

TUGAS AKHIR

**KEMAMPUAN KARBON AKTIF CANGKANG SAWIT DENGAN
VARIASI WAKTU DETENSI DALAM MENURUNKAN KADAR
BESI (Fe) PADA AIR SUMUR GALI**



SELBY DETTIA KARINA

NIM: 221110155

**PRODI DIPLOMA 3 SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG
2025**

TUGAS AKHIR

**KEMAMPUAN KARBON AKTIF CANGKANG SAWIT DENGAN
VARIASI WAKTU DETENSI DALAM MENURUNKAN KADAR
BESI (Fe) PADA AIR SUMUR GALI**

Diajukan ke Program Studi Diploma 3 Sanitasi Kemenkes Poltekkes Padang Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Kesehatan



SELBY DETTIA KARINA

NIM: 221110155

**PRODI DIPLOMA 3 SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
KEMENKES POLTEKKES PADANG**

2025

PESETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir "Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu
Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali"

Disusun oleh

NAMA : SELBY DETTIA KARINA

NIM : 221110155

telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal :

23 Juni 2025

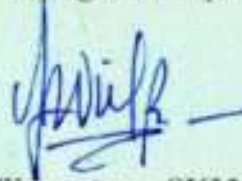
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Mukhlis, MT
NIP.19680304 199203 1 003

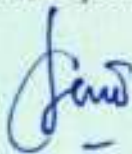
Pembimbing Pendamping,



Dr. Wijavanto, SKM, M.Kes
NIP.19620620 198603 1 003

Padang, 23 Juni 2025

Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi



Lindawati, SKM, M.Kes
NIP.19750613 200012 2 002

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**"KEMAMPUAN KARBON AKTIF CANGKANG SAWIT DENGAN VARIASI
WAKTU DETENSI DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) PADA AIR
SUMUR GALI"**

Disusun Oleh :
SELBY DETTIA KARINA
NIM: 221110155

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal: 25 Juni 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,
Dr. Burhan Muslim, SKM, M.Si
NIP.19810715 200812 1 001

()

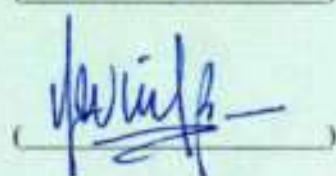
Anggota,
Mahaza, SKM, MKM
NIP. 19720323 199703 1 003

()

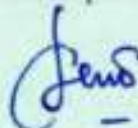
Anggota,
Mukhlis, MT
NIP.19680304 199203 1 003

()

Anggota,
Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes
NIP.19620620 198603 1 003

()

Padang, 25 Juni 2025
Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi



Lindawati, SKM, M.Kes
NIP.19750613 200012 2 002

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Selby Dettia Karina
Tempat / Tanggal Lahir : Batusangkar/ 04 Desember 2003
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum Kawin
Alamat : Jorong Bukit Gombak
Nama Ayah : Andi
Nama Ibu : Kiki Eka Lestari
No.Telp/HP : 081270518301
E-mail : selbykarina@gmail.com
Riwayat Pendidikan

Pendidikan	Tahun Lulus
TK Aisyiyah Batusangkar	2009-2010
SD Negeri 11 Kampung Baru Batusangkar	2010-2016
SMP Negeri 1 Batusangkar	2016-2019
SMA Negeri 1 Batusangkar	2019-2022
Kemenkes Poltekkes Padang	2022-2025

HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah penulis nyatakan dengan benar

Nama : Selby Dettia Karina

NIM : 221110155

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a series of loops and a final flourish.

Tanggal : 25 Juni 2025

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama Lengkap : Selby Dettia Karina
NIM : 221110155
Tempat/Tanggal Lahir : Batusangkar/ 04 Desember 2003
Tahun Masuk : 2022
Nama PA : Miladil Fitra, SKM, MKM
Nama Pembimbing Utama : Mukhlis, MT
Nama Pembimbing Pendamping : Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan hasil Karya Ilmiah saya, yang berjudul: Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali

Apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 25 Juni 2025

Yang Menyatakan



(Selby Dettia Karina)
NIM. 221110155

**HALAMAN PENYERAHAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Kemenkes Poltekkes Padang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Selby Dettia Karina
NIM : 221110155
Program Studi : D3 Sanitasi
Jurusan : Kesehatan Lingkungan

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Kemenkes Poltekkes Padang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non- exclusive Royalty- Free Right*)** atas Tugas akhir saya yang berjudul :

"Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali".

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Kemenkes Poltekkes Padang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Padang
Pada tanggal : 25 Juni 2025

Yang menyatakan,


(Selby Dettia Karina)

**PROGRAM STUDI D III SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**

Tugas Akhir, Juni 2025

Selby Dettia Karina (221110155)

**Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi
Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali**

ABSTRAK

Permasalahan kualitas air bersih dapat terjadi karena adanya kontaminasi secara kimiawi, seperti keberadaan logam besi (Fe) tinggi pada air sumur gali. Penambahan adsorben (karbon aktif cangkang sawit) ke dalam sumur gali merupakan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan air tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan variasi waktu detensi dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali.

Penelitian ini bersifat eksperimen semu dengan metode pretes-posttest desain. Data dianalisa dengan analisis univariat. Pemanfaatan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar (Fe) didetensikan dengan variasi waktu 100, 120 dan 140 menit dengan ketebalan yang sama.

Hasil penelitian diperoleh kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada ketebalan 30 cm dengan waktu detensi 100 menit sebesar 63,96%. Pada ketebalan 30 cm dengan waktu detensi 120 menit sebesar 88,85%, sedangkan kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada ketebalan 30 cm dengan waktu detensi 140 menit sebesar 90,15%.

Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dapat dijadikan sebagai media untuk menurunkan kadar Fe pada air sumur gali. Maka untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambah variasi waktu detensi yang singkat dan variasi ketebalan media adsorben untuk melihat pengaruh ketebalan terhadap kapasitas adsorpsi.

xv+ 32 Halaman, 21 (2002-2024), 1 Tabel, 7 Lampiran, 1 Gambar
Kata Kunci : Karbon aktif, Cangkang Sawit, Besi

**DIII SANITATION STUDY PROGRAM
ENVIRONMENTAL HEALTH DEPARTMENT**

**Final Project, June 2025
Selby Dettia Karina (221110155)**

**The Ability of Palm Shell Activated Carbon with Variations in Detention Time in
Reducing Iron (Fe) Levels in Dug Well Water**

ABSTRACT

Clean water quality problems can occur due to chemical contamination, such as the presence of high iron (Fe) metal in dug well water. The addition of adsorbents (palm shell activated carbon) to dug wells is one solution to overcome these water problems. The purpose of this study was to determine the ability of palm shell activated carbon with varying detention times to reduce iron (Fe) levels in dug well water.

This study was a quasi-experimental study with a pretest-posttest design method. Data were analyzed using univariate analysis. The use of palm shell activated carbon to reduce iron (Fe) levels was detained with varying times of 100, 120 and 140 minutes.

The results of the study showed that the ability of palm shell activated carbon to reduce iron (Fe) levels at a thickness of 30 cm with a detention time of 100 minutes was 63.96%. At a thickness of 30 cm with a detention time of 120 minutes by 88.85%, while the ability of palm shell activated carbon to reduce iron (Fe) levels at a thickness of 30 cm with a detention time of 140 minutes by 90.15%.

The ability of palm shell activated carbon can be used as a medium to reduce Fe levels in dug well water. Therefore, for further research, it is recommended to add variations in short detention times and variations in the thickness of the adsorbent media to see the effect of thickness on adsorption capacity.

xv+ 32 Pages, 21 (2002-2024), 1 Table, 7 Attachments, 1 Figure
Keywords: Activated carbon, Palm kernel shell, Iron

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan berkat-Nya, penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Kesehatan dalam Program Studi Diploma 3 Sanitasi pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang. Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan arahan dari Bapak Mukhlis, MT sebagai pembimbing utama dan Bapak Dr. Wijayantono, SKM, M.Kes sebagai pembimbing pendamping, serta dukungan dari berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan per satu. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

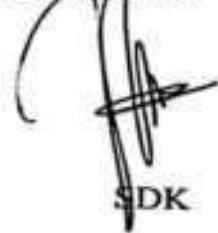
1. Ibu Renidayati, M.Kep selaku Direktur Kemenkes Poltekkes Padang
2. Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Si selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang
3. Ibu Lindawati, SKM, M.Kes selaku Ketua Program Studi D3 Sanitasi Kemenkes Poltekkes Padang
4. Bapak Miladil Fitra, SKM, MKM selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang
6. Teristimewa, terima kasih kepada Ayah dan Ibu atas tulus kasih yang diberikan dan untuk segala jerih payah dan pengorbanan dalam memprioritaskan pendidikan anak-anaknya, Meskipun mereka tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun selalu senantiasa mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan ketiga anaknya. Berkat do'a dan dukungannya, penulis mampu berada di tahap ini. Semoga Allah SWT permudah setiap langkah kaki ini untuk mewujudkan harapan Ayah dan Ibu. Penulis berharap agar Ayah dan Ibu selalu ada disetiap perjalanan dan pencapaian hidup anak pertamanya.
7. Kepada pemilik NIM 22087175, terima kasih sudah selalu membimbing dan menemani perjalanan hidup penulis untuk menjadi seorang pribadi yang lebih baik. Terima kasih sudah berkontribusi dan senantiasa meluangkan waktu,

tenaga, pikiran dalam penulisan Tugas Akhir ini. Semoga segala harapan baik yang telah direncanakan bisa terwujud dikemudian hari.

8. Teman-teman D3 Sanitasi, penulis ucapkan terima kasih karna telah memberikan kebersamaan, pengalaman dan pembelajaran hidup semasa perkuliahan ini. Kehadiran kalian memberikan warna dalam langkah perjalanan akademik penulis.

Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang, 25 Juni 2025



SDK

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PESETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Air	7
B. Parameter Air Bersih	9
C. Kadar Besi (Fe) dalam Air	12
D. Sumur Gali	14
E. Adsorpsi	15
F. Karbon Aktif Cangkang Sawit	15
G. Alur Penelitian	17
H. Definisi Operaional	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Jenis Penelitian	19
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	19
C. Objek Penelitian	19
D. Alat dan Cara Kerja	19
E. Pengumpulan Data	23
F. Analisis Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil	24
B. Pembahasan	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
A. Kesimpulan	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Rancangan alat sederhana dengan sistem <i>batch</i>	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Parameter air untuk keperluan higiyene sanitasi.....	12
Tabel 4.1 Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan Alur Proses Peneltian	34
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian	36
Lampiran 3. Hasiil Uji Laboratorium Kadar Fe Sebelum Perlakuan.....	37
Lampiran 4. Hasiil Uji Laboratorium Kadar Fe Setelah Perlakuan	42
Lampiran 5. Hasil Pengolahan Data	43
Lampiran 6. Dokumentasi	44
Lampiran 7. Lembar Konsultasi	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah, dapat ditemukan di seluruh permukaan bumi, dan sangat penting yang diperlukan oleh setiap makhluk hidup. Bagi manusia, air adalah kebutuhan yang sangat mutlak karena hampir semua aktivitas manusia memerlukan air. Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan harian manusia memiliki jumlah yang berbeda dan bervariasi tergantung pada lokasi tempat tinggal individu. Berdasarkan SNI-19-6728.1-2002, standar kebutuhan air bersih bagi masyarakat Indonesia adalah sekitar 120 liter/orang/hari untuk warga kota dan 60 liter/orang/hari untuk penduduk desa.¹ Berdasarkan lokasi tempat tinggal, sumber utama air minum berbeda-beda; di daerah perkotaan, sebagian besar rumah tangga memperoleh air dari sumur bor atau pompa (32,9%) dan dari PDAM (28,6%), sedangkan di pedesaan, mayoritas menggunakan sumur gali terlindung (32,7%) sebagai sumber air minum utama.²

Air yang layak untuk dikonsumsi harus memenuhi standar kesehatan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, yang mengatur tentang standar kualitas kesehatan lingkungan serta persyaratan bagi media lingkungan, termasuk air bersih. Kegiatan peningkatan kualitas air bersih meliputi perlindungan serta penetapan standar kualitas fisik air, seperti jumlah padatan terlarut, tingkat kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Selain itu, kualitas kimia air juga diperhatikan, termasuk berbagai jenis ion, zat-zat beracun, kadar oksigen terlarut, dan kebutuhan oksigen kimiawi. Selanjutnya, aspek mikrobiologi yang meliputi jenis serta jumlah mikroorganisme dari hewan maupun tumbuhan. Parameter radioaktif turut diperhitungkan, yaitu kandungan zat-zat radioaktif dalam air.

