

TUGAS AKHIR

**KEMAMPUAN *MANGANESE GREENSAND* DAN KARBON
AKTIF CANGKANG SAWIT DALAM MENURUNKAN
KADAR MANGAN (Mn) PADA AIR SUMUR GALI
TAHUN 2025**



LANA AMELIA

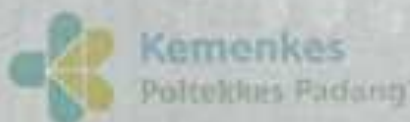
NIM. 221110097

**PRODI D3 SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
POLTEKKES KEMENKES PADANG
2025**

TUGAS AKHIR

**KEMAMPUAN *MANGANESE GREENSAND* DAN KARBON
AKTIF CANGKANG SAWIT DALAM MENURUNKAN
KADAR MANGAN (Mn) PADA AIR SUMUR GALI
TAHUN 2025**

Diajukan ke Program Studi Diploma 3 Sanitasi Poltekkes Kemenkes Padang
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Ahli Madya Kesehatan



LANA AMELIA

NIM. 221110097

**PRODI D3 SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN
POLTEKKES KEMENKES PADANG
2025**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir "*Kemampuan Manganese Greensand Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Tahun 2025*"

Disusun Oleh :

NAMA : LANA AMELIA

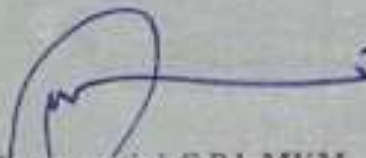
NIM : 221110097

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal
15 Juli 2025

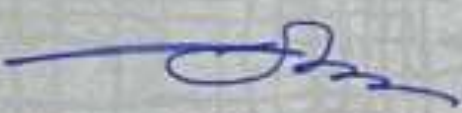
Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

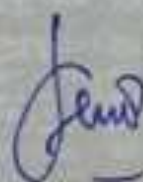


Dr. Irmawartini, S.Pd, MKM
NIP. 19710817 199403 2 002



R. Firwandri Marza, SKM, M.Kes
NIP. 19650604 198903 1 009

Padang, 15 Juli 2025
Ketua Prodi Diploma Tiga Sanitasi



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

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

"KEMAMPUAN *MANGANESE GREENSAND* DAN KARBON AKTIF
CANGKANG SAWIT DALAM MENURUNKAN KADAR MANGAN (Mn)
PADA AIR SUMUR GALITAHUN 2025"

Disusun Oleh:

LANA AMELIA

NIM. 221110097

Telah dipertahankan dalam seminar di depan Dewan Penguji.

Pada Tanggal: 18 Juli 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,

Awaluddin, S.Sos, M.Pd

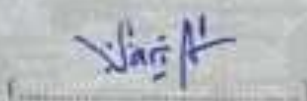
NIP. 19600810 198302 1 004



Anggota,

Sari Arlinda, SKM, MKM

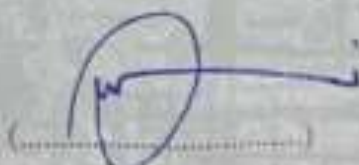
NIP. 19800902 200501 2 004



Anggota,

Dr. Irmawartini, S.Pd, MKM

NIP. 19710817 199403 2 002



Anggota,

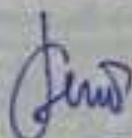
R. Firwandri Marza, SKM, M.Kes

NIP. 19650604 198903 1 009



Padang, 18 Juli 2025

Ketua Prodi Diploma Tiga Sanitasi



Lindawati, SKM, M.Kes

NIP. 19750613 200012 2 002

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. IDENTITAS DIRI

Nama : Lana Amelia
Tempat / tanggal lahir : Pasar Usang/ 09 April 2004
Alamat : Bulakan, Jorong Jambu
Status keluarga : Anak
No.Telp / HP : 085374399520
E-mail : laneamalia37@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Edy Yanuar
Ibu : Elly Sofia

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Pendidikan	Tahun Lulus	Tempat
1.	TK Tunas Harapan Bangsa	2009 - 2010	Padang Pariaman
2.	SDN 18 Saok Laweh	2010 - 2016	Solok
3.	MTs Muhammadiyah Cupak	2016 - 2019	Solok
4.	SMAN 1 Gunung Talang	2019 - 2022	Solok
5.	Kemenkes Poltekkes Padang	2022 - 2025	Padang

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Lana Amelia

NIM : 221110097

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lana', with a long horizontal stroke extending to the right.

Tanggal : 18 Juli 2025

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama lengkap : Lana Amelia
NIM : 221110097
Tempat/Tanggal lahir : Pasar Usang/09 April 2004
Tahun Masuk : 2022
Nama Pembimbing Akademik : Dr. Aidil Onasis, SKM, M.Kes
Nama Pembimbing Utama : Dr. Irmawartini, S.Pd, MKM
Nama Pembimbing Pendamping : R. Firwandri Marza, SKM, M.Kes

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan hasil Karya Ilmiah saya, yang berjudul:

"Kemampuan *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Tahun 2025"

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Padang, 18 Juli 2025



Lana Amelia

NIM.221110097

**HALAMAN PENYERAHAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Lana Amelia
NIM : 221110097
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Kesehatan Lingkungan

Demi 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 *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Tahun 2025”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneksklusif* ini Kemenkes Poltekkes Padang berhak menyimpan, mengalih media / 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 : 18 Juli 2025

Yang menyatakan,

(Lana Amelia)

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA SANITASI
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**

**Tugas Akhir, Juli 2025
Lana Amelia**

**Kemampuan *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit
Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Tahun 2025**

ABSTRAK

Air sumur gali merupakan salah satu sumber air yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari. Namun, beberapa sumur gali di daerah Jorong Jambu, Kabupaten Solok, menunjukkan kualitas air yang tidak memenuhi syarat, salah satunya karena tingginya kandungan mangan (Mn). Paparan mangan yang melebihi batas dapat berdampak buruk seperti gangguan sistem saraf, gangguan estetika pada pakaian, peralatan rumah tangga dan pada lantai kamar mandi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan pada air sumur gali.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan one group pretest-posttest desain untuk mengetahui besaran perbedaan sebelum dan sesudah penyaringan menggunakan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan pada air sumur dengan ketebalan media 40 cm. Penelitian dilaksanakan pada Januari–Juni 2025 di Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh, Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok. Objek penelitian adalah air sumur gali yang mengandung mangan. Sampel diperoleh dengan teknik purposive sampling, dengan mengambil sampel air yang memiliki hasil pengukuran kadar mangan yang paling tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan *manganese greensand* dalam menurunkan kadar Mangan sebesar 29,79%. Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mangan sebesar 76,32%. Sedangkan kemampuan kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mangan sebesar 89,79%.

Diharapkan masyarakat dapat menerapkan metode ini sebagai alternatif pengolahan air sederhana, terutama di daerah yang memiliki permasalahan serupa. Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh peneliti selanjutnya agar menambahkan ketebalan media untuk mendapatkan hasil penurunan kadar Mn yang lebih baik.

xvi + 56 Halaman, 36 (2007-2025) Daftar Pustaka, 4 Lampiran, 6 Gambar, 6 Tabel
Kata kunci : *Manganese Greensand*, Karbon Aktif, Mangan(Mn)

**DIPLOMA THREE SANITATION STUDY PROGRAM
ENVIRONMENTAL HEALTH DEPARTMENT**

**Final Project, July 2025
Lana Amelia**

**The Ability of Manganese Greensand and Palm Shell Activated Carbon in
Reducing Manganese (Mn) Levels in Dug Well Water in 2025**

ABSTRACT

Dug well water is one of water sources which is widely used by the community for daily need. However, most of dug well on Jorong Jambu Saok Laweh, Solok Regency, showed the water quality does not fulfill the requirements of health standards. One of them is due to high manganese content. The exposure of manganese that exceeds the limit can cause adverse effects, such as; nervous system disorders, aesthetic disorders of clothing, household appliances, and bathroom floor. This study aims to determine the ability of manganese greensand media and palm shell activated carbon to reduce manganese levels in dug well water.

This type of research is an experiment with one group pretest-posttest design, to determine the magnitude the difference before and after filtration, using manganese greensand and palm shell activated carbon in reducing manganese levels in dug well water, with media thickness of 40 centimeters. The research was conducted in January- June 2025 on Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh, Kubung District, Solok Regency. The object of the research was dug well water containing manganese. Samples were obtained using purposive sampling technique, by taking water sampling that had the highest manganese levels.

The results of the study showed that ability of the manganese greensand to reduce manganese levels by 29,79%. The ability of palm shell activated carbon to reduce manganese levels by 76,32%. Meanwhile, the ability of combination of manganese greensand and palm shell activated carbon to reduce Manganese levels by 89,79%.

It will be expected that the community can apply this method as alternative to simple water treatment, especially in area that have similar problems. In addition, this study can be used as a reference by further researchers to add media thickness to obtain better Mn reduction results.

xvi + 56 Pages, 36 (2007-2025) References, 4 Appendices, 6 Figures, 6 Tables
Keywords: Manganese Greensand, Activated Carbon, Manganese(Mn)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya Kesehatan Program Studi D3 Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang. Tugas Akhir ini terwujud atas bimbingan dan pengarahan dari Ibu Dr. Irmawartini, S.Pd, MKM selaku pembimbing utama dan Bapak R.Firwandri Marza, SKM, M.Kes selaku pembimbing pendamping serta bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Renidayati, S.Kp, M.Kep, Sp.Jiwa selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Padang
2. Bapak Dr. Muchsin Riviwanto, SKM, M.Kes selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang
3. Ibu Lindawati, S.KM, M.Kes Selaku Ketua Program Studi D3 Sanitasi Poltekkes Kemenkes Padang
4. Bapak Dr. Aidil Onasis, SKM, M.Kes Selaku Dosen pembimbing Akademik
5. Bapak Awaluddin, S.Sos, M.Pd Selaku Ketua Dewan Penguji Tugas Akhir
6. Ibu Sari Arlinda, SKM, MKM Selaku Anggota Penguji 1
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Padang
8. Teristimewa untuk kedua orang tua tercinta, Ayah Edy Yanuar, S.Pd dan Ibuk Elly Sofia, S.Pd panutan serta kebanggaan penulis. Terima kasih atas limpahan kasih sayang, doa yang tak pernah putus, materi, motivasi, nasehat, perhatian serta pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
9. Keluarga penulis, nenek, kakak, abang, dan adik yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral

10. Teman-teman dekat penulis serta teman-teman seperjuangan D3 Sanitasi BP 22 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini

Akhir kata, penulis berharap berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang, 20 Januari 2025

LA

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	vi
HALAMAN PENYERAHAN TUGAS AKHIR	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Ruang Lingkup Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 8
A. Air Bersih.....	8
B. Sumber Air Bersih	8
C. Sumur Gali.....	12
D. Persyaratan Air Bersih	14
E. Peranan Air Bagi Kehidupan	15
F. Peranan Air dalam Penyebaran Penyakit.....	16
G. Pencemaran Air.....	18
H. Mangan dalam air	21
I. Dampak Mangan (Mn) terhadap Kesehatan	21
J. Teknik Peningkatan Kualitas Air	22
K. Filtrasi.....	28
L. Adsorpsi.....	28
M. Media Filter	29

N. Alur Pikir	32
O. Definisi Operasional	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis Penelitian	34
B. Waktu dan Tempat Penelitian	34
C. Objek Penelitian.....	34
D. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	36
E. Pelaksanaan Penelitian.....	36
F. Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Gambaran Umum Lokasi.....	40
B. Hasil.....	40
C. Pembahasan	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
A. Kesimpulan	56
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Manganese Greensand</i> (Pasir Mangan).....	24
Gambar 2.2 Karbon Aktif Cangkang Sawit.....	25
Gambar 2.3 Alur Pikir.....	32
Gambar 3.1 Rancangan alat saring media <i>manganese greensand</i> ketebalan 40 cm (P1).....	37
Gambar 3.2 Rancangan alat saring media karbon aktif cangkang sawit ketebalan 40 cm (P2).....	37
Gambar 3.3 Rancangan alat saring kombinasi media <i>manganese greensand</i> dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing- masing 40 cm (P3).....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Parameter Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi.....	14
Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Kadar Mangan Air Sumur Gali	34
Tabel 4.1 Konsentrasi Kadar Mangan Pada Air Sumur Gali Sebelum Dilakukan Penyaringan.....	40
Tabel 4.2 Kemampuan Media <i>Manganese Greensand</i> Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air.....	40
Tabel 3.3 Kemampuan Media Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air.....	41
Tabel 4.4 Kemampuan Media <i>Manganese Greensand</i> Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Laboratorium Pemeriksaan Kadar Mn Pada Air Sumur

