*.
- Bayu. (2023). *Analisis Sifat Fisis Pembuatan Kertas Dari Serat Daun Nanas Dan Kulit Durian*.
- BPS. (2013). *melaporkan bahwa produksi buah durian di Indonesia*.
- Buwono. (2017). *Pengelolaan Mata Air Sumberawan Berbasis Masyarakat di Desa Toyomarto Kecamatan Singosari Kabupaten Malang*.
- Diana. (2019). *Analisa Kadar Alkohol Pada Buah Durian Berdasarkan Beberapa Macam Jenisnya*.
- Dwi. (2021). *Pengaruh suplementasi tepung maggot black soldier fly (BSF) dalam ransum terhadap kandungan low density lipoprotein (LDL) dan high density lipoprotein (HDL) darah ayam Joper betina*.
- Edi. (2017). *Pemanfaatan Mikroorganisme Lokal Untuk Pengelolaan Sampah Organik Di Desa Sekaran*.
- Eka. (2023). *Sintesis Aerogel Selulosa Dari Kulit Durian (Durio Zibethinus Murr.) Dan Aplikasinya Pada Penyerapan Ion Logam Kromium (Vi) = Synthesis Of Cellulose Aerogel From Durian Rind (Durio Zibethinus Murr.) And*

Application On Adsorption Of Chromium (Vi) Metal Ion.

- Eko. (2018). *Keanekaragaman Genetik Durian (Durio Zibethinus Murr.) Unggul Lokal Di Kecamatan Kasembon Dan Ngantang.*
- Erawati. (2018). *Pengaruh Jenis Aktivator Dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Paraserianthes Falcataria).*
- Febrina. (2015). *Studi penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan saringan keramik.*
- Hutomo, H. D., Swastawati, F., dan Rianingsih, L. 2015. Pengaruh konsentrasi asap cair terhadap kualitas dan kadar kolesterol belut (*Monopterus Albus*) Asap. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, Vol. 4,0 No. 1, Hal 7-14
- Istiqomah. (2017). *Penanaman Tanaman Obat di Desa Telukan Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo Menuju Herbal Village.*
- Liu, K. 2019. Effects of sample size, dry ashing temperature and duration on determination of ash content in algae and other biomass. *Algal Research*, Vol. 40, Hal. 1-5.
- Mandasari, I., & Purnomo, A. (2016). Penurunan ion besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air dengan serbuk gergaji kayu kamper. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1).
- Mardudi. (2021). *Durian variety (Durio zibethinus L.) in Kota Bahagia District, South Aceh, Indonesia.*
- Masrol. (2015). *Chemi-mechanical Pulping of Durian Rinds. Procedia Manufacturing*, 2(February), 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.030>.
- Menteri Kesehatan, 2010. *Peraturan menteri kesehatan RI 492/MENKES/PER/IV/2010*, Kementerian Kesehatan RI. No. Jakarta:
- Ningrum. (2023). *Sintesis karbon aktif dari limbah kulit durian (Durio zibenthinus) sebagai adsorben pada tumpahan minyak di perairan.*
- Nugroho. (2023). *studi Kepadatan Tikus dan Identifikasi Bakteri Leptospira sp. di Area Rawan Banjir Desa Lowa Kabupaten Wajo = Study of Rat Density and Identification of Leptospira sp. in Mice in Flood-Prone Areas, Lowa Village, Wajo Regency.*
- Nurdin. (2021). *Peran Infusa Daun Kelor (Moringa Oleifera) Terhadap Gula Darah dan Kolesterol pada Mencit (Mus Musculus) yang Mengalami Ulkus Diabetikum.*
- Nurventi. (2019). *Perbandingan metode analisis logam berat kromium dan timbal menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP OES) dan Atomic Absorbtion Spectrometry (AAS).*