Masalah ketersediaan air bersih menjadi tantangan yang terus dihadapi masyarakat Indonesia saat ini. Seiring dengan peningkatan taraf hidup, kebutuhan air pun semakin meningkat. Jika penyediaan air bersih tidak berkembang seiring dengan

pertambahan jumlah penduduk, maka akan muncul krisis air bersih yang berdampak pada kuantitas, kualitas, dan kontinuitas pasokan air bagi masyarakat.³

Ketersediaan sumber air dengan kualitas yang baik masih banyak yang tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi. Seperti air tanah yang ada di bumi tidak pernah ditemukan dalam keadaan sepenuhnya bersih dan murni. Hal ini terjadi akibat adanya bakteri serta elemen atau komponen dalam air tersebut yang perlu dijernihkan atau dimurnikan agar bersih dan layak digunakan sebagai air bersih untuk sumber air baku lainnya. Terutama untuk air tanah bergantung pada kondisi geologi yang spesifik, keadaan hidrologi, dan juga perilaku manusia yang ada di wilayah sekitar sumber air tersebut.⁴

Semakin buruk kualitas air yang tersedia, semakin besar pula biaya yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan air yang bersih dan aman untuk dikonsumsi. Kandungan senyawa, unsur lain, serta keberadaan bakteri atau mikroorganisme dalam sumber air dapat menimbulkan dampak negatif bagi manusia, terutama terhadap kesehatan manusia. Bertambahnya aktivitas serta jumlah penduduk akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan manusia akan air bersih. Secara global jumlah sumber daya tanah dan air relatif stabil, tetapi kualitasnya semakin hari semakin memburuk.⁴

Salah satu sumber air tanah adalah air sumur gali, yang merupakan jenis sumur paling umum digunakan oleh komunitas kecil dan rumah tangga sebagai sumber air minum dengan kedalaman sekitar 7 hingga 10 meter dari permukaan tanah. Air sumur gali berasal dari lapisan tanah yang cukup dekat dengan permukaan, sehingga rentan terhadap kontaminasi melalui rembesan. Biasanya, rembesan ini berasal dari tempat pembuangan kotoran manusia, seperti kakus atau jamban yang lantainya atau saluran air limbahnya tidak kedap air, sehingga memudahkan kontaminan masuk ke dalam air sumur.⁵

Berbagai faktor dapat menyebabkan menurunnya kualitas air bersih, salah satunya adalah kontaminasi kimia seperti tingginya kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air sumur gali, yang memicu perubahan sifat fisik dan kimia air. Menurut

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, batas maksimum kadar besi yang diperbolehkan dalam air adalah 0,2 mg/L. Besi memang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil untuk pembentukan sel darah merah, namun jika kadar besi dalam air melebihi batas tersebut, dapat menimbulkan berbagai masalah. Air yang mengandung besi tinggi biasanya berwarna kuning, berbau tidak sedap, meninggalkan noda kuning pada dinding bak dan pakaian, serta memberikan rasa logam pada air dan menyebabkan korosi pada peralatan logam. Kadar besi yang berlebihan dapat menumpuk dalam tubuh dan berpotensi bersifat toksik, memicu diare, anemia, iritasi pada mata dan kulit, serta kerusakan ginjal.⁶

Salah satu metode untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air dengan menggunakan adsorben. Hal ini dilakukan dengan cara penambahan adsorben (karbon aktif) ke dalam air sumur gali yang sudah terkontaminasi zat kimia, maka zat kimia yang terdapat pada air akan diserap ke dalam pori-pori karbon aktif.⁶ Oleh sebab itu, salah satu adsorben yang dapat digunakan dalam mengurangi kadar besi (Fe) dalam air dapat dilakukan dengan memanfaatkan karbon aktif.

Karbon aktif adalah produk yang dibuat dari arang batok kelapa, kelapa sawit, atau batu bara. Fungsinya meliputi menyerap bau, menghilangkan warna kuning, serta mengeliminasi zat-zat berbahaya dalam air. Proses pembuatannya tidak melibatkan bahan kimia tambahan, sehingga aman digunakan untuk penyaringan air. Karbon aktif memiliki daya serap yang sangat baik dan mampu menyaring air dengan efektif.⁶ Cangkang kelapa sawit dapat menjadi salah satu bahan untuk proses penjernihan air karena bisa diolah menjadi arang aktif.⁷

Hasil penelitian Nurul Afiza tahun 2022 tentang kemampuan karbon aktif dari cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali menunjukkan bahwa rata-rata penurunan kadar besi (Fe) menggunakan karbon aktif cangkang sawit mencapai hasil optimal pada ketebalan 30 cm dengan waktu detensi 30 menit, yaitu sebesar 1,998 mg/L.⁴

Menurut hasil penelitian Sirajudin tahun 2022 tentang efektivitas karbon aktif yang berasal dari cangkang kelapa sawit sebagai adsorben dalam mengurangi kadar

besi pada air sumur di Desa Batuah menunjukkan bahwa penurunan kadar besi paling optimal terjadi pada waktu kontak selama 80 menit dengan kecepatan pengadukan 700 rpm, setelah proses aktivasi selama 40, 60, 80, dan 100 menit. Kadar besi awal sebesar 5,485 mg/L berhasil diturunkan menjadi 0,396 mg/L, yang berarti terjadi penurunan sebesar 92,78%. Penurunan kemampuan adsorpsi logam besi setelah kontak selama 100 menit disebabkan oleh proses desorpsi, yaitu pelepasan kembali ion-ion besi yang sebelumnya telah menempel pada permukaan aktif adsorben.⁸

Hasil penelitian Viera 2022 mengenai pembuatan karbon aktif yang diperoleh dari cangkang sawit digunakan untuk menyerap zat besi, mangan, serta mengatur pH pada air sumur. Dalam percobaan, karbon aktif tersebut ditambahkan ke dalam sampel air sumur dengan variasi waktu kontak selama 30, 60, 90, dan 120 menit. Hasil menunjukkan bahwa durasi kontak selama 120 menit memberikan tingkat penyerapan logam besi (Fe) tertinggi. Hal ini dibuktikan dengan penurunan kadar Fe pada air sumur 1 dari 0,7185 mg/L menjadi 0,2993 mg/L, yang setara dengan efisiensi penyerapan sebesar 58,34%. Sementara itu, pada air sumur 2, kadar Fe yang awalnya 0,7652 mg/L berkurang menjadi 0,3300 mg/L dengan efisiensi penyerapan sebesar 56,87%.⁹

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis berminat untuk melakukan penelitian mengenai **“Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali”**

B. Rumusan Masalah

Bagaimana Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali.

2. Tujuan Khusus

- 1) Diketuinya kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 100 menit.
- 2) Diketuinya kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 120 menit.
- 3) Diketuinya kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 140 menit.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan bahan evaluasi dalam menambah pengetahuan masyarakat tentang cara penggunaan dan manfaat dari karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali.

2. Bagi Pemerintah

Dari penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pemerintah bahwa dengan mengolah limbah cangkang sawit selain dapat menurunkan kadar besi (Fe) pada air yang tercemar dan juga dapat mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

3. Bagi Penulis

Sebagai sarana pembelajaran dan untuk memperluas pengetahuan, khususnya dalam memahami kemampuan karbon aktif yang berasal dari cangkang sawit dalam mengurangi kadar besi (Fe) pada air sumur gali, serta untuk memperoleh ilmu dan pengalaman baru.

E. Ruang Lingkup

Berdasarkan tujuan penelitian, dengan keterbatasan yang ada, maka penelitian ini penulis membatasi hanya melihat pemanfaatan kemampuan karbon aktif cangkang sawit sebagai alternatif untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali, dengan ketebalan yang sama dan variasi waktu detensi pada salah satu rumah yang menggunakan air sumur gali. Dengan pedoman pada standar baku mutu kesehatan lingkungan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

Air adalah kebutuhan dasar yang sangat penting bagi semua makhluk hidup di bumi, termasuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Air digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci peralatan rumah tangga, mencuci pakaian, dan memasak, yang semuanya merupakan kebutuhan utama. Selain itu, air juga dipakai untuk keperluan lain seperti menyiram tanaman, mencuci kendaraan, membersihkan lantai, sebagai pendingin mesin, atau sebagai pelarut bahan

10

Ketersediaan air di bumi ini sebenarnya sangat melimpah dan tidak pernah berkurang, namun hanya sekitar 5% dari total air tersebut yang layak untuk dikonsumsi oleh manusia. Di sisi lain, kemajuan modernisasi yang pesat justru menyebabkan penurunan kualitas dari air yang dapat digunakan tersebut, sehingga jumlah air bersih yang tersedia untuk masyarakat semakin berkurang.¹⁰ Air bersih merupakan salah satu sumber daya air yang memiliki kualitas baik dan umum digunakan oleh manusia untuk kebutuhan konsumsi serta aktivitas sehari-hari, termasuk dalam hal sanitasi. Selain itu, air bersih juga dipakai untuk berbagai keperluan seperti mencuci, mandi, memasak, dan dapat diminum setelah melalui proses memasak.¹¹

Secara umum, semua makhluk hidup di alam sangat memerlukan air bersih untuk mendukung berbagai proses psikologis mereka, yang dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Kebutuhan domestik, yaitu penggunaan air bersih untuk aktivitas sehari-hari seperti minum, memasak, menyiram tanaman dan halaman, serta menjaga kebersihan dan kesehatan individu, termasuk mandi dan mencuci.
2. Kebutuhan non-domestik, yaitu penggunaan air bersih untuk keperluan seperti pertanian, pariwisata, dan perikanan.

3. Kebutuhan komersial dan industri, yang mencakup penggunaan air bersih dalam kegiatan pasar, toko, restoran, hingga sektor perhotelan.
4. Kebutuhan institusional, yaitu kebutuhan air bersih untuk mendukung aktivitas di tempat-tempat pendidikan seperti sekolah dan universitas.