Lampiran 2. Hasil Pengolahan Data

Lampiran 3. Dokumentasi

Lampiran 4. Lembar Konsultasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesehatan merupakan hak asasi manusia dan salah satu unsur kesejahteraan. Menurut Undang-Undang RI Nomor 17 Tahun 2023, Kesehatan adalah keadaan sehat seseorang, baik secara fisik, jiwa, maupun sosial dan bukan sekedar terbebas dari penyakit untuk memungkinkannya hidup produktif.¹ Setiap orang berhak mendapatkan lingkungan yang sehat bagi pencapaian derajat kesehatan. Kesehatan Lingkungan adalah upaya pencegahan penyakit dan/atau gangguan kesehatan dari faktor risiko lingkungan untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat baik dari aspek fisik, kimia, biologi, maupun sosial. Dalam kesehatan lingkungan upaya penyehatan, pengamanan, dan pengendalian pada media lingkungan.²

Untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat, lingkungan harus terbebas dari berbagai unsur yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Unsur-unsur tersebut meliputi limbah cair, limbah padat, limbah gas, serta sampah yang tidak dikelola sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh pemerintah. Selain itu, binatang pembawa penyakit, zat kimia berbahaya, kebisingan yang melebihi ambang batas, radiasi sinar pengion maupun non-pengion, serta air yang tercemar, udara yang tercemar, dan makanan yang terkontaminasi juga berkontribusi terhadap masalah kesehatan lingkungan. Dari ruang lingkup kesehatan lingkungan tersebut, air merupakan salah satu media lingkungan yang juga menjadi kebutuhan dasar bagi kehidupan sehari-hari manusia. Air sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukung bagi makhluk hidup untuk hidup secara optimal.³

Salah satu kebutuhan paling mendasar dalam kehidupan manusia adalah air bersih. Pentingnya pemenuhan kebutuhan air bersih ini tidak hanya terletak pada jumlahnya, tetapi juga pada kualitasnya yang memadai. Air bersih berperan penting sebagai sarana untuk meningkatkan kesejahteraan hidup dan berkontribusi pada peningkatan derajat kesehatan masyarakat.⁴ Air bersih banyak digunakan untuk

keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci, mandi, dan lain-lain. Sebagian besar dalam tubuh manusia terdiri dari air. Air yang relatif bersih sangat di dambakan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, untuk keperluan industri dan untuk kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan sebagainya. Sekarang ini, keberadaan air yang relatif bersih sudah sulit di dapatkan, karena pencemaran air terjadi dimana-mana.³

Air yang ada di alam saat ini terutama di Indonesia sudah banyak yang tercemar, sehingga tidak layak dikonsumsi lagi karena kualitas air yang buruk.⁵ Salah satu parameter penting dalam kualitas air adalah Kandungan Mangan (Mn). Dalam jumlah kecil, mangan diperlukan untuk beberapa fungsi tubuh, seperti perkembangan, metabolisme, dan sistem antioksidan. Paparan mangan yang berlebihan dapat bersifat neutrotoksik dan menyebabkan akumulasi di hati serta ginjal.⁶

Sumur merupakan salah satu sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun perkotaan Indonesia. Masalah yang sering dihadapi oleh masyarakat yaitu tingginya kadar mangan.⁷ Kadar mangan dalam air tanah sangat dipengaruhi oleh tingkat oksigen yang terkandung di dalamnya. Ketika oksigen kurang, oksida mangan dapat mengendap, sehingga air berubah warna.⁶ Mangan memiliki sifat yang mirip dengan besi, di mana kelebihan mangan dalam air menghasilkan rasa, warna, dan kekeruhan hampir sama dengan yang disebabkan oleh besi. Mangan dalam air dapat menyebabkan warna coklat/kuning/hitam pada pakaian, peralatan, perpipaan dan dinding pada bak mandi.⁸ Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang peraturan pelaksanaan peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi, kadar maksimum Mangan (Mn) terlarut adalah 0.1 mg/L.²

Salah satu teknik yang bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas air bersih adalah Filtrasi. Filtrasi adalah pemisahan koloid atau partikel solid dari fluida dengan menggunakan media penyaringan. Air yang mengandung suatu padatan atau koloid dilewatkan pada media saring dengan ukuran pori pori yang lebih kecil

dari ukuran padatan tersebut. Filtrasi bekerja dengan memisahkan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Filtrasi juga berguna untuk mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, kandungan besi serta mangan dalam air.⁹

Setelah melalui tahap filtrasi, proses selanjutnya yang dilakukan adalah adsorpsi. Adsorpsi secara umum merupakan proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapannya. Adsorpsi menggunakan istilah adsorben dan adsorbat, dimana adsorben adalah merupakan suatu penyerapan yang dalam hal ini berupa senyawa karbon, sedangkan adsorbat adalah merupakan suatu media yang diserap.¹⁰

Salah satu media filter yang dapat digunakan yaitu *Manganese greensand*. *Manganese greensand* adalah zeolit sintetis yang permukaannya dilapisi oleh mangan oksida tinggi. *Manganese greensand* adalah mineral yang dapat menukar electron sehingga dapat mengoksidasi mangan yang larut dalam air menjadi bentuk yang tak larut sehingga dapat dipisahkan dengan filtrasi. *Manganese greensand* berfungsi sebagai katalis dan pada waktu bersamaan besi dan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi mangan oksida yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan.⁵

Selain menggunakan *manganese greensand*, bisa juga menggunakan karbon aktif. Karbon aktif atau Arang aktif yaitu arang yang telah dilakukan proses aktivasi baik secara fisik maupun secara kimia sehingga luas permukaan arang semakin besar. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya serapnya akan semakin tinggi.¹¹ Karbon aktif sebagai media filter yang digunakan untuk pemurnian air, menghilangkan bau, rasa dan menyerap logam mangan.⁵ Karbon aktif biasanya dibuat dari bahan baku yang mengandung karbon, misalnya batok kelapa, limbah kayu, cangkang kelapa sawit, arang, batu bara atau senyawa karbon lainnya, dengan cara pemanasan tanpa oksigen pada suhu tinggi (distilasi kering) serta diaktifkan dengan proses tertentu sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang lebih spesifik.

Daya adsorpsi karbon aktif tergantung dari ukuran partikel atau luas permukaan spesifiknya dan juga cara pengaktifannya.⁹

Berdasarkan hasil Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zelna Ratna N.N & Yayok Suryo Purnomo tentang Penurunan Mangan dengan aplikasi filter dan karbon aktif menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi *Manganese greensand* dan Karbon aktif tempurung kelapa paling efektif dalam menurunkan kadar mangan dalam air tanah hingga 80% pada ketebalan media *manganese greensand* 70 cm – karbon aktif 20 cm dan persentase penurunan kadar mangan paling rendah pada ketebalan media filter *manganese greensand* 30 cm – karbon aktif 20 cm yaitu sebesar 53%.⁵

Berdasarkan hasil survey peneliti di Jorong Jambu terdapat 152 KK yang menggunakan air sumur sebagai sumber penyediaan air bersih untuk kehidupan sehari-harinya. Sebagian dari air sumur masyarakat tersebut secara fisik tidak memenuhi persyaratan kualitas air. Adapun ciri-ciri fisik air sumur tersebut keruh, berwarna kuning kecoklatan, berbau serta berasa. Kondisi ini sesuai dengan ciri-ciri air yang mengandung mangan, yang mana air yang mengandung mangan berwarna kuning kecoklatan, serta berbau dan berasa. Air tersebut digunakan untuk kebutuhan sehari-hari yaitu untuk mencuci baju, mencuci piring dan serta untuk kegunaan mandi, cuci, kakus.

Air yang mengandung Mangan apabila masih digunakan bisa berdampak bagi kesehatan dan estetika. Meskipun mangan merupakan nutrisi penting, pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menimbulkan efek neurotoksik. Pada konsentrasi yang lebih rendah, dapat mengubah warna air dan menyebabkan noda. Bagi kesehatan, mengkonsumsi air yang mengandung mangan dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan gangguan pencernaan, seperti mual, muntah dan diare. Selain itu, paparan mangan dalam jumlah besar dapat berakumulasi dalam tubuh dan berpotensi menyebabkan keracunan, yang dapat mempengaruhi sistem saraf. Menggunakan air sumur yang mengandung mangan dalam kehidupan sehari-hari juga bisa menyebabkan penyakit kulit ataupun alergi pada kulit. Disisi lain, air sumur yang mengandung mangan berdampak terhadap estetika. Air sumur yang mengandung mangan berwarna kuning kecoklatan, jika digunakan untuk kebutuhan

sehari-hari dapat meninggalkan noda kuning pada pakaian dan peralatan memasak ataupun peralatan makan, serta menimbulkan bercak/noda kuning kecoklatan pada kamar mandi ataupun wastafel yang sulit untuk dibersihkan.

Setelah dilakukan wawancara dengan beberapa warga yang menggunakan air sumur didapatkan informasi bahwa ketika mencuci piring bau besi/amis dari air tersebut lengket pada piring dan pada saat mencuci baju yang berwarna putih, baju yang dicuci akan berubah warna menjadi kuning. Selain itu, ada masyarakat yang terganggu kesehatannya berupa gatal-gatal atau alergi pada kulit.

Adapun Perbedaan Penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada kombinasi media filternya, yang mana pada penelitian ini menggunakan kombinasi media filter *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan kombinasi media filter *manganese greensand* dan karbon aktif tempurung kelapa. Alasan peneliti memilih karbon aktif cangkang sawit sebagai salah satu media untuk menurunkan kadar mangan pada air sumur adalah karena pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa arang aktif berbahan cangkang sawit memiliki kemampuan dalam meningkatkan kualitas air. Viena et al. pada tahun 2020 melakukan penelitian penyerapan arang aktif cangkang sawit terhadap Fe, Mn dan pH air sumur dengan pengambilan 2 sampel pada titik yang berbeda menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan arang aktif cangkang sawit pada kedua titik sampel diperoleh pada waktu kontak 120 menit dengan persentase Fe berkisar antara 10,41-58,34%, Mn 9,51-48,90% dan pH naik dari 5,8 menjadi 7,6 sehingga dapat dikatakan bahwa arang aktif cangkang sawit mampu menurunkan kadar Fe, Mn dan pH sesuai baku mutu air.¹¹

Upaya untuk menurunkan kadar mangan pada air sumur, digunakan saringan dengan menggunakan media filter *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit. Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap "Kemampuan *Manganese Greensand* dan Karbon Aktif Cangkang Sawit dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) pada Air Sumur Gali Tahun 2025".

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana kemampuan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur gali Tahun 2025?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui kemampuan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur gali Tahun 2025.

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuinya kadar mangan (Mn) air sumur sebelum menggunakan media filter *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit.
- b. Diketuinya kemampuan *manganese greensand* dengan ketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur.
- c. Diketuinya kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur.
- d. Diketuinya kemampuan kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur.

D. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini dibatasi pada kemampuan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit untuk menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur yang digunakan di Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh, Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat

Sebagai masukan dan informasi bagi masyarakat mengenai penggunaan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air sumur sehingga air aman untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Sebagai referensi dan masukan untuk peneliti lain yang membutuhkan informasi yang berkaitan dengan penelitian ini.

3. Bagi Penulis

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis tentang kemampuan media filter *manganeses greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Bersih

Air bersih merupakan kebutuhan yang penting bagi makhluk hidup. Manusia, hewan, dan tumbuhan pasti membutuhkan air untuk kelangsungan hidup dan kebutuhan sehari-hari.¹² Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah untuk keperluan sanitasi.¹³

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023, Air Untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Penetapan SBMKL media Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.²

B. Sumber Air Bersih

Sesuai dengan siklus air di bumi, ada empat sumber air di bumi ini:¹⁴

1. Air Angkasa

Air Angkasa atau air hujan adalah sumber air yang terbentuk akibat proses penguapan air di permukaan bumi oleh panas matahari. Uap air ini naik ke atas sampai pada ketinggian tertentu sampai tercapainya persamaan temperatur dengan udara sekitarnya.

Selanjutnya, terjadi proses sebagai berikut:

a. Proses *Coalescence*

Proses ini diawali dengan terjadinya tetes-tetes air dengan ukuran yang lebih besar, hal ini disebabkan oleh adanya peristiwa '*hammer*' (benturan-benturan) di antara uap air satu dengan lainnya kemudian saling mengikat. Penggabungan uap air tersebut akan membentuk uap air yang lebih besar (awan), lama-kelamaan akan menjadi berat dan turun menjadi hujan.

b. Proses *Bergeron*

Pada proses ini, terjadinya awan yang terletak pada bagian atas mengandung kristal-kristal es dan pada bagian bawah sudah dalam kondisi yang sangat dingin (*supercooled*). Kondisi *supercooled* di permukaan bumi banyak terjadi di puncak gunung yang tinggi, di daerah subtropis, dan di kutub membentuk salju abadi. Kristal-kristal es yang ada di bagian atas tersebut akan menjadi tetes-tetes air yang bertambah besar, akibat sifat air yang higroskopis akan bercampur dengan uap air *supercooled*. Akibatnya, proses *coalescence* akan semakin besar airnya akan turun sebagai air hujan.