- Pane, Halimah Fitriani. 2019. Analisa Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Gali di Daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Desa Namo Bintang Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Sains dan Teknologi Laboratorium Medik*, 4(1):20:24.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta.
- Polii. (2017). *Pengaruh Suhu Dan Lama Aktifasi Terhadap Mutu Arang Aktif Dari Kayukelapa*.
- Prabowo. (2021). *Pembuatan Sabun Transparan Dari Minyak Kelapa Dengan Penambahan Ekstrak Buah Mengkudu Menggunakan Metode Saponifikasi NaOH*. Surabaya: Departemen Teknik Kimia Industri.ITS.
- Prasetyo. (2016). *Formulasi Dan Uji Fisik Salep Kombinasi Ekstrak Putri Malu (Mimosa Pudica) Dan Daun Jarak Pagar (Jatropha Curcas)*.
- Pratama. (2012). *Kandungan Logam Berat Pb dan Fe pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Sungai Tapak kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang*.
- Rahayu, A.N. dan Adhitiyawarman. 2014. "Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Besi Pada Air Tanah". *JKK*. Volume 3(3): 7-13.
- Rahiman. (2021). Uji Efektivitas Formula Gel Ekstrak Etanol Herba Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) Sebagai Obat Luka Bakar. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 6(1), 12–16.
- Riyanti, Elisa Fajar. 2018. Pemetaan Kondisi Fisik Air Sumur Gali di Desa Laban Kecamatan Mojolaban Kabupaten Sukoharjo. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Roziki. (2018). Preparasi dan Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa (MCC) Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(1): 52-57.
- Saba. (2017). Thermal and Dynamic Mechanical Properties of Cellulose Nanofibers Reinforced Epoxy Composites. *International Journal of Biological Macromolecules*. 102: 822-828.
- Salam. (2013). *Menentukan Pola Penyebaran Logam Berat (Cu, Fe, Zn) di Sungai Siak dengan Menggunakan Spektrofotometer (AAS)*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Riau.
- Sallata. (2015). *Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya sebagai Sumber Daya Alam*.
- Setyawan. (2023). Program Studi S1 Farmasi Universitas Bengkulu Formulasi, Evaluasi Dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Antioksidan Ekstrak Tali Putri (*Cassytha Filiformis* L). In Bencoolen *Journal Of Pharmacy* 2023 (Vol. 3, Issue 1). <https://Ejournal.Unib.Ac.Id/Index.Php>.

- Sinaga. (2020). *Pengolahan Limbah Cair Industri Rumah Tangga Dengan Adsorpsi Dan Pretreatment Netralisasi Dan Koagulasi Di Sungai Pematang Siantar*.
- Siska. (2011). *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dan Siput Strombus Canarium Di Perairan Pantai Pulau Bintan*.
- Wanna. (2023). *Pemetaan kualitas air tanah di kecamatan kotagede dan kecamatan gundokusumo; kota yogyakarta prameter, temperatur, PH kekeruhan dan Nitrat*.
- Wijaya. (2016). *Bagaimana Berbagai Varietas Mentimun (Cucumis sativus L.) Menanggapi Penyiraman Berulang Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian (STIPER) Metro Dharma Wacana*.
- Wisnu. (2021). *Implementasi Kebijakan Pelestarian Lingkungan Hidup melalui Konservasi Sumber Mata Air di Gombengsari Kalipuro Banyuwangi*<https://doi.org/10.37631/populika.v9i2.811>.
- Zaman. (2020). *Preparation, Properties, and Applications of Natural Cellulosic Aerogels: A Review. Energy and Built Environment*, 1(1): 60-76.
- Zulharmita. (2012). *Pembuatan Mikrokristalin Selulosa dari Ampas Tebu (Saccharum Officinarum L.). Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 17(2): 158-163.

Lampiran 4. Gambar alat



Pipet Tetes



Beaker gelas



Timbangan analitik



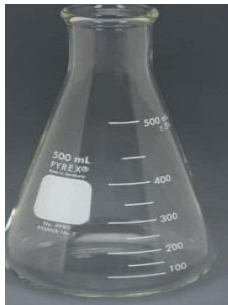
Tanur



Cawan krus



Penyaring buchner



Erlenmeyer



Oven

Lampiran 5. Gambar bahan



Lampiran 6. Perhitungan

Perhitungan uji kadar air

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar air} &= \frac{A - B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{300 - 270}{300} \times 100\% \\ &= \frac{30}{300} \times 100 \% \\ &= 0,1 \times 100 \% \\ &= 10 \%\end{aligned}$$

Perhitungan uji kadar abu

$$\begin{aligned}\% \text{ Kadar abu} &= \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100 \% \\ &= \frac{28,36 - 28,28}{29,32 - 28,28} \times 100 \% \\ &= \frac{0,08}{0,04} \times 100 \% \\ &= 0,07 \times 100 \% \\ &= 7 \%\end{aligned}$$

Lampiran 7. Gambar penelitian



Kulit durian
Segar



Pengeringan
dioven



Hasil kadar abu



Memblender kulit
Durian



Serbuk kulit
durian



Pencampuran
HCL dan serbuk
Kulit durian



Pengaduka
Dengan magnetik
Stirrer



Penyaringan
HCL dan serbuk
Kulit durian



Hasil residu
Penyaringan



Serbuk hasil
Residu setelah
Pengeringan



Pencampuran air
Pancur + serbuk
Kulit durian



Penyaringan air
Pancur + serbuk
Kulit durian