Air dan sanitasi merupakan dua aspek yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan. Setiap penggunaan air minum atau air bersih hampir selalu menghasilkan air limbah. Sekitar 85% dari air bersih yang digunakan akan berubah menjadi air limbah. Sebagai contoh, jika seseorang menggunakan 100 liter air per hari untuk keperluan minum, mandi, mencuci, dan buang air, maka sekitar 85 liter air tersebut akan menjadi air limbah setiap harinya. Oleh karena itu, pengelolaan air bersih harus diiringi dengan pengelolaan sanitasi yang baik. Fasilitas sanitasi yang layak, yang sesuai dengan standar kesehatan dan didukung oleh perilaku hidup bersih dan sehat, merupakan faktor penting dalam upaya meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat.¹²

Jenis-jenis sumber air bersih secara umum sebagai berikut:

1. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah karena tidak dapat meresap ke dalam tanah akibat lapisan tanah yang padat dan kedap air. Akibatnya, sebagian besar air ini menggenang dan cenderung mengalir ke area yang lebih rendah. Air permukaan jenis ini umumnya dikenal sebagai sungai. Secara umum, air permukaan terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu air sungai dan air telaga atau danau.¹¹

2. Air Angkasa

Air angkasa adalah air yang berasal dari udara atau atmosfer yang turun ke permukaan bumi. Perlu dicatat bahwa kandungan air di lapisan udara bumi hanya sekitar 0,001% dari seluruh jumlah air yang ada di bumi. Berdasarkan bentuknya, air angkasa dibedakan menjadi dua jenis, yaitu air hujan dan air salju.¹¹

3. Air Tanah

Air tanah adalah berbagai jenis air yang berada di bawah permukaan tanah dan menyumbang sekitar 0,6% dari total jumlah air di bumi. Jumlah air tanah ini lebih banyak dibandingkan dengan gabungan air sungai, danau, serta air yang ada di atmosfer. Air tanah sendiri dibagi menjadi dua kategori, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Pada umumnya, masyarakat lebih sering menggunakan air tanah dangkal untuk kebutuhan sehari-hari dengan cara membuat sumur hingga kedalaman tertentu.¹¹

B. Parameter Air Bersih

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, jenis-jenis parameter yang harus diperhatikan untuk air minum, air yang digunakan untuk keperluan kebersihan dan sanitasi, air kolam renang, air solus per aqua (SPA), serta air pemandian umum mencakup aspek fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif.¹³

1. Parameter Fisik

Kekeruhan air disebabkan oleh partikel padat yang tersuspensi di dalamnya, baik yang berasal dari bahan anorganik maupun organik. Partikel anorganik biasanya berasal dari pelapukan batuan dan logam, sedangkan partikel organik berasal dari pelapukan tumbuhan atau hewan. Zat organik ini dapat menjadi sumber makanan bagi bakteri, sehingga mendukung pertumbuhan mereka dan menyebabkan peningkatan kekeruhan air. Air yang keruh sulit untuk didesinfeksi karena mikroorganisme terlindungi oleh partikel tersuspensi tersebut, yang dapat membahayakan kesehatan. Untuk mengukur tingkat kekeruhan air digunakan alat yang disebut turbidimeter, dengan satuan pengukuran NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).¹⁴

Rasa air bersih yang baik seharusnya tidak memiliki rasa sama sekali. Rasa yang tidak normal biasanya muncul akibat adanya gas terlarut seperti hidrogen sulfida (H_2S) atau keberadaan organisme hidup seperti ganggang. Selain itu, pencemaran dari limbah padat dan limbah cair, misalnya limbah rumah tangga, serta sisa bahan

disinfektan seperti klorin yang masuk ke dalam sumber air, juga dapat menyebabkan perubahan rasa pada air.¹⁴

Bau merupakan salah satu indikator kualitas air bersih yang baik, di mana air yang layak dikonsumsi seharusnya tidak memiliki bau. Timbulnya bau pada air dapat disebabkan oleh masuknya benda asing seperti bangkai hewan atau limbah, serta akibat proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Selama proses penguraian tersebut, bakteri menghasilkan gas-gas yang berbau tajam, beberapa di antaranya bahkan beracun, bersama dengan gas-gas lain yang dihasilkan.¹⁴

Warna pada air disebabkan oleh keberadaan bahan organik dan anorganik seperti plankton, humus, serta ion logam seperti besi dan mangan. Kandungan oksida besi membuat air tampak berwarna coklat atau kehitaman. Sementara itu, kalsium karbonat yang berasal dari daerah berkapur dapat memberikan warna hijau pada air. Selain itu, bahan organik seperti tanin, lignin, dan asam humus yang berasal dari proses dekomposisi tumbuhan mati juga menyebabkan air berwarna coklat.¹⁴

Suhu adalah salah satu faktor fisik lingkungan yang mudah diukur dan memiliki variasi yang luas. Temperatur air sangat berpengaruh terhadap tingkat penerimaan masyarakat terhadap air tersebut serta dapat memengaruhi reaksi kimia dalam proses pengelolaan, terutama ketika suhu air berada pada tingkat yang sangat tinggi. Selain itu, suhu air juga secara langsung memengaruhi tingkat toksisitas bahan kimia pencemar, serta memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan virus.¹⁴

Total Dissolved Solid (TDS) dalam perairan sangat dipengaruhi oleh proses pelapukan batuan, limpasan dari tanah, serta aktivitas manusia seperti limbah domestik dan industri. Zat-zat terlarut yang terdapat dalam perairan alami umumnya tidak bersifat beracun, namun jika kadarnya berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kekeruhan air. Pengukuran TDS dapat dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri sebagai salah satu prinsip utamanya,¹⁴

2. Parameter Kimia

Kadar besi (Fe), menurut Dewi dan Yono (2017), tingkat zat besi atau Fe yang tinggi dapat membuat warna air berubah menjadi kuning kecokelatan setelah terpapar udara, serta dapat meninggalkan bau tidak sedap dan noda kuning pada pakaian. Konsumsi zat besi yang berlebihan secara terus-menerus dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia. Di samping efek buruknya, zat besi (Fe) juga memiliki keuntungan. Sebagaimana produksi sel darah merah yang membutuhkan zat besi. Saat kadar zat besi (Fe) melebihi batas atas, Fe menumpuk di dalam tubuh dan dapat menyebabkan efek berbahaya bagi manusia, seperti diare, anemia, kerusakan kulit, serta kerusakan ginjal.¹⁴

pH air, tingkat pH air yang dianjurkan untuk air bersih berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), pH yang sangat ekstrem, yaitu di atas 11, dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Sebaliknya, jika pH air terlalu rendah, di bawah 4, air tersebut bersifat korosif dan memiliki rasa yang tidak enak. Selain itu, air dengan pH sangat asam dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pada otak dan sistem saraf. Kondisi ini juga dapat memengaruhi fungsi reproduksi, menyebabkan kejang-kejang, penurunan kemampuan pendengaran, bahkan risiko keguguran.¹⁴

Nitrat, nitrat di tanah dan air paling banyak dihasilkan oleh mikroorganisme melalui proses biologis. Apabila tingkatnya terlalu tinggi, hal itu akan mengakibatkan blooming fitoplankton. Nitrit warna terbentuk akibat azo dye (pewarna sintesis yang memiliki nitrogen dalam struktur molekulnya) yang dihasilkan dari reaksi diasotasi asam sulfanilat dengan dihidroklorida.¹⁴

3. Parameter Mikrobiologi

Escherichia coli, merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang yang tidak menghasilkan spora. Bakteri ini sangat rentan terhadap suhu panas. Sedangkan total coliform adalah kelompok bakteri yang biasanya ditemukan di tanah, air yang terkontaminasi oleh air permukaan, serta limbah dari manusia atau hewan.¹⁴

Ketentuan standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air bersih tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 sebagai berikut:

Tabel 2,1 Parameter air untuk keperluan higiene dan sanitasi

No	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
	Mikrobiologi			
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml	SNI/ APHA
2	Total Coliform	0	CFU/100ml	SNI/ APHA
	Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	$^{\circ}\text{C}$	SNI/APHA
4	Total Dissolve Solid	<300	mg/L	SNI/APHA
5	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara
6	Warna	10	TCU	SNI/APHA
7	Bau	Tidak berbau	-	APHA
	Kimia			
8	pH	6.5 – 8.5	-	SNI/APHA
9	Nitrat (sebagai NO_3^-) (terlarut)	20	mg/L	SNI/APHA
10	Nitrit (sebagai NO_2^-) (terlarut)	3	mg/L	SNI/APHA
11	Kromium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0,01	mg/L	SNI/APHA
12	Besi (Fe) (terlarut)	0.2	mg/L	SNI/APHA
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0.1	mg/L	SNI/APHA

C. Kadar Besi (Fe) dalam Air

Besi adalah salah satu unsur yang berasal dari pelapukan batuan induk dan sering ditemukan dalam perairan umum. Senyawa besi dalam air biasanya berupa garam ferri atau garam ferro dengan valensi dua. Secara kimia, besi dalam perairan memiliki sifat redoks, kemampuan membentuk kompleks, terlibat dalam metabolisme mikroorganisme, serta mengalami pertukaran antara fase cair dan fase padat yang mengandung senyawa besi seperti karbonat, hidroksida, dan sulfida.¹⁸

Besi dalam air biasanya ditemukan dalam dua bentuk utama yaitu besi terlarut (Fe^{2+}) juga dikenal sebagai besi fero yang larut dalam air dan tidak berwarna, sehingga air yang mengandung (Fe^{2+}) biasanya terlihat jernih. Kemudian besi teroksidasi (Fe^{3+}).

Bentuk ini juga dikenal sebagai besi feri. Fe^{3+} yang tidak larut dalam air dan membentuk partikel-partikel kecil yang menyebabkan air menjadi keruh atau berwarna coklat kemerahan. Mengubah besi terlarut (Fe^{2+}) menjadi besi teroksidasi (Fe^{3+}), yang tidak larut melalui proses oksidasi dengan aerasi (penambahan oksigen).

14

Besi dapat masuk ke dalam air akibat reaksi biologis yang terjadi dalam kondisi reduksi atau tanpa keberadaan oksigen (anaerobik). Ketika air yang mengandung besi tersebut terpapar oksigen, proses oksidasi besi akan berlangsung secara perlahan, menghasilkan endapan atau koloid berupa oksida besi. Saat air berada dalam kondisi anaerobik, konsentrasi besi dalam bentuk mineral yang tidak larut (Fe^{3+}) akan tereduksi menjadi besi larut dalam bentuk ion (Fe^{2+}).¹⁸

Pada air yang kekurangan oksigen, seperti air tanah, besi umumnya terdapat dalam bentuk ion Fe^{2+} dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Sebaliknya, pada air sungai yang mengalir dan mengalami proses aerasi, ion Fe^{2+} akan teroksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})^3$. Senyawa $\text{Fe}(\text{OH})^3$ ini memiliki kelarutan yang rendah pada rentang pH 6 hingga 8. Ion besi Fe^{2+} mudah larut dalam air, namun ketika oksigen terlarut hadir, Fe^{2+} akan mengalami oksidasi menjadi $\text{Fe}(\text{OH})^3$ yang kemudian mengendap sebagai zat padat.¹⁸

Keberadaan kadar besi dalam air dapat dideteksi tidak hanya di laboratorium, tetapi juga secara organoleptik, yang ditandai dengan rasa pahit atau asam, bau yang tidak sedap, serta warna kuning kecoklatan. Logam ini diperlukan oleh tubuh, tetapi hanya dalam jumlah yang sedikit. Keberadaan logam ini dalam tubuh dapat menyebabkan efek berbahaya bagi manusia, seperti diare, anemia, kerusakan pada kulit, dan ginjal.¹⁴ Keberadaan ion Fe^{2+} yang terlarut dalam air dapat menyebabkan gangguan seperti :

1. Air menjadi berbau dan berasa logam yang amis, yang terjadi akibat proses degradasi oleh bakteri.
2. Konsentrasi besi yang tinggi dapat memberikan rasa logam yang kuat pada air.
3. Munculnya warna coklat kekuningan pada pakaian putih setelah dicuci.