Proses selanjutnya, air hujan akan turun ke bumi (presipitasi) dengan mengalami dua peristiwa yaitu menguap lagi sebelum jatuh ke bumi atau turun ke bumi sebagai aliran di atas tanah (*runoff*). Pada daerah yang mengalami 4 musim (semi, panas, gugur, dingin), maka pada musim dingin (*winter*) akan terjadi hujan salju akibat gaya berat materi *supercooled* turun ke bumi tanpa intervensi panas matahari.

Dengan demikian, ada tiga jenis air permukaan yaitu hujan, es, dan salju. Beberapa sifat (karakteristik) air hujan sebagai berikut:

- 1) Bersifat lunak, maka dari itu disebut air lunak (*soft water*).
- 2) Air hujan yang asli belum tercemar bakteri maupun material lainnya, oleh sebab itu maka air hujan disebut air murni.
- 3) Tidak mengandung mineral karena proses penguapan tidak membawa materi mineral, adapun setelah turun ke bumi mengandung mineral terjadi karena kontak dengan udara yang mengandung debu mineral.
- 4) Mengandung/membawa beberapa jenis gas yang terlarut di udara antara lain CO, agresif, NH, dan bakteri tertentu.
- 5) Pada musim hujan, debit airnya cukup besar dan melimpah ruah, sebaliknya pada musim kemarau tidak demikian, dalam arti debitnya tidak tetap/ kontinu.

Kelima sifat di atas dapat dikatakan sebagai kelemahan dari air hujan, sehingga penggunaannya untuk air minum dianjurkan hanya dalam keadaan

terbatas dan merupakan alternatif terakhir apabila tidak ada lagi sumber air lainnya yang lebih baik.

Selain itu, air hujan sebagai air lunak tidak cukup nyaman untuk mandi karena tidak dapat melarutkan busa sabun dalam jumlah air yang banyak dalam arti busa sabun masih ada di kulit meskipun disiram banyak air, dan karena tidak mengandung mineral yang diperlukan tubuh sehingga tubuh akan kekurangan mineral apabila mengkonsumsi air hujan untuk minum jangka lama.

Masalah lain dari air hujan yang bersifat asam akan bersifat korosif (mengkaratkan logam), air hujan yang mengandung sulfur akan menghasilkan asam sulfat lemah yang berakibat iritasi pada kulit dan lambung dan akan merusak benda-benda antik (patung pualam, patung dari logam), serta dapat membunuh tumbuhan. Cara pemanfaatan air hujan untuk keperluan sehari-hari dengan menggunakan Penampungan Air Hujan (PAH).¹⁴

2. Air Permukaan

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan melalui dua proses, yaitu:¹⁴

- a. Mengalir di permukaan tanah membentuk/mengisi genangan air yang besar disebut danau, atau mengalir ke tempat yang lebih rendah melalui saluran yang disebut sungai, kemudian akan berakhir di laut. Sumber air ini, danau, sungai dan laut, disebut sumber air permukaan (*surface water*).
- b. Meresap ke dalam tanah membentuk pusat resapan air tanah.

Kualitas air permukaan pada umumnya tidak baik, kotor, berbau, dan berasa, karena banyak dicemari berbagai bahan pencemar, baik bakteriologis maupun kimiawi. Untuk dapat memanfaatkan air permukaan ini biasa digunakan alat penjernih disebut Saringan Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*) dan Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*). Saringan pasir cepat biasa digunakan dalam skala besar oleh PDAM, sedangkan saringan pasir lambat digunakan dalam skala kecil oleh masyarakat atau rumah tangga.¹⁴

3. Air Tanah

Air hujan yang meresap ke dalam tanah disebut infiltrasi. Air yang meresap ke dalam tanah ada yang kembali ke permukaan tanah membentuk mata air kemudian mengalir ke sungai, danau, dan laut. Aliran ini disebut *interflow*. Air yang tersimpan di dalam tanah disebut air tanah (*ground water*). Air tanah ini tersimpan di antara batu-batuan kedap air (*impermeable*), atau pada lapisan batuan tidak kedap air (*permeable, poreus*), atau tersimpan dalam lapisan tanah.¹⁴

Ada dua jenis air tanah yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Disebut air tanah dangkal karena muka airnya (*water level*) dangkal antara 2-10 meter. Air tanah dangkal ini terletak antara lapisan batuan kedap air dengan permukaan tanah. Air tanah dangkal tersebar pada lapisan tanah lempung atau tanah poreus berpasir. Air tanah dangkal dapat diambil langsung melalui penggalian (sumur gali/*dug well*) atau pengeboran dangkal. Jenis sumurnya disebut sumur dangkal (*shallow well*).¹⁴

Air tanah dalam muka airnya lebih dari 10 meter, jenis sumurnya dinamakan sumur air dalam (*deep well*). Air tanah dalam ini umumnya tersebar dalam lapisan akuifer. Lapisan akuifer adalah susunan suatu batuan yang menyimpan/menangkap air tanah, terdiri dari akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*).¹⁴

Akuifer bebas menyimpan air tanah dipengaruhi oleh tekanan atmosfer, sedangkan pada akuifer tertekan yang terapis oleh lapisan *impermeable* (kedap air) tidak dipengaruhi oleh tekanan atmosfer sehingga tekanannya lebih besar. Tekanan air pada akuifer tertekan dipengaruhi gaya berat air itu sendiri. Kekuatan tekanan air pada akuifer ditentukan oleh garis piezometrik (*piezometric level*). Garis piezometrik adalah garis imajiner yang menunjukkan garis tekanan air yang masih dapat naik ke permukaan tanah.¹⁴

Sumur artesis adalah sumur bor yang airnya naik ke permukaan tanah dipengaruhi oleh garis piezometrik, air memancar keluar permukaan tanah tanpa dipompa karena aliran air keluar masih di bawah garis piezometrik disebut artesis positif, sedangkan air artesis yang tidak keluar permukaan tanah disebut

artesis negatif. Dari segi keberadaannya, artesis ada dua macam yaitu artesis alami dan artesis buatan. Artesis alami terjadi dengan sendirinya karena kuatnya tekanan air dari kedalaman tertentu yang menembus batuan keras untuk memancar ke permukaan tanah, sementara artesis buatan terjadi akibat penggalian atau pengeboran sumur dalam.¹⁴

4. Mata Air

Mata air sebenarnya adalah air tanah yang keluar ke permukaan bumi, mata air tidak memancar ke atas seperti artesis. Ada dua macam mata air yaitu mata air gravitasi (*gravity spring*) dan mata air artesis (*artesian spring*).

Mata air gravitasi terjadi akibat tekanan dari lapisan akuifer bebas, besar debit airnya tergantung dari musim, kalau musim hujan debitnya besar dan sebaliknya kalau musim kemarau. Sedangkan Mata air artesis terjadi akibat tekanan dari lapisan akuifer tertekan sehingga debit airnya tidak terpengaruh musim (debitnya relatif tetap sepanjang tahun). Pemanfaatan mata air dengan menggunakan sarana Perlindungan Mata Air (PMA).¹⁴

C. Sumur Gali

Sarana ini paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih/minum. Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali adalah sarana air bersih yang mengambil/memanfaatkan air tanah dengan cara menggali lubang di tanah dengan menggunakan tangan sampai mendapatkan air, lubang kemudian diberi dinding, bibir tutup dan lantai serta saluran pembuangan limbah.¹⁵

Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air.¹⁶

Sumur gali sebagai sumber air bersih harus ditunjang dengan syarat konstruksi, syarat lokasi untuk dibangunnya sebuah sumur gali, hal ini diperlukan

agar kualitas air sumur gali aman sesuai dengan aturan yang ditetapkan, Pencemaran yang ditimbulkan oleh bakteri terhadap air yang ada didalam tanah melebar sampai ± 2 meter pada jarak 5 meter dari sumber pencemaran 3 serta menyempit hingga jarak 11 meter searah dengan aliran tanah.¹⁶

1. Persyaratan Sumur Gali

Dalam membangun sarana sumur gali, agar air tanah yang digunakan terhindar dari pencemaran dan aman dikonsumsi, sehingga tidak mengalami gangguan kesehatan/sakit, maka perlu diperhatikan persyaratan berikut ini:¹⁵

- a. Dinding sumur minimal sedalam 3 meter dari permukaan lantai atau tanah, dibuat dari tembok tidak tembus air atau bahan kedap air dan kuat (tidak mudah retak atau longsor) untuk mencegah perembesan air yang tercemar ke dalam sumur. Kedalaman yang diambil sekitar 3 meter agar bakteri yang ada akan mati dan tidak dapat hidup lagi.
- b. Sekitar 1,5 meter berikut ke bawah dinding di buat dari tembok yang tidak di semen, bertujuan untuk mencegah runtuhnya tanah sebagai penyangga di atasnya.
- c. Diberi dinding tembok (bibir sumur), tinggi bibir sumur sekitar kurang lebih 0,8 meter dari lantai, terbuat dari bahan yang kuat dan kedap air untuk mencegah agar air sekelilingnya tidak dapat masuk ke dalam sumur, dan juga untuk keselamatan pemakai.
- d. Lantai sumur diberi semen atau harus kedap air, mempunyai lebar disekeliling sumur kurang lebih 1,5 meter dari tepi bibir sumur dengan kemiringan sekitar 1-5%, agar air tidak tergenang di permukaan lantai. Lantai sumur tidak retak atau bocor mudah dibersihkan.
- e. Sebaiknya sumur diberi penutup atau atap agar air hujan dan kotoran lainnya tidak dapat masuk ke dalam sumur dan jangan menaruh ember yang dipakai di bawah atau lantai tetapi digantung.
- f. Adanya sarana pembuangan air limbah, sarana pembuangan air limbah harus kedap air, minimal 2% kearah pengolahan air buangan atau peresapan.

- g. Sebaiknya air sumur diambil dengan pompa, kalau menggunakan timba harus digantung setelah digunakan, jangan diletakkan dilantai sumur.¹⁵

D. Persyaratan Air Bersih

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi adalah air yang digunakan untuk keperluan higiene perorangan dan/atau rumah tangga. Penetapan SBMKL media Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi diperuntukkan bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari.²

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	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/100ml	SNI/ APHA
	Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	°C	SNI/ APHA
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<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

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023²

Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi terdiri atas:

1. Air dalam keadaan terlindung Air dikatakan dalam keadaan terlindung apabila:
 - a. Bebas dari kemungkinan kontaminasi mikrobiologi, fisik, kimia (bahan berbahaya dan beracun, dan/atau limbah B3).
 - b. Sumber sarana dan transportasi air terlindungi (akses layak) sampai dengan titik rumah tangga. Jika air bersumber dari sarana air perpipaan, tidak boleh ada koneksi silang dengan pipa air limbah di bawah permukaan Tanah. Sedangkan jika air bersumber dari sarana non perpipaan, sarana terlindung dari sumber kontaminasi limbah domestik maupun industri.
 - c. Lokasi sarana Air Minum berada di dalam rumah atau halaman rumah.
 - d. Air tersedia setiap saat.
2. Pengolahan, pewadahan, dan penyajian harus memenuhi prinsip higiene dan sanitasi

Pengolahan, pewadahan, dan penyajian dikatakan memenuhi prinsip higiene dan sanitasi jika menggunakan wadah penampung air yang dibersihkan secara berkala; dan melakukan pengolahan air secara kimia dengan menggunakan jenis dan dosis bahan kimia yang tepat. Jika menggunakan kontainer sebagai penampung air harus dibersihkan secara berkala minimum 1 kali dalam seminggu.²

E. Peranan Air Bagi Kehidupan

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Karena itu jika kebutuhan akan air tersebut belum tercukupi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Pengadaan air bersih di Indonesia khususnya untuk skala yang besar masih terpusat di daerah perkotaan, dan dikelola oleh Perusahaan Air Minum (PAM) kota yang bersangkutan. Namun demikian secara nasional jumlahnya masih belum mencukupi dan dapat dikatakan relatif kecil yakni 10,77 %. Untuk daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PAM umumnya mereka

menggunakan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, air sumber (mata air) dan lainnya.¹⁷

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia, fungsinya bagi kehidupan tidak pernah bisa digantikan oleh senyawa lain.¹⁸ Air merupakan sumber energi yang memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan makhluk hidup, sebagai media yang dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan perikanan, pertanian, pariwisata dan sebagainya. Pengelolaan air yang baik dapat meningkatkan mutu serta kualitas air yang dihasilkan, sehingga tidak terjadi kontaminasi pada saat air digunakan. Air memiliki substansi penting dalam kegiatan rumah tangga, pertanian, ekonomi dan industri.¹⁹

Berikut ini air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok manusia dengan segala macam kegiatannya, antara lain digunakan untuk:

1. Keperluan rumah tangga
2. Keperluan Umum
3. Keperluan Industri
4. Keperluan Perdagangan
5. Keperluan pertanian
6. Keperluan pelayaran dan lain sebagainya.

Dengan demikian, air sangat berfungsi dan berperan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Penting bagi kita sebagai manusia untuk tetap selalu melestarikan dan menjaga agar air yang kita gunakan tetap terjaga kelestariannya dan bisa dipergunakan sebagaimana mestinya. Melakukan pengelolaan air yang baik seperti penghematan air dan tidak membuang sampah dan limbah yang dapat membuat pencemaran air. Menjaga sanitasi lingkungan sekitar sumber air agar tidak mengganggu ekosistem yang ada adalah cara yang bisa diaplikasikan di kehidupan sehari-hari untuk menjaga kelestarian air.²⁰

F. Peranan Air dalam Penyebaran Penyakit

Arif Sumantri (2017) menyatakan, penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan menyebar secara langsung maupun tidak langsung melalui air. Penyakit yang ditularkan melalui air disebut sebagai *waterborne disease* atau *water-related disease*. Terjadinya suatu penyakit tentunya memerlukan adanya

agens dan terkadang vektor. Berikut beberapa contoh penyakit yang dapat ditularkan melalui air berdasarkan tipe agen penyebabnya.²¹

1. Penyakit viral, misalnya, hepatitis viral, poliomiелitis.
2. Penyakit bakterial, misalnya, kolera, disentri, tifoid, diare.
3. Penyakit protozoa, misalnya, amebiasis, giardiasis.
4. Penyakit helmintik, misalnya, askariasis, *whip worm*, *hydatid disease*.
5. Leptospiral, misalnya, *Weil's disease*.

Beberapa penyakit yang ditularkan melalui air ini di dalam penularannya terkadang membutuhkan *hospes*, biasa disebut sebagai *aquatic host*. *Hospes* akuatik tersebut berdasarkan sifat multiplikasinya dalam air terbagi menjadi dua, yaitu:

1. *Water multiplied*

Contoh penyakit dari hospes semacam ini adalah *skistosomiasis* (vektor keong).

2. *Not multiplied*

Contoh agens penyakit dari hospes semacam ini adalah cacing Guinea dan *fish tape worm* (vektor *cyclop*).

Kira-kira terdapat 20 sampai 30 macam penyakit infeksi yang dapat dipengaruhi oleh perubahan penyediaan air. Biasanya penyakit-penyakit itu diklasifikasikan menurut mikroba penyebabnya, yaitu: virus, bakteri, protozoa, dan cacing. Akan tetapi, cara ini tidak banyak menolong dalam memahami efek perbaikan penyediaan air. Sementara itu, penyakit-penyakit yang berhubungan dengan air dapat dibagi dalam kelompok-kelompok berdasarkan cara penularannya. Mekanisme penularan penyakit sendiri terbagi menjadi empat, yaitu:

1. *Waterborne mechanism*

Di dalam mekanisme ini, kuman patogen dalam air yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia ditularkan kepada manusia melalui mulut atau sistem pencernaan. Contoh penyakit yang ditularkan melalui mekanisme ini antara lain kolera, tifoid, hepatitis viral, disentri basiler, dan poliomiелitis.

2. *Waterwashed mechanism*

Mekanisme penularan semacam ini berkaitan dengan kebersihan umum dan perseorangan. Pada mekanisme ini terdapat tiga cara penularan, yaitu:

- a. Infeksi melalui alat pencernaan, seperti diare pada anak-anak.
- b. Infeksi melalui kulit dan mata, seperti skabies dan trakhoma.
- c. Penularan melalui binatang pengerat seperti pada penyakit leptospirosis.

3. *Water-based mechanism*

Penyakit yang ditularkan dengan mekanisme ini memiliki agen penyebab yang menjalani sebagian siklus hidupnya di dalam tubuh vektor atau sebagai intermediate host yang hidup di dalam air. Contohnya skistosomiasis dan penyakit akibat *Dracunculus medinensis*.

4. *Water-related insect vector mechanism*

Agen penyakit ditularkan melalui gigitan serangga yang berkembang biak di dalam air. Contoh penyakit dengan mekanisme penularan semacam ini adalah filariasis, dengue, malaria, dan *yellow fever*.

Selain penyakit menular, penggunaan air juga dapat memicu terjadinya penyakit tidak menular. Penyakit tidak menular terutama terjadi karena telah terkontaminasi zat-zat berbahaya atau beracun.²¹

G. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah kegiatan kontaminasi lingkungan dengan limbah buatan manusia ke dalam air. Sumber limbah ini dapat berupa limbah bahan baku/mentah, bahan kimia, sampah, atau pupuk. Pencemaran air adalah satu rangkaian besar dari efek yang merugikan terhadap badan air seperti danau, sungai, laut, dan air tanah yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

Pencemaran air terjadi ketika air mengalami kelebihan beban dengan sesuatu yang terlalu banyak, dan organisme akuatik tidak mampu untuk membersihkannya. Beberapa jenis organisme dapat mati dan yang lainnya dapat tumbuh lebih cepat.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (PP Nomor 82 Tahun 2001 Pasal 1 Ayat 11).

Indikator sebagai tanda bahwa air di lingkungan telah tercemar adalah perubahan fisik atau indicator secara fisik yang dapat diamati, seperti:

1. Adanya perubahan suhu air

Dalam proses industri, biasanya akan menghasilkan menimbulkan akibat lanjutan yaitu timbulnya panas reaksi atau panas akibat mesin bekerja. Untuk menghilangkan panas tersebut, maka air menjadi pilihan yang tepat. Air yang ada akan mengambil panas yang terjadi, yang selanjutnya dibuang ke lingkungan, terutama bila dibuang di sungai. Tindakan inilah yang akan mengganggu ekosistem sungai. Kadar oksigen yang terlarut akan turun bersamaan dengan kenaikan suhu air.

2. Adanya perubahan warna, bau dan rasa

Warna, bau dan rasa air biasanya tergantung pada kandungan bahan organik yang larut dalam air. Bahan organik tersebut tercampur ke badan air, saat air limbah dan buangan sisa aktifitas pabrik dibuang langsung ke lingkungan atau sungai tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Air yang normal tidak akan berwarna, jernih, tidak berbau dan berasa.

3. Indikator secara kimiawi adalah adanya perubahan pH atau konsentrasi ion Hidrogen

Air yang sehat dan baik memenuhi nilai pH 6,5-7,5. Keasaman atau basa air, ditentukan dengan nilai pH air tersebut. Air yang mempunyai kadar pH lebih kecil dari kadar normal akan bersifat asam, sebaliknya Air yang mempunyai kadar pH lebih besar dari kadar normal akan bersifat basa. Air limbah dan buangan dari industri yang dibuang ke sungai akan mengubah nilai pH air.

4. Indikator kimia lainnya adalah timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut

Endapan, koloidal, bahan terlarut biasanya berasal dari buangan industri yang berbentuk padat. Sebelum mengendap, endapan akan mengapung dipermukaan bersama koloidal. Pencemar ini mengakibatkan berkurangnya sinar/ cahaya matahari masuk ke dalam air sehingga akan mengganggu proses fotosintesis dalam ekosistem air. Apabila endapan dan koloidal berasal dari bahan organik, maka mikroorganisme dalam air akan mendegradasikan menjadi bahan yang lebih sederhana, tetapi kadar oksigen dalam air tetap berkurang

sehingga kadang mengganggu organisme. Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk proses degradasi biokimia disebut *Biological Oxygen Demand* (BOD). Beberapa binatang air yang tidak bisa hidup dengan kadar oksigen dibawah 4. Bila bahan buangan berupa bahan anorganik, maka air akan bertambah dengan ion-ion dari bahan buangan tersebut, yang umumnya bersifat racun, seperti Cd, Cr dan Pb. Selain itu, indicator lain yang juga dilakukan adalah pemeriksaan oksigen terlarut (*Disolved Oxygen/ DO*) dan kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/ COD*).

5. Secara biologi adalah adanya mikroorganisme

Mikroorganisme air berperan penting dalam proses degradasi bahan buangan dalam air. Bila bahan buangan cukup banyak yang didegradasi, untuk beberapa mikroorganisme juga akan ikut berkembang biak, yang tidak menutup kemungkinan Mikroba pathogen juga ikut berkembang. Mikroba pathogen adalah mikroba penyebab timbulnya berbagai macam penyakit.

6. Meningkatkan radioaktivitas air di lingkungan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan warna tersendiri bagi berbagai aspek kehidupan. Termasuk juga teknologi nuklir yang diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan, seperti kedokteran, farmasi, biologi, pertanian dan sebagainya. Apabila dalam penggunaannya tidak dikelola dengan baik, terutama sisa kegiatan berupa buangan maka secara langsung atau tidak langsung akan berdampak terhadap lingkungan. Walaupun secara alamiah radioaktivitas lingkungan sudah ada, tetapi tidak boleh menambah bahan radioaktivitas di lingkungan. Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) secara aktif mengawasi pelaksanaan penggunaan dan pembuangan sisa radioaktif ke lingkungan sesuai peraturan yang berlaku. Pembakaran batubara adalah salah satu contoh sumber yang dapat menaikkan jumlah radioaktivitas di lingkungan (Wardhana, 2004).

Adapun Sumber Pencemaran Air, Penyebab pencemaran air dapat dibagi dua, yaitu sumber kontaminan langsung yaitu efluen yang keluar langsung sebagai bahan buangan dari industri, Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah, rumah tangga, perkebunan (berupa sisa pupuk dan pestisida), pertanian dan

sebagainya serta sumber kontaminan tidak langsung, yaitu kontaminan yang masuk ke badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan asam.²²

Berdasarkan sumber pencemaran air, maka komponen pencemaran air dapat dikategorikan kedalam:

1. bahan buangan padat
2. bahan buangan organik
3. bahan buangan anorganik
4. bahan buangan cairan berminyak
5. bahan buangan berupa panas (polusi thermal)
6. bahan buangan zat kimia
7. bahan pemberantas hama
8. zat warna kimia
9. zat radioaktif

H. Mangan dalam air

Mangan (Mn) merupakan logam berwarna abu-abu keperakan, unsur pertama logam golongan VIIIB dengan berat atom 54/94 g/mol, nomor atom 25, dan berat jenis 7,43 g/cm³.²³ Di alam mangan umumnya ditemui dalam bentuk senyawa dengan berbagai valensi. Air yang mengandung mangan berlebih menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), dan kekeruhan, dalam jumlah yang kecil (<0,1 mg/L), mangan dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk merubah karbohidrat dan protein membentuk energi yang akan digunakan. Tetapi dalam jumlah yang besar (>0,1 mg/L) mangan dalam air minum bersifat neurotoksik. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng.²⁴

I. Dampak Mangan (Mn) terhadap Kesehatan

Mangan secara alami banyak ditemukan di udara, air, dan tanah adalah unsur esensial bagi manusia dan hewan. Konsumsi Mangan apabila kurang atau berlebihan dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia terutama yang terpapar

Mangan dari makanan. Meskipun Mangan adalah salah satu unsur esensial bagi manusia dan hewan, tetapi paparan kronis sampai pada dosis yang tinggi dapat membahayakan kesehatan dengan target adalah sistem saraf.²⁵

Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/l dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna coklat-coklatan pada pakaian cucian, menyebabkan kerusakan hati dan berdampak langsung pada saluran pernapasan dan otak. Adapun gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa dan kerusakan saraf. Ketika orang-orang yang terkena Mangan untuk jangka waktu lama mereka menjadi impoten, suatu sindrom yang disebabkan oleh mangan memiliki gejala seperti skizofrenia, kebosanan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia.²⁶

Taufik Ashar menyatakan bahwa, suatu komunitas kecil di Jepang yang terdiri dari 25 orang mengkonsumsi air minum dari sumur yang tercemar Mangan konsentrasi tinggi dari sumber pencemaran sel-sel baterai kering yang dikubur tidak jauh dari sumur penduduk. Setelah mengkonsumsi air yang terkontaminasi tersebut selama sekitar 3 bulan mereka mengalami kelainan neurologis dengan gejala-gejala yang meliputi letargi, peningkatan tonus otot, tremor, gangguan mental, dan bahkan kematian.²⁵

J. Teknik Peningkatan Kualitas Air

Untuk mendapatkan air yang memenuhi standar baku mutu kesehatan lingkungan dari berbagai sumber air seperti air hujan, permukaan, dan tanah karena sudah mengalami pencemaran perlu dilakukan pengolahan, baik secara sederhana maupun secara lengkap, sesuai dengan peruntukannya. Berikut ini akan dijelaskan berbagai teknik pengolahan air secara sederhana, yang bisa dilakukan oleh masyarakat untuk memperbaiki kualitas air yang digunakan sehari-hari.¹⁵

1. Aerasi

Aerasi adalah proses mengontakkan air dengan udara, sehingga air kaya akan Oksigen, sehingga mengoksidasi bahan-bahan kimia yang larut dalam air seperti besi, mangan. Dengan adanya proses oksidasi ini, maka terjadi perubahan bentuk dari bahan kimia yang larut tadi menjadi tidak larut (padat), seperti besi yang larut (Ferro) berubah menjadi tidak larut (Ferri). Bahan kimia yang larut

dalam air, tidak efektif penurunannya sewaktu disaring karena mempunyai ukuran partikel yang sangat kecil, sehingga tidak bisa disaring oleh media saring. Dengan melakukan aerasi berubah menjadi padat, maka ukuran partikelnya menjadi lebih besar, sehingga bisa tertahan sewaktu penyaringan. Alat untuk mengontakkan air tersebut dengan udara dinamakan Aerator.