4. Timbulnya noda berwarna coklat pada bak mandi, kamar mandi, dan peralatan lainnya.

D. Sumur Gali

Sumur gali yang umumnya dibuat oleh masyarakat memiliki diameter sekitar 1,00 hingga 1,20 meter. Dari aspek kesehatan, sumur gali ini berpotensi tidak aman jika proses pembuatannya tidak dilakukan dengan cermat. Hal ini disebabkan oleh pengaruh musim yang signifikan serta risiko pencemaran yang tinggi apabila penempatan sumur tidak tepat. Berdasarkan pedoman dari Departemen Kesehatan Republik Indonesia tahun 1995, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam pembuatan sumur gali, antara lain:

1. Jarak antara sumur gali dengan lokasi pembuangan sampah, saluran parit, dan tempat penampungan tinja harus lebih dari 10 meter agar tidak terjadi kontaminasi.
2. Dinding sumur harus dibuat kedap air dengan kedalaman minimal 3 meter dari permukaan tanah untuk mencegah masuknya air tanah yang tercemar.
3. Sumur harus digali hingga mencapai kedalaman yang mampu menyediakan air dalam jumlah cukup, bahkan saat musim kemarau.
4. Di atas permukaan tanah, perlu dibuat dinding tembok kedap air setinggi 80 cm, dan sebaiknya dilengkapi penutup agar air hujan dan kotoran tidak masuk ke dalam sumur serta menjaga keselamatan pengguna.
5. Lantai sumur harus kedap air dan dibuat agak miring dengan lebar minimal 1 meter dari tepi bibir atau dinding sumur, dengan ketebalan antara 10 hingga 20 cm.
6. Dasar sumur diberi lapisan kerikil agar air yang diambil tetap jernih dan tidak keruh saat ditimba.¹¹

E. Adsorpsi

Proses adsorpsi sering diterapkan sebagai metode pemurnian air limbah di sektor industri karena kepraktisannya, biaya yang rendah, dan kemampuannya dalam menghilangkan logam berat dari air limbah. Adsorpsi merupakan proses penyerapan sebuah zat di permukaan zat yang berbeda. Adsorpsi adalah proses fisika di mana molekul terlarut atau partikel kecil dalam air (adsorbat) tertarik dan menempel pada permukaan benda yang lebih besar (adsorben). Daya tariknya hampir serupa dengan magnet yang ada di lemari es tetapi pada skala atom atau molekul. Adsorpsi terjadi pada permukaan zat disebabkan karena adanya gaya tarik antar atom atau molekul zat padat.¹⁵

Adsorben merupakan bahan yang memiliki sifat menyerap, sedangkan adsorbat adalah bahan yang diserap. Adsorpsi berkaitan dengan kemampuan bahan penyerap (adsorben) untuk mengambil zat tertentu dari suatu larutan. Adsorpsi dapat dimanfaatkan untuk membersihkan air dengan menghilangkan zat pencemar dari air. Zat yang permukaannya mengalami adsorpsi disebut sebagai adsorben, salah satu contohnya adalah arang aktif. Karbon aktif adalah bahan adsorben yang sering dimanfaatkan dalam pengolahan air, serta dalam pengolahan limbah air.¹⁵

F. Karbon Aktif Cangkang Sawit

Karbon aktif banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, terutama untuk pengolahan air. Karbon aktif merupakan bahan yang memiliki porositas dan luas permukaan yang tinggi, yang dihasilkan melalui proses karbonisasi dan aktivasi dari bahan-bahan yang mengandung karbon. Salah satu bahan baku yang umum digunakan untuk pembuatan karbon aktif adalah biomassa, seperti cangkang kelapa sawit. Pemilihan cangkang kelapa sawit didasarkan pada kandungan karbonnya yang cukup tinggi serta ketersediaannya yang melimpah di alam. Proses pembuatan karbon aktif meliputi beberapa tahapan, yaitu pemanasan permukaan, dehidrasi, karbonisasi, aktivasi, penetralan, dan pengeringan.¹⁵

Hasil penelitian Faiz tahun 2015 menyatakan bahwa cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah hasil pengolahan minyak kelapa sawit yang jumlahnya

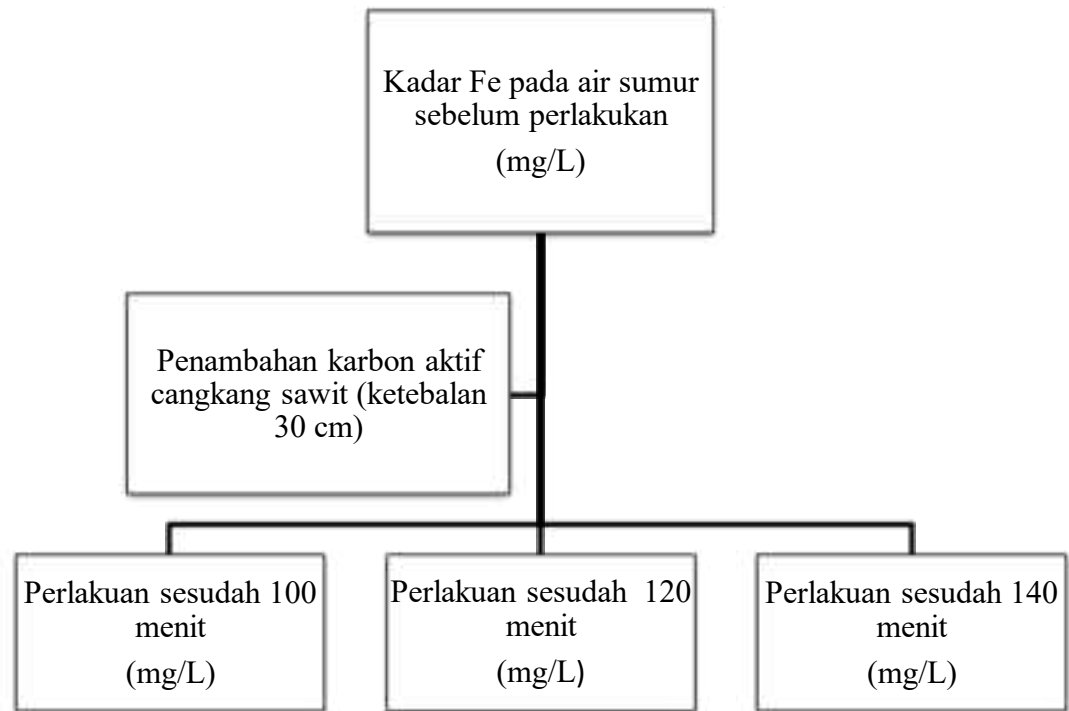
cukup besar, mencapai sekitar 60% dari total produksi minyak. Tempurung ini memiliki potensi untuk diolah menjadi karbon aktif. Karbon aktif yang dihasilkan dapat digunakan dalam berbagai sektor industri, seperti industri minyak, karet, gula, serta farmasi.¹⁶

Cangkang sawit mengandung karbon dalam jumlah yang tinggi, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan arang aktif. Struktur pori alami pada cangkang sawit cukup baik, sehingga dapat memperbesar luas permukaan dan meningkatkan kemampuan adsorpsi arang aktif tersebut. Selain itu, cangkang sawit biasanya memiliki kadar abu yang rendah, yang merupakan faktor penting karena kadar abu yang rendah dapat memengaruhi kualitas serta efektivitas arang aktif dalam berbagai aplikasi.¹⁷

Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan arang aktif. Proses pembuatan arang aktif dilakukan melalui karbonisasi pada suhu sekitar 550°C selama kurang lebih tiga jam. Arang aktif yang dihasilkan dari proses ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan Standar Industri Indonesia, kecuali pada kadar abu yang masih belum memenuhi standar. Karbon aktif, yang juga dikenal sebagai arang aktif, merupakan jenis karbon dengan luas permukaan yang sangat besar. Arang sendiri adalah padatan berpori yang mengandung antara 85-95% karbon, yang diperoleh dari bahan-bahan kaya karbon melalui proses pemanasan pada suhu tinggi.¹⁷

Ketika proses pemanasan berlangsung, perlu diupayakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruang pemanasan agar bahan yang mengandung karbon hanya mengalami karbonisasi tanpa oksidasi. Arang tidak hanya berfungsi sebagai bahan bakar, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (penyerap) dan sebagai penyangga katalis. Kemampuan penyerapan arang ditentukan oleh luas permukaan partikel, yang dapat ditingkatkan melalui aktivasi menggunakan bahan kimia seperti NaCl dan NaOH, atau dengan pemanasan pada suhu tinggi. Proses ini menyebabkan perubahan sifat fisika dan kimia pada arang.¹⁷

G. Alur Penelitian



H. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Karbon aktif cangkang sawit	Karbon aktif yang berasal dari cangkang sawit adalah arang aktif yang telah melalui proses aktivasi dengan pembakaran pada suhu tertentu guna memperbesar luas permukaan pori-porinya, sehingga kemampuan adsorpsinya menjadi lebih optimal. Setelah dibersihkan, karbon aktif cangkang sawit tersebut dimasukkan ke dalam alat penelitian dengan ketebalan 30 cm, kemudian dilakukan proses detensi menggunakan air yang mengandung besi (Fe) selama durasi 100, 120, dan 140 menit	Ayakan (6-8mesh)	Pengukuran	Mesh	Rasio
2	Kadar besi (Fe)	Zat besi adalah unsur yang penting bagi tubuh manusia, namun juga memiliki sifat toksik jika kadarnya berlebihan. Kehadirannya dalam air tidak hanya dapat dideteksi melalui pemeriksaan laboratorium, tetapi juga dapat dikenali secara organoleptik, seperti air yang terasa pahit atau asam, berbau tidak sedap, serta berwarna kuning kecoklatan. Meskipun logam ini dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk fungsi tubuh, kelebihan zat besi dapat menimbulkan efek berbahaya, seperti diare, anemia, kerusakan pada kulit, dan gangguan pada ginjal.	Spektrofotometer	Spektrofotometri	ppm	Rasio

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen semu, yang digunakan untuk mengetahui besaran perubahan sebelum dan sesudah pemanfaatan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dengan waktu variasi yang berbeda, dengan metode pretest-protest design.

Pretest - Perlakuan - Protest

01 ——— x ——— 02

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

1. Lokasi penelitian

Pengambilan sampel dilakukan di daerah RW 02/RT 03 Kelurahan Surau Gadang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang. Pemeriksaan sampel dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatra Barat.

2. Waktu penelitian

Waktu penelitian pada bulan Januari sampai Juni Tahun 2025.

C. Objek Penelitian

Objek penelitian ini yaitu air sumur gali yang mengandung kadar besi (Fe).