Aerasi ini digunakan untuk menurunkan atau menghilangkan kandungan Fe dan Mn yang berlebihan dalam air minum. Tingginya kandungan kedua senyawa ini mengakibatkan air menjadi berasa, bewarna, berbau spesifik, dan meninggalkan endapan yang bewarna coklat kekuningan pada dasar bak penampungan air.

Tujuan dilakukannya aerasi adalah untuk meningkatkan jumlah oksigen, mengurangi jumlah CO₂, menghilangkan bau, warna, dan rasa pada air. Untuk mengoksidasi setiap 1 mg/l zat Besi dibutuhkan 0,14 mg/l oksigen dan setiap 1 mg/l Mangan dibutuhkan 0,29 mg/l oksigen. Proses terjadinya oksidasi ini sangat dipengaruhi oleh pH air, pada pH rendah proses oksidasi berjalan dengan lambat, untuk mempercepat terjadinya oksidasi maka perlu dengan menaikkan pH air yang diolah.

Sebagaimana kita ketahui bahwa, proses aerasi dengan penyaringan akan dapat menurunkan jumlah kandungan Fe dan Mn dalam air, sehingga air yang digunakan sudah terbebas dari bau, rasa, warna. Berikut ini digambarkan berbagai proses aerasi yang bisa digunakan oleh masyarakat dalam memperbaiki kualitas fisik airnya.

a. *Tray Aerator*

Susunannya sangat sederhana dan tidak mahal serta memerlukan ruangan yang relatif kecil. Jenis aerator ini terdiri atas empat sampai delapan tray dengan susunan vertikal maupun piramida. Dasar tray berlubang-lubang dengan jarak 30 50 cm. Melalui pipa berlubang air dibagi merata melalui tray, dari bagian ini percikan air turun dengan kecepatan 0,05 m³/detik per m² permukaan tray. Tetesan air yang menyebar dikumpulkan kembali pada setiap permukaan tray berikutnya. Tray dapat terbuat dari semes asbes, PVC, logam, maupun kayu. Untuk mendapatkan penyebaran air yang lebih halus, tray

dapat diisi dengan kerikil kasar dengan ketebalan sekitar 10 cm, kadang digunakan lapisan batu apung atau arang sebagai katalisator dan mempercepat proses penggumpalan dari besi dalam air.

b. *Cascade Aerator*

Pada dasarnya aerator ini terdiri atas empat sampai enam step, dengan ketinggian tiap step sekitar 30 cm dengan kecemasan aliran $0,01 \text{ m}^3/\text{detik per m}^2$. Dibandingkan dengan jenis tray, aerator jenis cascade ini tempat yang dibutuhkan lebih besar namun total kehilangan tekanan lebih rendah, dan keuntungan lain tidak memerlukan pemeliharaan.

c. *Submerged Cascade Aerator*

Merupakan jenis aerasi tangga meluncur, penangkapan udara terjadi pada saat air terjun dari lempengan-lempengan trap yang membawanya masuk ke dalam air yang dikumpulkan kelempengandibawahnya. Total ketinggian jatuh sekitar 1,5 m yang dibagi dalam 35 step. Kapasitas peralatan ini 0,005 sampai $0,5 \text{ m}^3/\text{detik per m}^2$.

d. *Spray Aerator*

Terdiri atas nozzel penyemprotan statis dihubungkan dengan kisi lempengan yang mana air disemprotkan ke udara disekeliling pada kecepatan 5- 7 m/detik. Aliran pada spray aerator dari arah bawah melalui pipa yang panjangnya sekitar 25 cm dengan diameter 15 - 30 mm. Piringan melingkar ditempatkan beberapa centi meter disetiap ujung pipa, sehingga dapat terbentuk selaput air tipis melingkar yang selanjutnya menyebar menjadi percikan air yang halus.

e. *Bubble Aerator*

Jumlah udara yang dibutuhkan untuk *bubble aerator* tidak banyak, yaitu sekitar $0,3 \text{ } 0,5 \text{ m}^3$ udara per m^3 air dan volume ini dengan sangat mudah untuk ditingkatkan. Udara dialirkan melalui pipa yang diletakkan pada dasar bak.¹⁵

2. Filtrasi

Proses filtrasi merupakan proses pengolahan dengan cara mengalirkan air baku melewati suatu media filter yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan

diameter dan tebal tertentu. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (biological floc yang masih tersisa setelah pengolahan secara biologis). Media filter yang umum digunakan sebagai filter adalah pasir. Menurut kecepatan dan mekanisme pengalirannya, saringan pasir dapat diklasifikasikan sebagai berikut saringan pasir cepat, saringan pasir lambat, dan saringan bertekanan.¹⁵

3. Chlorinasi

Sering air yang digunakan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari seperti air tanah, dan permukaan masih mengandung bakteri, baik *coliform grup* maupun *E. coli*. Persyaratan standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air minum, harus bebas dari bakteri baik *coliform* maupun *E. coli*. Agar air yang digunakan oleh masyarakat bebas dari bakteri, salah satu caranya adalah dengan memberikan/membubuh-kan zat kimia dalam hal ini kaporit kedalam air tersebut. Proses pemberian bahan kimia tersebut kedalam sumber air minum dinamakan Chlorinasi/desinfeksi. Sedangkan bahan kimianya disebut desinfektan.

Tujuan dari desinfeksi pada sumber air minum adalah untuk membunuh bakteri pathogen penyebab penyakit yang penyebarannya melalui air, seperti penyakit thypus, kholera, dan dysentri. Karena bakteri/virus penyebab penyakit ini sangat mudah masuk ke dalam sumber air minum masyarakat. Misalnya bakteri *E. coli*, bisa masuk ke dalam sumber air minum (air tanah), karena jarak sumur gali kurang 11 meter dari septik tank tinja dari masyarakat, atau masyarakat buang air besar sembarangan seperti di sungai, kebun yang juga dapat mencemari sumber air.

Disamping desinfeksi, pemberian desinfektan seperti Ozon, *Chlorine Diokxide* ke dalam sumber air minum juga dapat mengoksidasi zat organik seperti Fe dan Mn, serta untuk menghilangkan masalah kualitas fisik air seperti bau, rasa, dan warna. Karena dengan adanya oksidasi ini, akan merubah keberadaan Fe dan Mn dalam air, dari larut menjadi tidak larut.¹⁵

4. Sedimentasi

Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas sumber air yang akan dijadikan air bersih dan minum, apabila salah satu syarat fisiknya tidak memenuhi syarat kesehatan seperti memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi, dapat dilakukan dengan sedimentasi. Sedimentasi adalah proses pemisahan partikel-partikel melayang di dalam air oleh pengaruh gaya gravitasi atau gaya berat partikel, atau dengan penambahan bahan kimia kalau partikel penyebab kekeruhan itu sangat kecil. Sedimentasi dalam pengolahan air secara lengkap seperti yang dilakukan oleh Perusahaan Air Minum, merupakan pengolahan tingkat pertama sebelum dilakukan filtrasi dan khlorinasi (desinfeksi).

Berdasarkan tingkat konsentrasi partikel di dalam air dan kecenderungan partikel untuk saling berinteraksi, maka proses sedimentasi dapat digolongkan kedalam empat tipe sedimentasi sebagai berikut:

a. Tipe 1 (pengendapan partikel mandiri/*discrete particle settling*)

Pengendapan sebuah *discrete particle* di dalam air hanya dipengaruhi oleh karakteristik air dan partikel yang bersangkutan. Yang dimaksud dengan *discrete particle* adalah partikel yang tidak perubahan bentuk, ukuran maupun berat selama partikel tersebut mengendap. Proses pengendapan partikel berlangsung semata-mata akibat pengaruh gaya partikel atau berat sendiri partikel. Pengendapan akan berlangsung sempurna apabila aliran dalam keadaan tenang (aliran laminar).

Akibat beratnya sendiri, partikel yang mempunyai rapat masa lebih besar dari rapat masa air akan bergerak vertikal ke bawah. Gerakan partikel di dalam air yang tenang akan diperlambat oleh gaya hambatan akibat kekentalan air (*drag force*) sampai dicapai suatu keadaan dimana besar gaya hambatan setara dengan gaya berat efektif partikel di dalam air. Setelah itu gerakan partikel akan berlangsung secara konstan dan disebut terminal *settling velocity*.

b. Tipe 2 (pengendapan partikel floc/*floculant settling*)

Partikel yang berada dalam larutan encer sering tidak berlaku sebagai partikel mandiri (*discrete particle*) tetapi sering membentuk gumpalan

(*flocculant particle*) selama mengalami proses sedimentasi. Bersatunya beberapa partikel membentuk gumpalan akan memperbesar rapat masanya, sehingga akan mempercepat pengendapannya.

Proses penggumpalan (*flocculation*) di dalam kolam pengendapan akan terjadi tergantung pada keadaan partikel untuk saling berikatan dan dipengaruhi oleh beberapa variabel seperti laju pembebanan permukaan, kedalaman kolam, gradient kecepatan, konsentrasi partikel di dalam air dan range ukuran butir. Pengaruh dari variabel-variabel tersebut dapat ditentukan dengan percobaan sedimentasi.

Bahan kimia yang sering dipakai untuk mempercepat proses penggumpalan adalah tawas yang dikenal juga dengan Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Proses pemberian/pembubuhan dan pencampuran tawas (koagulan) kedalam air yang sedang diolah disebut koagulasi. Setelah pembubuhan koagulan, maka terjadi penggumpalan partikel yang halus tadi menjadi partikel yang lebih besar, sehingga gumpalan ini terpisah dengan air dan langsung mengendap, proses ini dikenal dengan flokulasi. Pada prinsipnya proses koagulasi dan flokulasi adalah untuk mempercepat terjadinya proses pengendapan untuk menghilangkan kekeruhan dalam air yang disebabkan oleh bahan organik dan anorganik.

Karakteristik dari pengendapan partikel flok, dapat ditentukan dengan percobaan yang menggunakan sebuah kolom pengendapan. Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan digunakan kolom dengan tinggi 3 m dan diameter 150 mm.

c. Tipe 3 (pengendapan secara perintang/*hindered settling*)

Pengendapan tipe 3 merupakan pengendapan partikel dengan konsentrasi yang lebih pekat, di mana antar partikel secara bersama-sama saling menahan pengendapan partikel lain disekitarnya. Pada bagian atas zona terdapat interface yang memisahkan antara massa partikel yang mengendap dengan air jernih.

d. Tipe 4 (pengendapan secara pemampatan/*compression settling*)

Tipe 4 merupakan kelanjutan dari sedimentasi tipe 3, dimana terjadi pemampatan (kompresi) massa partikel hingga diperoleh konsentrasi lumpur yang tinggi.¹⁵

K. Filtrasi

Proses filtrasi merupakan proses pengolahan dengan cara mengalirkan air baku melewati suatu media filter yang disusun dari bahan-bahan butiran dengan diameter dan tebal tertentu. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (*biological floc* yang masih tersisa setelah pengolahan secara biologis).¹⁵ Filtrasi merupakan suatu cara menyaring atau yang memisahkan molekul padatan dengan cairan. Cara pemisahan padatan dan cairan dapat menggunakan media yang berpori yang berfungsi untuk mengurangi padatan tersuspensi dan koloid yang halus. Hasil kualitas air dari pemfilteran bergantung dari ukuran pori dari media filter yang digunakan.²⁷

Filtrasi adalah pemisahan koloid atau partikel solid dari fluida dengan menggunakan media penyaringan. Air yang mengandung suatu padatan atau koloid dilewatkan pada media saring dengan ukuran pori pori yang lebih kecil dari ukuran padatan tersebut. Filtrasi bekerja dengan memisahkan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Filtrasi juga berguna untuk mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, kandungan besi serta mangan dalam air.⁹

L. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses penyerapan yang terjadi pada suatu bidang permukaan. Bidang permukaan yang dimaksud dalam hal ini adalah bidang permukaan zat yang akan dipergunakan untuk menangkap (menjerap) kontaminan yang terlarut dalam air. Zat ini selanjutnya disebut adsorben. Sedangkan zat yang dijerat (kontaminan yang ingin dipisahkan dalam air) disebut dengan adsorbat.²⁸

Adsorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu dengan penyerapan tersebut, air menjadi jernih karena zat-zat didalamnya diikat oleh adsorben. Adsorpsi umumnya menggunakan bahan adsorben dari karbon aktif.