D. Alat dan Cara Kerja

1. Alat dan Bahan

- a. Air sumur gali
- b. Karbon aktif cangkang sawit
- c. Stopwatch

- d. Botol sampel
- e. Pipa atau paralon
- f. Kran air
- g. Alat tulis

2. Cara kerja

a. Pembuatan arang aktif cangkang sawit

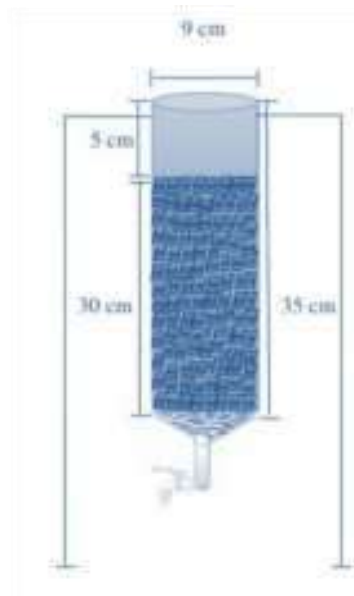
Menurut hasil penelitian Ferida Aryani tahun 2022 untuk membuat arang aktif dari tempurung kelapa atau cangkang sawit dapat diaplikasikan dengan metode aktivasi fisika dan aktivasi kimia.¹⁹

1) Aktivasi fisika

- a) Siapkan 5 kg cangkang sawit yang sudah diolah menjadi arang, kemudian tumbuk hingga menjadi bubuk halus dan ayak menggunakan ayakan dengan ukuran mesh 100.
- b) Timbang arang cangkang sawit tersebut, lalu masukkan ke dalam tanur pembakaran dengan suhu 500 °C selama 4 jam.
- c) Setelah proses pembakaran selesai, biarkan sampel mendingin di dalam desikator, kemudian timbang kembali untuk menentukan rendemen arang aktif yang diperoleh.
- d) Arang aktif yang telah dihasilkan kemudian diuji kualitasnya sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 yang mengatur tentang persyaratan mutu dan metode pengujian arang aktif.
- e) Bersihkan cangkang kelapa sawit dari kotoran atau bahan pengotor lainnya, lalu hilangkan kadar airnya dengan cara dehidrasi menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 1 jam, dan hitung kadar airnya setelah proses tersebut.
- f) Masukkan cangkang kelapa sawit ke dalam wadah khusus untuk proses pengarangan pada suhu 300 °C selama 1 jam hingga terbentuk arang.

- g) Kemudian aktivasi secara fisika dalam furnace pada suhu 750°C selama 3 jam.
- 2) Aktivasi kimia
- a) Sebanyak 100 gram arang tempurung kelapa direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 0,2 N selama 18 jam.
 - b) Setelah perendaman, arang tersebut disaring menggunakan kertas saring, lalu dicuci dengan air destilasi hingga mencapai pH netral.
 - c) Selanjutnya, arang yang telah diaktivasi dikeringkan dalam oven pada suhu 150°C , kemudian ditimbang untuk menentukan nilai rendemen.
 - d) Arang aktif yang diperoleh kemudian diuji standar mutunya dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06–3730-1995 yang mengatur persyaratan mutu dan metode pengujian arang aktif.
- b. Proses adsorpsi
- 1) Siapkan alat penyerapan sederhana berupa pipa atau paralon yang telah di modifikasi sepanjang 35 cm dengan diameter 9 cm seperti pada gambar.
 - 2) Pastikan karbon aktif cangkang sawit yang akan digunakan telah bersih dari kotoran.
 - 3) Masukkan karbon aktif cangkang sawit ke dalam alat sederhana dengan ketebalan 30 cm.
 - 4) Kemudian masukan air sampel dengan volume 1000 ml ke dalam alat sederhana.
 - 5) Karbon aktif cangkang sawit yang telah dimasukkan ke dalam alat sederhana dengan ketebalan 30 cm didetensikan dengan air yang mengandung besi (Fe) dalam waktu 100 menit.

- 6) Karbon aktif cangkang sawit yang telah dimasukkan kedalam alat sederhana dengan ketebalan 30 cm didetensikan dengan air yang mengandung besi (Fe) dalam waktu 120 menit.
- 7) Karbon aktif cangkang sawit yang telah dimasukkan kedalam alat sederhana dengan ketebalan 30 cm didetensikan dengan air yang mengandung besi (Fe) dalam waktu 140 menit.
- 8) Setelah 100, 120 dan 140 menit pertama buka kran pada alat tersebut, kemudian sampel air dialirkan ke dalam botol sampel yang telah disiapkan dan lakukan dengan masing-masing 3 kali pengulangan.
- 9) Kemudian bawa sampel air dengan botol sampel ke laboratorium untuk melakukan pemeriksaan kadar besi (Fe)



Gambar 3.1

Rancangan alat sederhana dengan sistem *batch*

Alat penyerapan (adsorpsi) dalam penjernihan air dengan sistem *batch* berfungsi untuk menghilangkan kontaminan terlarut seperti zat organik, logam berat, dan bahan kimia berbahaya lainnya dari air. Proses ini bekerja dengan memanfaatkan kemampuan bahan penyerap (adsorben) untuk mengikat

kontaminan pada permukaannya. Kapasitas pengolahan terbatas pada volume wadah penyerapan. Cocok untuk pengolahan air dengan volume kecil atau untuk kondisi yang berubah-ubah atau terpisah. Adsorben perlu diganti atau diregenerasi setelah setiap siklus atau beberapa siklus. Sedangkan alat dengan sistem kontinu air mengalir secara terus-menerus melalui alat penyerapan, dan proses penyerapan terjadi secara berkelanjutan, dan untuk volume pengolahan besar dan produksi massal.

E. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian ini adalah observasi melalui survei lapangan. Data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil survei di lapangan, sementara data sekunder dikumpulkan dari berbagai instansi pemerintah serta melalui kajian literatur.

1. Data Primer

Data primer merupakan informasi yang diperoleh secara langsung melalui pengumpulan data dari hasil eksperimen atau penelitian yang dilakukan secara langsung oleh peneliti.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang berasal dari sumber-sumber seperti artikel, jurnal, dan buku yang digunakan sebagai referensi atau acuan dalam penelitian.

F. Analisis Data

Pengukuran kadar besi (Fe) dilakukan menggunakan alat spektrofotometer dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Analisis data yang digunakan yaitu analisis univariat.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pengambilan sampel air bersih dilakukan di sekitar daerah RW 02/RT 03 Kelurahan Surau Gadang, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang. Ciri fisik air yang terlihat saat melakukan penelitian bewarna kuning kecoklatan, berbau tidak sedap dan timbul bercak-bercak kuning pada dinding kamar mandi, yang mana ciri-ciri air tersebut mengindikasikan bahwa air sumur gali di rumah warga tersebut mengandung kadar besi (Fe). Hal ini dikarenakan kombinasi faktor alami seperti kandungan mineral dalam tanah dan kondisi fisik air, serta faktor antropogenik seperti pencemaran dari limbah dan jarak sumur ke sumber pencemar, sehingga menyebabkan sumber air bersih yang digunakan warga menjadi bau dan berwarna. Penyerapan kadar besi menggunakan limbah cangkang sawit yang diolah menjadi karbon aktif dilakukan untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air bersih yang digunakan warga tersebut.

Pada penelitian ini konsentrasi awal kadar besi (Fe) pada air sumur gali yang didapatkan sebesar 0,260 mg/L. Saat melakukan penelitian, penulis membeli cangkang sawit yang sudah diolah menjadi karbon aktif dan siap digunakan untuk dijadikan sebagai media adsorben. Sebelum digunakan, karbon aktif cangkang sawit dipindahkan ke dalam wadah dan dicuci dengan air mengalir, tunggu hingga air tidak berwarna hitam karna masih ada kotoran dari arang tersebut. Kemudian siapkan alat sederhana dengan sistem *batch* berupa pipa yang telah di modifikasi. Masukkan karbon aktif cangkang sawit ke dalam alat sederhana sebanyak tiga buah. Masukkan air sampel sebanyak 1500 ml ke dalam alat dengan ketebalan 30 cm dan detensikan dengan variasi waktu 100, 120 dan 140 menit menggunakan media yang sama. Selanjutnya sampel dibawa ke UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat, untuk dilakukan pemeriksaan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang mengatur tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan pada persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, kadar Fe yang boleh terkandung dalam air untuk keperluan higiene sanitasi yaitu 0,2 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penurunan kadar besi (Fe) tersebut agar mencapai standar kualitas air yang telah ditetapkan dengan cara pemanfaatan limbah cangkang sawit. Hasil penurunan kadar besi (Fe) air sumur gali menggunakan karbon aktif cangkang sawit dengan variasi waktu detensi dan ketebalan yang sama dalam air.

Tabel 4.1
Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe)
pada air sumur gali

Ketebalan Cangkang Sawit (cm)	Waktu Detensi (menit)	Konsent rasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)			Rata-rata Penurunan	Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Fe (%)
			Pengulangan				
			1	2	3		
30 cm	100	0,260	0,142	0,067	0,080	0,0963	63,96%
	120		0,027	0,030	0,030	0,0290	88,85%
	140		0,025	0,027	0,025	0,0256	90,15%

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Fe mencapai hasil maksimum pada ketebalan karbon aktif 30 cm dengan waktu detensi 140 menit yaitu dengan rata-rata penurunan sebesar 0,0256 dengan persentase 90,15%.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini konsentrasi awal kadar besi (Fe) pada air sumur gali yang didapatkan sebesar 0,260 mg/L. Hal ini berarti bahwa kadar besi (Fe) yang

terkandung dalam air sumur tersebut tidak terlalu tinggi dan masih memenuhi syarat, karna standar baku mutu kesehatan lingkungan (SBMKL) kadar besi (Fe) maksimum pada air yaitu 0,2 mg/L. Saat melakukan penelitian, dikarenakan adanya keterbatasan alat dan bahan dalam proses penelitian, penulis membeli cangkang sawit yang sudah diolah menjadi karbon aktif dan siap digunakan untuk dijadikan sebagai media adsorben. Sebelum digunakan, karbon aktif cangkang sawit dipindahkan ke dalam wadah dan dicuci dengan air mengalir, tunggu hingga air tidak bewarna hitam karna masih ada kotoran dari arang tersebut.

Proses pengulangan saat perlakuan pada masing-masing waktu detensi terhadap sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan tujuan untuk meningkatkan konsistensi hasil pengukuran. Penelitian ini dilakukan dalam waktu tiga hari karena adanya pemberian waktu jeda saat pengulangan pada masing-masing variasi waktu detensi. Memberi waktu jeda ini bertujuan agar media yang digunakan dapat menghilangkan zat-zat yang teradsorpsi sebelumnya dan media adsorpsi kembali ke kondisi awal, sehingga hasil pengulangan tidak terpengaruh oleh sisa zat yang masih melekat pada permukaan adsorben, dan pori-pori permukaan adsorben dapat kembali efektif menangkap zat yang diujikan pada pengulangan berikutnya.

Kemampuan karbon aktif dari cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air menunjukkan hasil penurunan yang bervariasi tergantung pada waktu detensi yang sudah dilakukan yaitu 100, 120 dan 140 menit dengan ketebalan karbon aktif 30 cm. Volume air yang digunakan sebanyak 1.500 ml dan volume media adsorben yang didapatkan adalah 2.224 ml. Artinya, volume air yang akan diolah lebih kecil daripada volume media adsorben, hal ini memungkinkan air sepenuhnya berinteraksi dengan media adsorben. Volume media yang cukup besar akan memperlambat aliran dan meningkatkan kontak antara air dan karbon aktif.

Penurunan kadar Fe paling signifikan terjadi pada waktu detensi 140 menit, di mana konsentrasi akhir Fe rata-rata mencapai 0,0256 mg/L, yang berarti

mampu menurunkan kadar Fe dari 0,260 mg/L menjadi 0,0256 mg/L (90,15%). Sedangkan pada waktu detensi 100 dan 120 menit, konsentrasi akhir Fe menunjukkan hasil rata-rata sebesar 0,0963 dan 0,0290 mg/L dengan persentase penurunan 63,96% dan 88,85% . Hal ini bisa jadi disebabkan oleh batas deteksi alat atau metode pengukuran yang digunakan, sehingga nilai konsentrasi akhir yang sangat rendah tidak tercermin secara proporsional dalam persentase penurunan. Selain itu, kemungkinan terjadi kejenuhan adsorpsi pada karbon aktif setelah waktu tertentu, sehingga efektivitas penurunan kadar Fe tidak meningkat seiring waktu detensi yang lebih lama.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm efektif dalam menurunkan kadar Fe pada air, dengan waktu detensi optimal sekitar 140 menit untuk hasil terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut, karbon aktif cangkang sawit bekerja paling optimal dalam mengadsorpsi ion besi dari air. Hal ini mendukung potensi penggunaan karbon aktif cangkang sawit sebagai bahan adsorben ramah lingkungan dalam pengolahan air untuk mengurangi kontaminasi besi.

Sebuah penelitian dari Nurul Afiza tahun 2022 tentang kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali pada tahun 2022 dengan variasi waktu kontak selama 10, 20 dan 30 menit dengan ketebalan 30 cm. Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, yaitu untuk mengetahui besaran perbedaan sebelum dan sesudah pemanfaatan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur. Penelitian ini menunjukkan hasil pada waktu detensi 10 menit mampu menurunkan kadar besi dari konsentrasi awal sebesar 2,885 mg/L menjadi 0,519 (17,98%). Sedangkan pada waktu detensi 20 menit mampu menurunkan kadar besi dari konsentrasi awal sebesar 2,885 mg/L menjadi 1,260 (43,67%). Hasil maksimum terjadi pada waktu detensi 30 menit pada ketebalan karbon aktif 30 cm yaitu mampu menurunkan kadar besi dari konsentrasi awal sebesar 2,885 mg/L menjadi sebesar 1,998 mg/L(69,26%). Hal ini dikarenakan waktu detensi air yang

mengandung besi (Fe) dengan karbon aktif cangkang sawit lebih lama sehingga karbon dapat secara maksimal menurunkan Fe air sumur tersebut. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak antara air dan adsorben, semakin banyak ion besi yang terserap oleh karbon aktif.²⁰

Wicakso (2012) juga menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak selama proses adsorpsi menggunakan karbon aktif, semakin optimal proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang terserap dapat berlangsung. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan durasi kontak antara karbon aktif dan larutan akan memperkuat gaya adsorpsi molekul zat terlarut. Hal ini disebabkan oleh waktu kontak yang lebih panjang memberikan peluang lebih besar bagi molekul zat terlarut untuk berdifusi ke dalam permukaan serta pori-pori karbon aktif dan menempel pada permukaan adsorben tersebut.²¹

Karbon aktif cangkang sawit memiliki struktur pori yang sangat banyak dan luas permukaan yang besar, ini memungkinkan karbon aktif memiliki banyak tempat untuk menangkap dan menahan ion besi dalam air melalui proses adsorpsi. Ion besi (Fe) dalam air akan terikat pada permukaan karbon aktif melalui interaksi fisik dan kimia. Permukaan karbon aktif yang bermuatan dan adanya gugus fungsi tertentu memungkinkan terjadinya ikatan ionik atau kompleksasi dengan ion besi, sehingga ion besi tersebut teradsorpsi dan terperangkap di dalam pori-pori karbon aktif.²²

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 mengenai persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, kadar besi (Fe) yang diperbolehkan dalam air tersebut maksimal adalah 0,2 mg/L. Namun, dalam penelitian ini, hasil pengujian kadar Fe pada air sumur gali menunjukkan nilai sebesar 0,260 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar besi (Fe) yang terkandung dalam air sumur tersebut tidak terlalu tinggi dan masih memenuhi syarat, karena standar baku mutu kesehatan lingkungan (SBMKL) kadar besi (Fe) maksimum pada air yaitu 0,2 mg/L.

Berdasarkan besar penurunan dan efisiensi penurunan kadar besi (Fe) pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa karbon aktif cangkang sawit dapat digunakan sebagai media dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali. Masyarakat juga sangat mudah dalam mengaplikasikan di rumah tangga karena bahan yang digunakan mudah diperoleh dan mudah dilakukan dan tidak memakan banyak biaya. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang proses pengolahan yang lebih tepat dalam pemanfaatan limbah cangkang sawit sehingga penurunan Fe lebih maksimal. Penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak antara air dan karbon aktif sangat mempengaruhi efektivitas penurunan kadar kontaminan.

Titik lemah pada penelitian ini yaitu saat melakukan pengulangan pada proses pengulangan saat perlakuan pada masing-masing waktu detensi terhadap sampel adalah menggunakan karbon aktif cangkang sawit yang sama. Hal ini berpotensi menyebabkan perubahan karakteristik media, seperti penurunan kapasitas adsorpsi akibat kejenuhan atau perubahan fisik media selama proses. Sebaiknya media karbon aktif diganti dengan media baru pada setiap pengulangan. Dengan demikian, setiap pengulangan dilakukan dengan kondisi media yang seragam dan belum mengalami kejenuhan, sehingga hasil pengulangan menjadi lebih valid dan dapat dibandingkan secara objektif.

Selain itu penulis tidak membuat kontrol penelitian, kontrol ini berfungsi sebagai pembanding untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi secara alami tanpa pengaruh karbon aktif, sehingga dapat menilai efektivitas media adsorben secara lebih akurat. Sehingga tidak ada pembanding yang jelas untuk menilai efektivitas karbon aktif dalam proses adsorpsi. Untuk penelitian berikutnya sebaiknya tambahkan kontrol sampel untuk masing-masing waktu detensi tanpa menggunakan media adsorben dengan tujuan sebagai pembanding pada hasil penelitian.

Kemudian saat penelitian, sebaiknya diketahui debit porositas dari karbon aktif cangkang sawit yang digunakan karena bertujuan untuk menentukan seberapa

banyak air yang bisa mengalir dan berinteraksi dengan permukaan karbon aktif dalam waktu tertentu, sehingga mempengaruhi waktu detensi. Dengan mengetahui debit dan porositas, peneliti dapat mengontrol dan menstandarisasi kondisi aliran selama proses adsorpsi, memahami hubungan antara waktu detensi dengan kapasitas adsorpsi media serta mengoptimalkan desain dan penggunaan media karbon aktif untuk aplikasi praktis.

Secara fakta dan praktik di lapangan, waktu adsorpsi 100–140 menit memang relatif lama jika dibandingkan dengan kebutuhan air harian masyarakat yang biasanya ingin proses cepat dan praktis. Jika masyarakat harus menunggu hingga 2 jam lebih, hal ini bisa menjadi kendala dalam praktik sehari-hari, terutama jika volume air yang disaring cukup besar atau kebutuhan air mendesak. Namun, jika alat dirancang agar bisa bekerja secara otomatis, masyarakat bisa tetap beraktivitas sambil menunggu air teradsorpsi. Untuk implementasi di masyarakat, perlu dirancang alat yang efisien agar waktu detensi tidak menghambat aktivitas sehari-hari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm dalam menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dengan variasi waktu kontak 100, 120, dan 140 menit, dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 100 menit sebesar 0,0963 (63,96%)
2. Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 120 menit sebesar 0,0290 (88,85%)
3. Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 30 cm untuk menurunkan kadar besi (Fe) pada air sumur gali dalam waktu 140 menit sebesar 0,0256 (90,15%)

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran yang penulis ajukan sebagai perbaikan untuk penelitian kedepannya. Adapun saran tersebut adalah sebagai berikut:

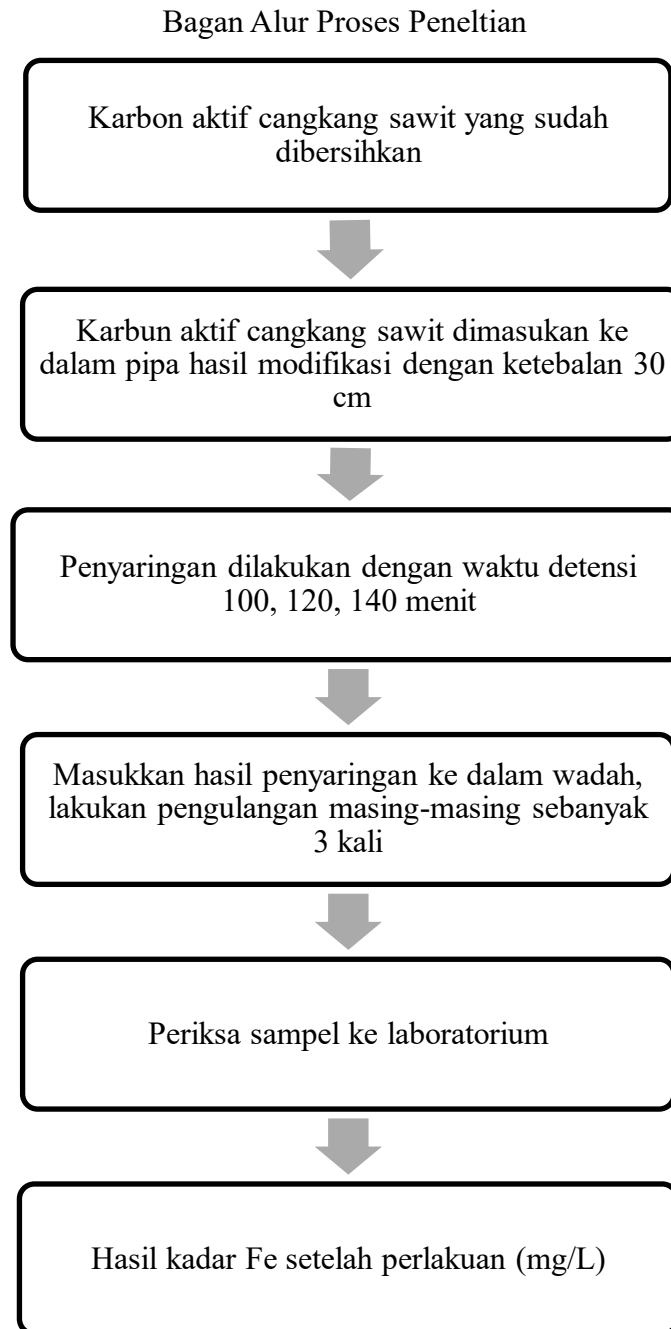
1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memanfaatkan limbah cangkang sawit sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan kadar besi dalam air.
2. Disarankan untuk menambahkan variasi waktu detensi yang lebih singkat untuk melihat pola kecepatan proses penyerapan adsorpsi secara lebih lengkap.
3. Disarankan untuk menambah variasi ketebalan media adsorben untuk melihat pengaruh ketebalan terhadap kapasitas adsorpsi dan waktu detensi, sehingga diperoleh kondisi optimum yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. Sni 19-6782.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya Bagian 1 : Sumber Daya Air Spasial. Sni 19-67281-2002 No. 2(1):25–31.
2. Majdi M, Sholehah H. Pemetaan Kandungan Escherichia Coli Pada Sumur Gali Menggunakan Geographic Information System (Gis) Di Wilayah Kerja Puskesmas Masbagik Baru Kabupaten Lombok Timur. 2020;1(2):79–89.
3. Zamrodah Y. Penyediaan Air Bersih Di Indonesia. Vol. 15. 2016. 1–23 P.
4. Nurul A, Rudi S. Karbon Aktif Dalam Penurunan Tingkat Kekeruhan , Fe Dan Mn Air Bersih Di Rawa Makmur Kota Bengkulu. 2022.
5. Hapsari D. Kajian Kualitas Sumur Gali. J Sains Dan Teknol Lingkung. 2015;7(1):1–17.
6. Muke Cm, Armus R, Aminah S. Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan Pengaruh Variasi Ketebalan Media Filtrasi Terhadap Penurunan. 2024;15(2):33–43.
7. Fadhillah M, Wahyuni D. Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis) Dalam Proses Filtrasi Air Sumur. J Kesehat Komunitas (Journal Community Heal. 2016;3(2):93–8.
8. Terisnadi N. R. Efektivitas Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Absorben Untuk Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur Desa Batuah. J Enviro Sci. 2021;17(2):21–9.
9. Viena V, Bahagia B, Afrizal Z. Produksi Karbon Aktif Dari Cangkang Sawit Dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan Ph Air Sumur. J Serambi Eng. 2019;5(1).
10. Pontororing, Mei, dkk. Universitas M, Ratulangi S. Uji Kualitas Air Bersih Dari Pt . Air Manado Berdasarkan Parameter Biologi Dan Fisik Di Kelurahan Batu Kota J Kesmas. 2019;8(6):484–92.
11. Ardi Isnanto B. Evaluasi Ketersediaan Kebutuhan dan Penanggulanagn Air Bersih di Dusun Lokki, Desa Lokki. Detikproperti. 2023;9:119–21.
12. Suryani As. Pembangunan Air Bersih Dan Sanitasi Saat Pandemi Covid-19. Aspir J Masal Sos. 2020;11(2):199–214.
13. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Undang Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peratur Pelaks Peratur Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehat Lingkung. 2023;1–179.
14. Saputra Hm, Sari M, Purnomo T, Suhartawan B, Asnawi I, Palupi If, Et Al. Parameter Kualitas Air. Pt.Suri Tani Pemuka. 2023. 258 P.
15. Pipit Muliyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu T. Getsempena English Education Journal. 2020;7(2).