Pemakaiannya, dengan cara membubuhkan karbon aktif bubuk ke dalam air olahan atau dengan cara menyalurkan air melalui saringan yang medianya terbuat dari karbon aktif kasar. Sistem ini efektif untuk mengurangi warna serta menghilangkan bau dan rasa. Proses kerja penyerapan (absorpsi) yaitu penyerapan ion-ion bebas di dalam air yang dilakukan oleh adsorben. Sebagai contoh, penyerapan ion oleh karbon aktif.²⁹

Dalam proses pemurnian air menggunakan teknik adsorpsi berbahan karbon aktif umumnya digunakan untuk memisahkan kandungan mikroorganisme, logam, deterjen, bahkan fenol yang tercampur (sebagai kontaminan) dalam air. Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap karbon aktif dilepaskan dalam proses adsorpsi kimia, terbentuk ikatan kuat antara adsorben dan adsorbat sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik sehingga tidak memungkinkan bagi adsorbat (pengotor di dalam air) untuk bersatu kembali dengan pelarutnya (dalam hal ini air).²⁸

M. Media Filter

1. Manganese Greensand

Manganese Greensand adalah pasir khusus yang dilapisi dengan bahan katalis. *Manganese Greensand* merupakan adsorben untuk menurunkan kadar mangan pada air. Dimana reaksi dari Mn^{2+} dalam air dengan oksida mangan tinggi (*higher mangan oxide*) menghasilkan filtrat yang mengandung mangan oksida yang tidak dapat larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan.³⁰

Pasir terlapis mangandioksida (*manganese greensand*) merupakan pasir khusus yang dilapisi dengan bahan katalis. *Manganese greensand* menggunakan mangandioksida untuk bereaksi dengan zat besi, mangan dan hidrogen sulfida, ketiganya akan bereaksi dengan mangandioksida di dalam air dan membentuk endapan yang kemudian terperangkap dalam media filter. Perkembangan teknik pengolahan air sudah dilakukan oleh beberapa peneliti yakni dengan melapiskan oksida logam pada permukaan pasir, karena diketahui lebih efektif dalam penurunan kandungan logam-logam dan senyawa organik di dalam air.²⁴



Gambar 2.1 *Manganese greensand* (Pasir Mangan)

(Sumber: Watermark Perkasa)

2. Karbon Aktif Cangkang Sawit

Karbon aktif Adalah material yang berbentuk bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara, kulit kelapa. Dengan pengolahan tertentu dapat diperoleh karbon aktif yang memiliki permukaan yang besar. Untuk proses pengolahan air bersih/air minum sering dipakai karbon aktif dalam bentuk biasa dikenal dengan “GAC (*Granular Activated Carbon*) Filter”, atau bubuk yang berperan sebagai penyerap (adsorben), dimana karbon aktif mempunyai daya adsorpsi yang tinggi. Selain itu karbon aktif dimanfaatkan sebagai media filter pada filter media tunggal atau filter media ganda. Permukaan dalam partikel karbon aktif yang luas sering dimanfaatkan sebagai media penahan mikroorganisme di dalam filter yang bekerja secara biologi. Filter dicuci dengan sistem pencucian balik (*back washing*) dengan menggunakan air atau kombinasi udara air.³¹

Karbon aktif merupakan suatu padatan karbon sebanyak 85-95% dengan luas permukaan sekitar 300-3500 m²/g setiap sudutnya yang mempunyai hubungan dengan struktur pori luar, dimana berfungsi sebagai adsorben. Pada proses pembakaran atau pemanasan, usahakan tutup rapat dan tidak ada celah, sehingga tidak ada udara yang keluar didalam ruang pemanasan dan menghasilkan karbon yang terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.²⁷

Karbon aktif cangkang sawit adalah karbon aktif yang dibuat dari cangkang kelapa sawit yang telah mengalami proses aktivasi. Karbon aktif cangkang sawit merupakan arang aktif yang telah mengalami proses aktifasi

melalui pembakaran dengan suhu 400°C untuk meningkatkan luas permukaan pori pori sehingga daya absorpsinya dapat ditingkatkan.³²

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

a. Aktivasi fisika

- 1) Siapkan cangkang sawit sebanyak 5 kg yang sudah menjadi arang, selanjutnya di tumbuk hingga halus dan di ayak menggunakan mesh ukuran 100.
- 2) Arang cangkang sawit ditimbang lalu dimasukan kedalam tanur pembakaran menggunakan tempatur 500 °C selama 4 jam.
- 3) Setelah itu sampel didinginkan di dalam desikator dan di timbang Kembali untuk mendapatkan rendemen arang aktif.
- 4) Arang aktif yang telah diperoleh di uji standard mutu dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif.
- 5) Cangkang kelapa sawit dibersihkan dari pengotor yang tidak diinginkan kemudian dihilangkan kadar airnya dengan dehidrasi menggunakan oven pada temperatur 100°C selama 1 jam dan dihitung kadar airnya.
- 6) Cangkang kelapa sawit dimasukan ke dalam suatu wadah untuk proses pengarangan pada suhu 300 selama 1 jam sampai terbentuk arang.
- 7) Kemudian aktivasi secara fisika dalam furnace pada suhu 750°C selama 3 jam.

b. Aktivasi kimia

- 1) Arang tempurung kelapa sebanyak 100 gram lalu direndam dengan larutan NaOH 0,2 N selama 18 jam
- 2) kemudian disaring dengan kertas saring setelah itu dicuci dengan aquadest hingga pH netral
- 3) Setelah itu arang yang telah diaktivasi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 150°C, kemudian ditimbang untuk mendapatkan nilai rendemen.

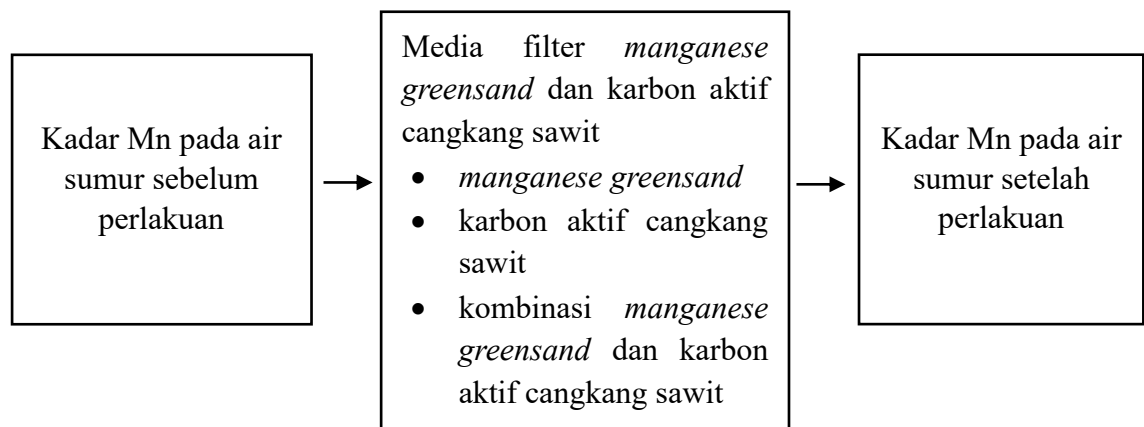
- 4) Arang aktif yang telah diperoleh di uji standard mutu dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06–37301995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif.



Gambar 2.2 Karbon Aktif Cangkang Sawit

(Sumber: Watermark Perkasa)

N. Alur Pikir



Gambar 2.3 Alur Pikir

O. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Kadar Mangan pada air sumur sebelum perlakuan	Adalah Banyaknya logam Mn yang terdapat pada air sumur sebelum disaring menggunakan media filter <i>manganese greensand</i> dan karbon aktif cangkang sawit	Spektro fotometer	Spektro fotometri	mg/L	Rasio
2	Kadar Mangan pada air sumur sesudah perlakuan	Adalah Banyaknya logam Mn yang terdapat pada air sumur sesudah disaring menggunakan media filter <i>manganese greensand</i> dan karbon aktif cangkang sawit	Spektro fotometer	Spektro fotometri	mg/L	Rasio
3	Kombinasi media <i>manganese greensand</i> dengan karbon aktif cangkang sawit	Adalah media yang digunakan untuk menyaring kadar Mangan (Mn) pada Air Sumur dengan variasi ketebalan media yang digunakan yaitu perlakuan 1 <i>Manganese greensand</i> dengan ketebalan 40cm, perlakuan 2 karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40cm, dan Perlakuan 3 <i>Manganese greensand</i> 40cm dan karbon aktif cangkang sawit 40cm (kombinasi <i>manganese greensand</i> dan karbon aktif cangkang sawit 1:1)	Meteran	Pengukuran	1. <i>Manganese greensand</i> 2. Karbon aktif cangkang sawit 3. Kombinasi <i>manganese greensand</i> dengan karbon aktif cangkang sawit	Nominal

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yaitu suatu penelitian dengan melakukan kegiatan percobaan (*experiment*) yang bertujuan untuk mengetahui gejala atau pengaruh yang timbul sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu atau eksperimen tersebut yaitu untuk mengetahui besaran perbedaan sebelum dan sesudah penyaringan menggunakan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan pada air sumur dengan *one group pretest-posttest* desain.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan pada salah satu rumah di Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh, Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok pada bulan Januari-Juni Tahun 2025 dan Pemeriksaan Sampel dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Solok.

C. Objek Penelitian

Objek dalam Penelitian ini adalah air sumur masyarakat yang mengandung kadar mangan (Mn).

Langkah-langkah pemilihan sampel yang akan dijadikan objek penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Memperhatikan kondisi fisik air sumur gali yang diduga mempunyai kadar mangan yang tinggi dengan ciri-ciri air berwarna kuning kecoklatan, berbau dan berasa. Melakukan observasi pada 10 sumur di Jorong Jambu dengan melihat kondisi fisik air sumur gali
2. Dari 10 sumur tersebut, dipilih 3 sumur yang kondisi secara fisiknya memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi, berbau serta berasa.
3. Dilakukan pengujian kadar Mn pada 3 air sumur tersebut di laboratorium dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Kadar Mangan Air Sumur Gali

Hasil Pengukuran Kadar Mangan Air Sumur Gali	
Sampel A	0,40 mg/L
Sampel B	2,45 mg/L
Sampel C	0,27 mg/L

Berdasarkan Tabel 3.1 diketahui bahwa kadar Mangan pada sampel B memiliki kadar Mangan yang lebih tinggi, maka terpilih Sampel B yang mengandung kadar Mangan tinggi sebagai sampel air yang akan digunakan pada penelitian ini.

Dalam percobaan ini akan dilakukan replikasi atau pengulangan dengan menggunakan rumus yaitu:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(3-1)(r-1) \geq 15$$

$$2(r-1) \geq 15$$

$$2r - 2 \geq 15$$

$$2r = 15 + 2$$

$$2r = 17$$

$$r = 17/2$$

$$r = 8,5 \sim 9$$

Keterangan:

t (treatment) = jumlah perlakuan

r (replikasi) = jumlah pengulangan dalam setiap perlakuan

Maka, pada penelitian ini dilakukan 3 perlakuan dengan volume air yang sama setiap perlakuan. Untuk setiap perlakuannya masing-masing dilakukan 9 kali pengulangan berdasarkan rumus replikasi. Namun, karena keterbatasan waktu dan biaya. Maka penulis hanya melakukan 3 kali replikasi setiap perlakuan. Adapun jumlah air sampel yang dibutuhkan untuk penelitian ini setiap kali pengulangan dalam 3 perlakuan adalah sebanyak 5 liter/perlakuan, maka untuk 1 kali pengulangan dibutuhkan 15 liter sampel air untuk disaring dan total keseluruhan

sampel air untuk 3 kali perlakuan dalam 3 kali pengulangan adalah sebanyak 45 liter.

D. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

a. Data Primer

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Primer, yaitu data yang diperoleh dari hasil percobaan yang dilakukan.

b. Data Sekunder

Untuk menunjang penelitian maka data sekunder diperoleh dari buku dan jurnal terkait tentang media filter *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar mangan pada air sumur.

2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pengukuran di laboratorium.