16. Fahnur H, Mawardi R, Nurdin Mi, Widiyanti E. Daya Serap Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Pada Proses Filtrasi Pengolahan Air (Adsorption Power Of Palm Shell Activated Carbon (*Elaeis Guineensis*) In The Filtration Process Of Water Treatment). 2024;17(02).
17. Permana E, Lasmana Tarigan I, Riski Gusti D, Lestari I. Analisis Mutu Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Larutan Aktifator $ZnCl_2$. J Teknol. 2020;12(2):170–5.
18. Febriana Ni. Perbedaan Kadar Besi dan Mangan Air Sumur Gali Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Metode Cascade Aerator. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. 2016.
19. Farida A , Fina M , Wartomo. Aplikasi Metode Aktivasi Fisika Dan Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa. Indonesia Journal Of Laboratory. 2022;5(2):90–7.
20. Permana E, Lasmana Tarigan I, Riski Gusti D, Lestari I. Analisis Mutu Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Menggunakan Larutan Aktifator $ZnCl_2$. J Teknol. 2020;12(2):170–5.
21. Safrinda, Harimu L, Ratna. Pengaruh Penambahan -2 Aminomethyl Pyridine Pada Kompositsilika Dan Karbon Aktif Dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Logam Pb^{2+} Dan Cu^{2+} . J Ilmu Kim Dan Pendidik Kim 2022;11(2):109–17.
22. Purwanti. Uji Efektivitas Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Dan Cangkang Sawit Sebagai Absorben Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali Di Desa Bakaran Batu Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang. 2016;1–23.

Lampiran 1. Bagan Alur Proses Penelitian



Lampiran 2 Surat Izin Penelitian



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Padang
Jalan Sumpang Fordok Kopo, Nanggalo
Padang, Sumatera Barat 25146
☎ 0751 7058128
🌐 <http://www.poltekkes-pdg.ac.id/>

Nomor : PP.03.01/F-XXXIX/2709/2025
Lamp : -
Penihal : Izin Penelitian

Padang, 23 Mei 2025

Kepada Yth.
Camat Nanggalo
Kota Padang

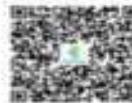
Sesuai dengan tuntutan Kurikulum Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang, Mahasiswa Tingkat Akhir Program Studi D3 Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Kemenkes Poltekkes Padang diwajibkan untuk membuat suatu penelitian berupa Tugas Akhir, lokasi penelitian mahasiswa tersebut adalah di tempat yang Bapak / Ibu pimpin.

Sehubungan dengan hal tersebut kami mohon kesedian Bapak/ Ibu untuk dapat memberi izin mahasiswa kami untuk melakukan penelitian. Adapun mahasiswa tersebut adalah :

Nama	: Selby Dettia Karina
NIM	: 221110155
Judul Penelitian	: Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gall
Tempat Penelitian	: Kelurahan Surau Gadang
Waktu	: 23 Mei s.d. 23 Agustus 2025

Demikianlah kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama Bapak/ Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur Kemenkes Poltekkes Padang,



RENIDAYATI, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa

Tembusan :
1. Lurah Surau Gadang
2. Ketua RT / RW
3. Arsip

Kementerian Kesehatan tidak menerbitkan surat/stamp fisik dalam bentuk apapun. Jika terdapat foto tembusan atau gambar stempel fisik dalam bentuk apapun, maka surat/stamp tersebut adalah palsu. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman <https://as.blu.kemkes.go.id/yatib-PDI>.



Dokumen ini telah diterbitkan secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Badan Besar Sertifikasi Elektronik (BS-CE), Badan Siber dan Sandi Negara

Lampiran 3. Hasil Uji Laboratorium Kadar Fe Sebelum Perlakuan



DINAS KESEHATAN PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT
Jl. Gajah Mada (Dukung Pengkar) Padang Telp. 0751-7054023, Fax. 0751-41027



LAPORAN HASIL UJI

Nomor LHU	: 22515 / LHU / LK-SB / V / 2025	
Nama Pelanggan	: Selby Detha Kartna	
Alamat	: Pondok Kopi 4 No. 6 Sitaba	
Telp / Fax	: 0887742591024	
Personil yang di hubungi	: -	
Jenis Sampel	: Air Higien Sanitasi	Volume Sampel : 500 ml
Nomor Sampel	: L.1919	Wadah : Botol kaca
Tanggal Pengambilan	: 05 Mei 2025	
Tanggal Penerimaan	: 05 Mei 2025	
Tanggal Pengujian	: 05 Mei 2025	
Kondisi Sampel	: Memenuhi	

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan	Spesifikasi Metoda
		L.1919	(kadar maksimum)		
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,260	0,2	mg/L	SNI 6989.84:2019

Kode Sampel :
L. 1919 : Air Bersih Sumur - Jalan Sosiologi, Sitaba

Catatan:

1. Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seijin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
4. Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LHU.
5. Baku Mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
6. ✓ : Parameter Lingkup Akreditasi ISO/IEC 17025:2017.
7. Tanda (-) menunjukkan batas deteksi metoda.
8. PPC oleh Customer.
9. (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

Padang, 20 Mei 2025

Penanggung Jawab Pelaksana Laboratorium Kesehatan Masyarakat



Adh Hartono, SKM, M.Pd
NIK 196907291903001

F-7.8.1-LK-SB Rev : 1
Diterbitkan Tanggal : 01 April 2021

20 Mei 2025 11:57:50

Lampiran 4. Hasil Uji Laboratorium Kadar Fe Setelah Perlakuan



DINAS KESEHATAN PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT
 Jl. Gajah Mada (Gunung Panglun) Padang Telp.: 0751-7054023. Fax.: 0751-41927



LAPORAN HASIL UJI

Nomor LHU	: 22755 / LHU / LK-SB / VI / 2025	
Nama Pelanggan	: Selby Dettia Karina	
Alamat	: Pondok Kopi 4 No. 6 Sirebu	
Telp / Fax	: 0887742591024	
Personil yang di hubungi	: -	
Jenis Sampel	: Air Higien Sanitasi	Volume Sampel : 500 ml
Nomor Sampel	: L.2265	Wadah : Botol kaca
Tanggal Pengambilan	: 21 Mei 2025	
Tanggal Penerimaan	: 21 Mei 2025	
Tanggal Pengujian	: 21 Mei 2025	
Kondisi Sampel	: Memenuhi	

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu (kadar maksimum)	Satuan	Spesifikasi Metoda
		L.2265			
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,142	0,2	mg/L	SNi 6989.84:2019

Kode Sampel :
 L. 2265 : Air Bersih Sumur - Q1 (Penyaringan, 100 menit)

Catatan:

- Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
- Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
- Laporan hasil uji ini tidak boleh digunakan, kecuali secara lengkap dan sejin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
- Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LHU.
- Baku Mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
- v : Parameter Lingkup Akreditasi ISO/IEC 17025:2017.
- Tanda (<) menunjukkan batas deteksi metoda.
- PPC oleh Customer.
- (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

Padang, 10 Juni 2025

Pemimpin Laboratorium Kesehatan Masyarakat



M. Biomed
 0992031003



10 Juni 2025 14:36:08

F-7.8.1-LK-SB Rev : 1
 Diterbitkan Tanggal : 01 April 2021



Nomor LHU	: 22746 / LHU / LK-SB / VI / 2025
Nama Pelanggan	: Solby Dertina Karina
Alamat	: Pondok Kipi 4 No. 6 Sitaba
Telp / Fax	: 0887742591824
Personil yang di hubungi	: -
Jenis Sampel	: Air Higienis Sanitasi
Nomor Sampel	: L.2317
Tanggal Pengambilan	: 21 Mei 2025
Tanggal Penerimaan	: 21 Mei 2025
Tanggal Pengujian	: 21 Mei 2025
Kondisi Sampel	: Memenuhi

No	Parameter	Hasil Uji	Batas Maksimum (Kadar maksimum)	Satuan	Spesifikasi Metode
		L.2317			
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,067	0,2	mg/L	SNi 6989.84:2019

Catatan:

1. Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
3. Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seijin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
4. Laboratorium melayani pengaduan/complain maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal L.H.U.
5. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
6. V : Parameter Lingkup Akreditasi ISO/IEC 17025:2017.
7. Tanda (<) menunjukkan batas deteksi metoda.
8. PPC oleh Customer.
9. (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

 06 Juni 2025
Pengantar Jarak Teknika... Sistem Kuesha...
Adi Hartono, S.K.M., Biomed...
DINAS RESEKAT

F-7.8.1-LK-SB Rev: 1
Diterbitkan Tanggal: 01 April 2021

10 June 2025 13:56:52



DINAS KESEHATAN PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT

Jl. Gajah Mada (Gunung Panglun) Padang Telp.: 0751-7054023, Fax: 0751-41927



LAPORAN HASIL UJI

Nomor LHU : 22744 / LHU / LK-SB / VI / 2025
Nama Pelanggan : Selby Dettia Karina
Alamat : Pondok Kopi 4 No. 6 Sireha
Telp / Fax : 0887742591024
Personil yang di hubungi :
Jenis Sampel : Air Higienis Sanitasi
Nomor Sampel : L.2320
Tanggal Pengambilan : 21 Mei 2025
Tanggal Pemeriksaan : 21 Mei 2025
Tanggal Pengujian : 21 Mei 2025
Kondisi Sampel : Memenuhi
Volume Sampel : 500 ml
Wadah : Botol kaca