E. Pelaksanaan Penelitian

1. Alat dan Bahan

- a. Air sumur
- b. *Manganese Greensand*
- c. Karbon Aktif Cangkang Sawit
- d. Botol sampel
- e. Pipa 3 inch
- f. Dop 3 inch
- g. Pipa $\frac{3}{4}$ inch
- h. Elbow $\frac{3}{4}$
- i. Kran Air
- j. Bor
- k. Ember
- l. Lem

2. Cara Kerja

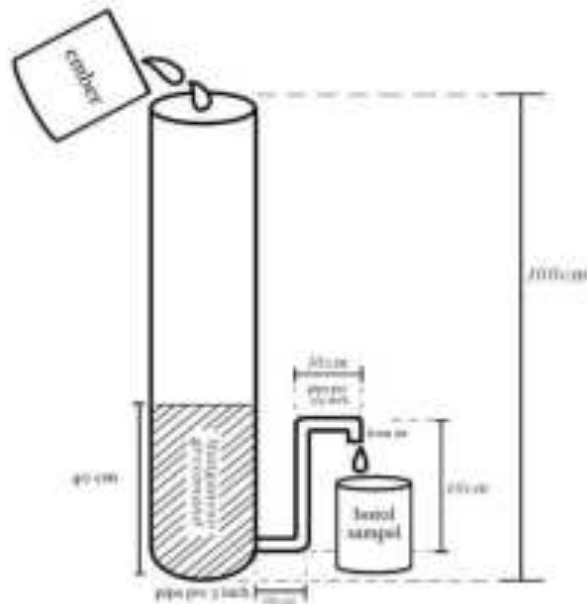
- a. Siapkan penyaringan sederhana berupa Pipa 3 inch panjang 100 cm yang disambung dengan pipa $\frac{3}{4}$ inch dan telah dipasangkan kran.

- b. Pastikan *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit yang akan digunakan telah dicuci bersih.
 - c. Untuk perlakuan 1, Masukkan *manganese greensand* dengan variasi ketebalan 40 cm kedalam pipa.
 - d. Untuk perlakuan 2, Masukkan karbon aktif cangkang sawit dengan variasi ketebalan 40 cm kedalam pipa.
 - e. Untuk perlakuan 3, Masukkan kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm kedalam pipa.
 - f. Lalu, air dimasukkan ke dalam masing-masing pipa penyaring sebanyak 5 liter menggunakan ember.
 - g. Kemudian dari ember dialirkan ke masing-masing penyaringan dengan cara dituangkan saja dari atas
 - h. Setelah itu, biarkan air tersebut mengalir sampai ke dasar pipa, hingga naik melalui sambungan pipa sampai ke kran
 - i. Kemudian air yang masuk ke dalam saringan media akan keluar melalui kran, lalu diambil sampel airnya dengan menggunakan botol sampel
 - j. Kemudian bawa sampel air dengan botol sampel ke laboratorium untuk melakukan pemeriksaan dengan spektrofotometer.
3. Cara Pengambilan Sampel
- a. Bilas botol sampel dengan menggunakan air hingga bersih terlebih dahulu
 - b. Ambil sampel air dengan cara mengalirkan air melewati kran pada pipa dengan memiringkan botol 45° dengan tujuan untuk mencegah adanya gelembung di dalam air sehingga tidak memicu terjadinya proses oksidasi pada sampel air yang telah dilakukan penyaringan dan tidak mengganggu integritas sampel
 - c. Pastikan botol terisi penuh dengan tidak ada rongga udara di dalam botol
 - d. Beri label pada botol:
 - 1) Lokasi pengambilan
 - 2) Waktu Pengambilan (Tanggal, Jam Pengambilan)
 - 3) Petugas Pengambil

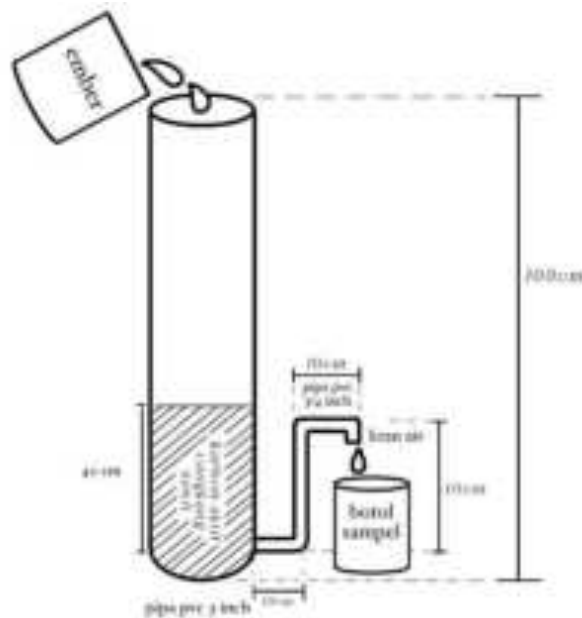
4) Suhu dan PH sampel

e. Bawa ke laboratorium untuk melakukan pemeriksaan

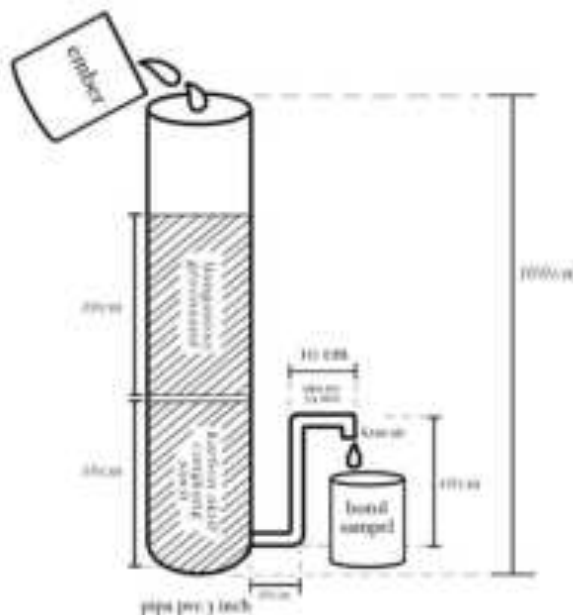
4. Bentuk Saringan



Gambar 3.1 Rancangan alat saring media *manganese greensand* ketebalan 40 cm (P1)



Gambar 3.2 Rancangan alat saring media karbon aktif cangkang sawit ketebalan 40 cm (P2)



Gambar 3.3 Rancangan alat saring kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm

(P3)

Keterangan:

Perlakuan 1 (P1) = pipa berisi media *manganese greensand* dengan ketebalan 40 cm

Perlakuan 2 (P2) = pipa berisi media karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm

Perlakuan 3 (P3) = pipa berisi kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm

Debit = 0,084 L/menit

Waktu detensi = 28 menit

F. Analisis Data

Pengukuran kadar mangan (Mn) dilakukan menggunakan spektrofotometer. Analisa data dilakukan secara univariat yaitu data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan narasi mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi

Pengambilan sampel air bersih dilakukan di Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh, Kecamatan Kubung. Nagari Saok Laweh adalah satu dari 8 Nagari yang ada di Kecamatan Kubung, Kabupaten Solok, Sumatera Barat, Indonesia. Luas Wilayah Nagari Saok Laweh yaitu 20,40 km².

Secara geografis, nagari ini berbatasan dengan:

1. Sebelah Timur: Berbatasan dengan Nagari Guguak Sarai dan Sungai Jambur.
2. Sebelah Barat: Berbatasan dengan Kota Solok
3. Sebelah Utara: Berbatasan dengan Kota Solok
4. Sebelah Selatan: Berbatasan dengan Nagari Gauang

Maka dalam penelitian ini dilakukan proses penyaringan menggunakan media *manganese greensand*/pasir mangan dan karbon aktif cangkang sawit dengan menyiapkan alat penyaringan berupa pipa 3inch sepanjang 100 cm dan dimodifikasi dengan pipa ¾inch sebanyak 3 buah. Kemudian masukkan media *manganese greensand*/pasir mangan dengan ketebalan 40 cm kedalam pipa 1, lalu masukkan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm kedalam pipa 2, dan masukkan media *manganese greensand*/pasir mangan serta karbon aktif cangkang sawit masing-masing 40 cm kedalam pipa 3. Lalu masukkan air yang mengandung kadar mangan (Mn) kedalam masing-masing pipa dan detensikan selama 30 menit, selanjutnya hasil filtratnya diukur dengan spektrofotometer.

B. Hasil

Pengambilan Sampel air bersih diperoleh dari Jorong Jambu, Nagari Saok Laweh dimana hasil pemeriksaan kadar Mangan pada air sumur gali yaitu sebesar 2,45 mg/L, berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air keperluan higiene dan sanitasi, kadar mangan yang diperbolehkan terkandung di dalam air hanya 0,1 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukan Upaya penurunan kadar mangan tersebut hingga mencapai standar kualitas air bersih sesuai dengan aturan yang berlaku.

1. Kadar Mangan yang terkandung pada air sumur gali sebelum dilakukan penyaringan

Pemeriksaan kadar mangan pada air sumur gali dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Solok diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Konsentrasi Kadar Mangan Pada Air Sumur Gali Sebelum Dilakukan Penyaringan

Kadar Mn Sebelum Perlakuan	SBMKL Mn Berdasarkan PMK No.2 Tahun 2023	Hasil
2,45 mg/L	0,1 mg/L	Tidak Memenuhi Persyaratan

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa kadar mangan air sumur gali tanpa perlakuan didapatkan hasil 2,45 mg/L. Air tersebut tidak memenuhi persyaratan kualitas air untuk keperluan higiene dan sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

2. Kadar Mangan yang terkandung pada air sumur gali sesudah dilakukan penyaringan menggunakan media *manganese greensand*

Berdasarkan hasil penelitian dengan melakukan penyaringan menggunakan media *manganese greensand* ketebalan 40 cm dengan 3 kali pengulangan diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Kemampuan Media *Manganese Greensand* Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur di Jorong Jambu Tahun 2025

Perlakuan	Kadar Mangan (mg/L)		Penurunan Kadar Mangan (mg/L)	Persentase Penurunan Kadar Mangan (%)
	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan		
Pengulangan 1	2,45	1,85	0,60 mg/L	24,49 %
Pengulangan 2	2,45	1,21	1,24 mg/L	50,61 %
Pengulangan 3	2,45	2,09	0,36 mg/L	14,69 %
Rata-rata			0,73 mg/L	29,79 %

Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa kemampuan media *manganese greensand* dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) diperoleh hasil sebesar 0,73 mg/L (29,79 %).

3. Kadar Mangan yang terkandung pada air sumur gali sesudah dilakukan penyaringan menggunakan media karbon aktif cangkang sawit

Berdasarkan hasil penelitian dengan melakukan penyaringan menggunakan media karbon aktif cangkang sawit ketebalan 40 cm dengan 3 kali pengulangan diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Kemampuan Media Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur di Jorong Jambu Tahun 2025

Perlakuan	Kadar Mangan (mg/L)		Penurunan Kadar Mangan (mg/L)	Persentase Penurunan Kadar Mangan (%)
	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan		
Pengulangan 1	2,45	0,61	1,84 mg/L	75,10 %
Pengulangan 2	2,45	0,30	2,15 mg/L	87,75 %
Pengulangan 3	2,45	0,84	1,61 mg/L	65,71 %
Rata-rata			1,87 mg/L	76,32 %

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa kemampuan media karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) diperoleh hasil sebesar 1,87 mg/L (76,32 %).

4. Kadar Mangan yang terkandung pada air sumur gali sesudah dilakukan penyaringan menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit

Berdasarkan hasil penelitian dengan melakukan penyaringan menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit ketebalan masing- masing 40 cm dengan 3 kali pengulangan diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Kemampuan Media *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur di Jorong Jambu Tahun 2025

Perlakuan	Kadar Mangan (mg/L)		Penurunan Kadar Mangan (mg/L)	Persentase Penurunan Kadar Mangan (%)
	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan		
Pengulangan 1	2,45	0,26	2,19 mg/L	89,39 %
Pengulangan 2	2,45	0,35	2,10 mg/L	85,71 %
Pengulangan 3	2,45	0,14	2,31 mg/L	94,28 %
Rata-rata			2,20 mg/L	89,79 %

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa kemampuan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) diperoleh hasil sebesar 2,20 mg/L (89,79%).

C. Pembahasan

1. Kadar Mangan (Mn) Air Sumur Sebelum Menggunakan Media Filter *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada penelitian, didapatkan kondisi yang berbeda-beda dari air sumur gali. Dimana kebanyakan air memiliki karakteristik yang berbau dan keruh. Pada beberapa sumur yang telah diamati, peneliti memilih sumur dengan kondisi air yang dirasa paling keruh dan berbau sebagai sampel. Hal ini dikarenakan peneliti belum bisa memastikan kualitas air masing-masing sumur secara kimia karena belum ada dilakukan pengujian hasil di laboratorium.

Kondisi air sumur gali pada daerah ini berdekatan dengan persawahan. Hal ini secara tidak langsung menjadi faktor mengapa kualitas air pada sumur gali mengalami penurunan hingga tidak layak digunakan untuk kebutuhan higiene dan sanitasi dalam kehidupan sehari-hari. Ini disebabkan air yang digunakan adalah air tanah. Tanah yang berada di dekat persawahan mengalami kontak dengan tanah yang ada disekitarnya sehingga pencemaran tanah pada

sawah secara tidak langsung memengaruhi kondisi kualitas air tanah yang berada di sekitar persawahan.