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu	Satuan	Spesifikasi Metoda
		L.2320	(kadar maksimum)		
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,080	0,2	mg/L	SNJ 6989.44-2019

Kode Sampel :
L. 2320 : Air Bersih Sumur - Q53(Penyaringan 2, 100 menit)

Catatan:

- Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
- Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
- Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seijin tertulis dari UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
- Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LHU.
- Baku Mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
- ✓ : Parameter Lingkup Akreditasi ISO/IEC 17025:2017
- Tanda (<) menunjukkan batas deteksi metoda.
- PPC oleh Customer.
- (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

Padang, 10 Juni 2025
Penanggung Jawab Teknik Laboratorium Kesehatan Masyarakat



Andi Hartono, S.K.M., M. Biomed

NIDN 00000201992031003



DINAS KESEHATAN PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT

Jl. Gajah Mada (Dusun Pangkur) Padang Telp.: 0751-7054023, Fax.: 0751-41827

LAPORAN HASIL UJI



Nomor LHU : 22782 / LHU / LK-SB / VI / 2025
Nama Pelanggan : Selby Dettia Karina
Alamat : Pondok Kopi 4 No. 6 Sitaba
Telp / Fax : 0887742591024
Personil yang di hubungi : -
Jenis Sampel : Air Higienis Sanitasi
Nomor Sampel : L.2385-2387
Volume Sampel : 500 ml
Tanggal Pengambilan : 22 Mei 2025
Wadah : Botol kaca
Tanggal Penerimaan : 22 Mei 2025
Tanggal Pengujian : 22 Mei 2025
Kondisi Sampel : Memenuhi

No	Parameter	Hasil Uji			Baku Mutu (kadar maksimum)	Satuan	Spesifikasi Metoda
		L.2385	L.2386	L.2387			
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,0254	0,0279	0,0253	0,2	mg/L	SNI 6989.84:2019

Kode Sampel :

- L. 2385 : Air Bersih Sumur - A1 (Penyaringan 1, 140 mesh)
- L. 2386 : Air Bersih Sumur - A2 (Penyaringan 2, 140 mesh)
- L. 2387 : Air Bersih Sumur - A3 (Penyaringan 3, 140 mesh)

Catatan:

- Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
- Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
- Laporan hasil uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan sejinis terdapat dari UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
- Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LHU.
- Baku Mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
- ✓ : Parameter Lingkup Akreditasi ISO/IEC 17025:2017.
- Tanda (<) menunjukkan batas deteksi metoda.
- PPC oleh Customer.
- (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

Padang, 17 Mei 2025

Pesanggung Jawab Teknis Laboratorium Kesehatan Masyarakat

Adi Hartono, S.K.M., N. 000000
NIP. 196907291990001





DINAS KESEHATAN PROVINSI SUMATERA BARAT
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN
PROVINSI SUMATERA BARAT

Jl. Gajah Mada (Jorong Pangkur) Padang Telp. 0751-7054023, Fax. 0751-41827

LAPORAN HASIL UJI



Nomor LRU : 22783 / LRU / LK-SB / VI / 2023
Nama Pelanggan : Selby Dettla Kartika
Alamat : Pondok Kopi 4 No. 6 Sibela
Telp / Fax : 0887742591024
Personil yang di hubungi : -
Jenis Sampel : Air Higienis Sanitasi
Nomor Sampel : L.2382-2384
Tanggal Pengambilan : 22 Mei 2023
Tanggal Pemeriksaan : 22 Mei 2023
Tanggal Pengujian : 22 Mei 2023
Keadaaan Sampel : Menenuhi

Volume Sampel : 500 ml
Wadah : Botol kaca

No	Parameter	Hasil Uji			Baku Mutu (Baku maksimum)	Satuan	Spesifikasi Metode
		L.2382	L.2383	L.2384			
1.	Besi (Fe) ✓ terlarut	0,0273	0,0302	0,0302	0,3	mg/L	SN 6889-84:2019

Kode Sampel :

- L. 2382 : Air Bersih Sumur - R1 (Penyaringan 1, 120 menit)
L. 2383 : Air Bersih Sumur - R2 (Penyaringan 2, 120 menit)
L. 2384 : Air Bersih Sumur - R3 (Penyaringan 3, 120 menit)

Catatan:

- Hasil uji hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
- Laporan hasil uji ini terdiri dari 1 halaman.
- Laporan hasil uji ini tidak boleh dipinjamkan, harus segera lengkap dan arsipkan terdapat di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Barat.
- Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 1 (satu) minggu terhitung dari tanggal LRU.
- Baku Mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.2 Tahun 2023.
- ✓ : Parameter Lingkup Akreditasi ISO-IEC 17025:2017.
- Tanda (-) menunjukkan hasil di luar metode.
- PPC oleh Customer.
- (*) Parameter lapangan diuji di Laboratorium.

Padang, 17 Juni 2023

Petanggung Jawab Teknik Laboratorium Kesehatan Masyarakat

Adi Hartono, S.M.
NIP. 1969072



Lampiran 5. Hasil Pengolahan Data

1. Rata-rata penurunan

$$= \frac{\text{Pengulangan 1} + \text{pengulangan 2} + \text{pengulangan 3}}{3}$$

2. Persentasi

$$= \left(\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Mean}}{\text{Konsentrasi awal}} \right) \times 100 \%$$

3. Hasil

a. Waktu 100 menit

$$\text{Mean} = \frac{0,142 + 0,067 + 0,080}{3} = \frac{0,289}{3} = 0,0963$$

$$\text{Persentasi} = \left(\frac{0,260 - 0,096}{0,0260} \right) \times 100 \% = 63,96\%$$

b. Waktu 120 menit

$$\text{Mean} = \frac{0,027 + 0,030 + 0,030}{3} = \frac{0,087}{3} = 0,0290$$

$$\text{Persentasi} = \left(\frac{0,260 - 0,029}{0,0260} \right) \times 100 \% = 88,85\%$$

c. Waktu 140 menit

$$\text{Mean} = \frac{0,025 + 0,027 + 0,025}{3} = \frac{0,077}{3} = 0,0256$$

$$\text{Persentasi} = \left(\frac{0,260 - 0,025}{0,0260} \right) \times 100 \% = 90,15\%$$

4. Hitung Volume Media Adsorben

Diameter $d = 9 \text{ cm}$

Tinggi penampang $h = 35 \text{ cm}$

Volume silinder :

$$V_m = \pi \times \left(\frac{d}{2} \right)^2 \times h$$
$$V_m = 3.1416 \times (4.5)^2 \times 35 = 3.1416 \times 20.25 \times 35 = 2224.1 \text{ cm}^3$$

$2224.1 \text{ cm}^3 = 2224 \text{ ml}$ (karena $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$).

Lampiran 6. Dokumentasi



Air sumur yang mengandung kadar Fe



Alat dan bahan yang digunakan



Rancangan alat sederhana untuk proses adsorpsi air yang mengandung Fe



Karbon aktif cangkang sawit yang sudah dibersihkan



Proses memasukkan karbon aktif cangkang sawit ke dalam rancangan alat sederhana



Proses memasukkan sampel air ke dalam rancangan alat sederhana yang sudah berisi karbon aktif cangkang sawit



Proses penampungan sampel yang sudah dideteksi dengan waktu ke dalam wadah sampel



Proses pemberian label pada wadah sampel air



Hasil sampel air setelah dilakukan perlakuan



Hasil sampel air yang akan di uji laboratorium

Lampiran 7. Lembar Konsultasi



KEMENTERIAN KESEHATAN POLTEKKES PADANG
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
JL. SIMPANG PONDOK KOPI NANGGALO-PADANG

LEMBAR
KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Selby Dettia Karina
NIM : 221110155
Program Studi : D3 Sanitasi
Pembimbing I : Mukhlis, MT
Judul Tugas Akhir : Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Kamis/12 Jun 2025	Konsultasi tentang hasil uji laboratorium (data awal praktikum)	<i>Mukhlis</i>
II	Kamis/19 Jun 2025	Bimbingan tentang cara pengalutan data pada BAB 4	<i>Mukhlis</i>
III	Jumat/20 Jun 2025	Perbaikan kalimat paragraf pada BAB 4	<i>Mukhlis</i>
IV	Jumat/20 Jun 2025	Bimbingan tentang hasil pengalutan data pada BAB 4	<i>Mukhlis</i>
V	Jumat/20 Jun 2025	Bimbingan tentang pembahasan pada awal pengalutan data	<i>Mukhlis</i>
VI	Senin/23 Jun 2025	Memeriksa pembahasan pada BAB 4	<i>Mukhlis</i>
VII	Senin/23 Jun 2025	Memeriksa hasil dan pembahasan dari hasil pengalutan data	<i>Mukhlis</i>
VIII	Selasa/24 Jun 2025	AGC	<i>Mukhlis</i>

Padang, Juni 2025
Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi

Lindawati

Lindawati, SKM, M.Kes
NIP.19750613 200012 2 002



KEMENTERIAN KESEHATAN POLTEKKES PADANG
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
JL. SIMPANG PONDOK KOPI NANGGALO-PADANG

LEMBAR
KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Selby Dettia Karina
NIM : 221110155
Program Studi : D3 Sanitasi
Pembimbing II : Dr. Wijayantono, S.KM, M.Kes
Judul Tugas Akhir : Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dengan Variasi Waktu Detensi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Senin / 15 Juni 2025	Konsultasi tentang hasil uji Laboratorium Cetak awal penelitian	
II	Senin / 16 Juni 2025	Pembahasan penelitian pada BAB 1	
III	Selasa / 17 Juni 2025	Mengembangkan paragraf pada pembahasan	
IV	Rabu / 18 Juni 2025	Pembahasan tabel hasil pengolahan data.	
V	Kamis / 19 Juni 2025	Menyusun kalimat pada BAB 4 dan BAB 5	
VI	Jumat / 20 Juni 2025	Pembahasan pada diagram alir penelitian	
VII	Senin / 23 Juni 2025	Menyusun kalimat hipotesis dan pendahuluan dari BAB 1 - BAB 3	
VIII	Selasa / 24 Juni 2025	ACC	

Padang, Juni 2025
Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi

Lindawati, SKM, M.Kes
NIP.19750613 200012 2 002

TUGAS AKHIR selby.docx

ORIGINALITY REPORT

9%	8%	4%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang Student Paper	1%
2	journal.poltekkes-mks.ac.id Internet Source	1%
3	repositoryperpustakaanpoltekkespadang.site Internet Source	1%
4	eprints.poltekkesjogja.ac.id Internet Source	1%
5	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1%
6	Submitted to Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	<1%
7	repository.upi.edu Internet Source	<1%
8	Fitria Fatma. "ANALISIS PERBEDAAN KADAR BESI (Fe) MENGGUNAKAN SERBUK CANGKANG TELUR PADA AIR SUMUR GALI", Human Care Journal, 2022 Publication	<1%
9	Submitted to iGroup Student Paper	<1%
10	repository.itsb.ac.id Internet Source	<1%
11	Robert H. Kadlec. "Treatment Marshes for Runoff and Polishing", Routledge, 2019 Publication	<1%