Dalam penelitian ini, pada pengambilan sampel didapatkan hasil kadar Mangan (Mn) pada air sumur warga adalah sebesar 2,45 mg/L. Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 yang mengatur tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, kadar Mn yang diperbolehkan terkandung di dalam air untuk keperluan higiene dan sanitasi yaitu 0,1 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukan Upaya penurunan kadar mangan tersebut hingga mencapai standar kualitas air bersih sesuai dengan aturan yang berlaku.

2. Kemampuan *Manganese Greensand* Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa media *Manganese greensand* dengan ketebalan 40 cm mampu menurunkan kadar Mn dengan rata-rata penurunan 0,73 mg/L dengan persentase penurunan 29,79 % setelah 3 kali pengulangan. Pada pengulangan pertama, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 1,85 mg/L. Pada pengulangan kedua, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 1,21 mg/L. sedangkan pada pengulangan ketiga, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 2,09 mg/L. Pada pengulangan pertama dan kedua, kadar Mn mengalami penurunan yang dapat terlihat. Namun pada pengulangan ketiga, Kadar Mn justru mengalami peningkatan yang terlihat. Ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu waktu detensi, ketebalan, Teknik pencucian, arah filtrasi, kontak dengan oksigen, dan aktivasi fisika.

Semakin lama waktu detensi air dengan media, maka akan semakin baik dan efektif penurunan kadar mangan. Hal ini dikarenakan media pasir memiliki waktu kontak yang lebih lama dengan air sehingga media pasir bisa menyesuaikan dengan inlet air dan air yang didapatkan di outlet akan memiliki kualitas yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan waktu detensi yang lebih cepat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi

50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Pada waktu 10 dan 20 menit, penurunan kadar Mn terlihat rendah. Penurunan kadar Mn tertinggi terlihat pada waktu 30 menit. Namun pada waktu 40 dan 50 menit, penurunan mengalami perlambatan.³³ Hal ini menandakan bahwa media *manganese greensand* bisa mencapai titik jenuh pada pengulangan tertentu.

Semakin tebal media yang digunakan, maka semakin baik hasil filtrasi dengan media *manganese greensand*. Hal ini dikarenakan semakin tebal media yang digunakan, maka semakin banyak air kontak dengan media. Kontak dengan media yang intens pada tiap lapisan media akan membuat kualitas air menjadi jauh lebih baik dengan media yang memiliki ketebalan lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Terlihat bahwa kadar Mn mengalami penurunan tertinggi pada ketebalan tertinggi pada penelitian.³³

Teknik pencucian yang tidak tepat setelah media digunakan dapat memengaruhi kualitas filtrasi media. Hal ini dikarenakan jika media tidak dicuci dengan benar, maka sisa dari filtrasi media pada pengulangan sebelumnya akan tetap ada pada media. Ini akan menurunkan kemampuan media dalam memfiltrasi air yang dapat berdampak pada penurunan kualitas air yang di filtrasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa media saringan perlu dilakukan pencucian dengan cara mengeruk pasir di bagian atas dan dicuci, setelah bersih dipasang kembali.³⁴ Ini menunjukkan bahwa Teknik pencucian media juga menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam penelitian.

Arah filtrasi juga dapat memengaruhi kualitas air setelah filtrasi. Air yang mengalir dari atas kebawah (*down flow*) cenderung mengalami penyumbatan jika tidak dibersihkan dengan baik. Sedangkan pada air dengan yang mengalir dari bawah keatas (*up flow*) memiliki kecenderungan penyumbatan yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa teknologi saringan pasir yang banyak diterapkan di Indonesia, biasanya saringan konvensional dengan arah aliran dari atas ke bawah

(*down flow*) dengan kekeruhan air baku yang tinggi, akan menyebabkan penyumbatan pada media saringan. Ini juga menjadi salah satu faktor mengapa pada pengulangan selanjutnya kualitas air mengalami penurunan yang terlihat.³⁴

Kontak dengan oksigen juga menjadi faktor dalam penurunan kadar Mn oleh media *manganese greensand*. Ini dikarenakan adanya kontak yang terjadi antara air dan oksigen akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi sehingga dapat membantu menurunkan kadar Mn. Hal ini sejalan dengan penelitian halim yang menemukan bahwa kontak antara zat besi atau mangan yang ada dalam air dengan oksigen yang ada di udara membuat besi atau mangan dapat di oksidasi, yang mana hal tersebut dapat meringankan beban filter. Dengan demikian maka masa pakai (*life time*) dari media filter nya menjadi lebih lama. Ini membuktikan bahwa kontak yang kurang antara air dengan oksigen dapat menyebabkan lebih pendek nya masa pakai (*life time*) dari media filter yang digunakan.²⁴

Proses aktivasi fisika pada media juga dapat memengaruhi kualitas media secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan jika pemeliharaan media dengan aktivasi fisika dilakukan dengan benar, maka kualitas dari media akan tetap terjaga dan bahkan lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa ada aktivasi fisika pada awal penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustiany yang menemukan bahwa zeolit alam dan karbon aktif memiliki beberapa kelemahan, termasuk banyak pengotor dan kurangnya kristalinitas. Aktivasi zeolit alam secara fisik dilakukan untuk memperbaiki karakter karbon aktif dan zeolit alam. Aktivasi ini dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi dengan tujuan menghilangkan pengotor organik, meningkatkan pori, dan memperluas permukaan. Hal ini disebabkan karena proses pengaktifan zeolit alam dengan pemanasan dalam oven bersuhu 200°C menghilangkan kadar air yang terperangkap dalam rongga rongga zeolit sehingga dapat memperluas permukaan pori-porinya dan meningkatkan daya serapnya.³⁵

Pada penelitian Febri Ardiansah, dkk yang menemukan bahwa menurut data analisa kualitas air bahwa kandungan Besi (Fe) dalam air sumur di Desa Keputih, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya adalah 1,521 mg/L, dan kadar

Mangan (Mn) adalah 1,108 mg/L. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa persen penurunan kadar Fe dan Mn pada proses adsorpsi menggunakan *Manganese Greensand*, dengan perubahan berat Manganese Greensand dengan Volume air tanah (gr/L) : 10, 20, 30, 40, 50 dan lama adsorpsi (menit) 10, 20, 30, 40, 50. Dari hasil penelitian ini adalah : penurunan kadar Besi (Fe) terbesar 65,97% pada kondisi operasi 30 gram/1L dan lama adsorpsi 40 menit. Dan diperoleh persentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit.³³

Pada penelitian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa penurunan pada penelitian ini lebih baik dengan data 29,79 % jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mengalami penurunan dengan data 10,43 %. Hal ini dibuktikan dengan adanya selisih penurunan sekitar 19,36 % antara penelitian ini dan penelitian terdahulu.

Pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan 10 gr pasir *manganese greensand* untuk waktu adsorpsi 10 menit dalam beaker glass yang berisi 1 liter air tanah yang kemudian dilakukan pengadukan dengan stirer kecepatan 50 rpm, begitupun untuk variable yang lain yaitu lama adsorpsi 20, 30, 40 dan 50 menit. Dan berat pasir *manganese greensand* (gram): 20, 30, 40 dan 50 gram. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan *manganese greensand* dengan berat 9948 gr yang disaring menggunakan pipa pvc 3 inch dengan 5 liter air sumur menggunakan debit 0,084 L/menit. Inilah yang menyebabkan penurunan kadar mangan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian terdahulu karena pada penelitian ini menggunakan media *manganese greensand* yang lebih banyak (ketebalan 40 cm).

Pasir terlapis mangandioksida (*manganese greensand*) merupakan pasir khusus yang dilapisi dengan bahan katalis. *Manganese greensand* menggunakan mangandioksida untuk bereaksi dengan zat besi, mangan dan hidrogen sulfida, ketiganya akan bereaksi dengan mangandioksida di dalam air dan membentuk endapan yang kemudian terperangkap dalam media filter.²⁴

Penelitian ini mampu menjadikan *manganese greensand* sebagai media untuk menurunkan konsentrasi logam di dalam air terutama Mangan (Mn).

Masyarakat juga bisa mengaplikasikan di rumah tangga karena alat dan bahan yang digunakan mudah diperoleh dan mudah dilakukan. Berdasarkan besar penurunan kadar Mn, maka dapat disimpulkan bahwa *manganese greensand* dapat digunakan dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur gali walaupun hasilnya belum memenuhi SBMKL. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bagaimana cara agar dapat meningkatkan kemampuan *manganese greensand* dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur.

3. Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa media karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm mampu menurunkan kadar Mn dengan rata-rata penurunan 1,87 mg/L dengan persentase penurunan 76,32 % setelah 3 kali pengulangan. Pada pengulangan pertama, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,61 mg/L. Pada pengulangan kedua, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,30 mg/L. sedangkan pada pengulangan ketiga, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,84 mg/L. Pada pengulangan pertama dan kedua, kadar Mn mengalami penurunan yang dapat terlihat. Namun pada pengulangan ketiga, Kadar Mn justru mengalami peningkatan yang terlihat. Ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu waktu detensi, ketebalan, Teknik pencucian, arah filtrasi, kontak dengan oksigen, dan aktivasi fisika.

Semakin lama waktu detensi air dengan media, maka akan semakin baik dan efektif penurunan kadar mangan. Hal ini dikarenakan media pasir memiliki waktu kontak yang lebih lama dengan air sehingga media pasir bisa menyesuaikan dengan inlet air dan air yang didapatkan di outlet akan memiliki kualitas yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan waktu detensi yang lebih cepat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Pada waktu 10 dan 20 menit, penurunan kadar Mn terlihat rendah. Penurunan kadar Mn tertinggi terlihat pada waktu 30 menit. Namun pada waktu 40 dan 50 menit, penurunan mengalami

perlambatan. Hal ini menandakan bahwa media karbon aktif cangkang sawit bisa mencapai titik jenuh pada pengulangan tertentu.³³

Semakin tebal media yang digunakan, maka semakin baik hasil filtrasi dengan media karbon aktif cangkang sawit. Hal ini dikarenakan semakin tebal media yang digunakan, maka semakin banyak air kontak dengan media. Kontak dengan media yang intens pada tiap lapisan media akan membuat kualitas air menjadi jauh lebih baik dengan media yang memiliki ketebalan lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Terlihat bahwa kadar Mn mengalami penurunan tertinggi pada ketebalan tertinggi pada penelitian.³³

Teknik pencucian yang tidak tepat setelah media digunakan dapat memengaruhi kualitas filtrasi media. Hal ini dikarenakan jika media tidak dicuci dengan benar, maka sisa dari filtrasi media pada pengulangan sebelumnya akan tetap ada pada media. Ini akan menurunkan kemampuan media dalam memfiltrasi air yang dapat berdampak pada penurunan kualitas air yang di filtrasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa media saringan perlu dilakukan pencucian dengan cara mengeluarkan media dari bagian atas dan dicuci, setelah bersih dipasang kembali. Ini menunjukkan bahwa Teknik pencucian media juga menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam penelitian.³⁴

Arah filtrasi juga dapat memengaruhi kualitas air setelah filtrasi. Air yang mengalir dari atas kebawah (*down flow*) cenderung mengalami penyumbatan jika tidak dibersihkan dengan baik. Sedangkan pada air dengan yang mengalir dari bawah keatas (*up flow*) memiliki kecenderungan penyumbatan yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa teknologi saringan pasir yang banyak diterapkan di Indonesia, biasanya saringan konvensional dengan arah aliran dari atas ke bawah (*down flow*) dengan kekeruhan air baku yang tinggi, akan menyebabkan penyumbatan pada media saringan. Ini juga menjadi salah satu faktor mengapa pada pengulangan selanjutnya kualitas air mengalami penurunan yang terlihat.³⁴

Kontak dengan oksigen juga menjadi faktor dalam penurunan kadar Mn oleh media karbon aktif cangkang sawit. Ini dikarenakan adanya kontak yang terjadi antara air dan oksigen akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi sehingga dapat membantu menurunkan kadar Mn. Hal ini sejalan dengan penelitian halim yang menemukan bahwa kontak antara zat besi atau mangan yang ada dalam air dengan oksigen yang ada di udara membuat besi atau mangan dapat di oksidasi, yang mana hal tersebut dapat meringankan beban filter. Dengan demikian maka masa pakai (*life time*) dari media filter nya menjadi lebih lama. Ini membuktikan bahwa kontak yang kurang antara air dengan oksigen dapat menyebabkan lebih pendek nya masa pakai (*life time*) dari media filter yang digunakan.²⁴

Proses aktivasi fisika pada media juga dapat memengaruhi kualitas media secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan jika pemeliharaan media dengan aktivasi fisika dilakukan dengan benar, maka kualitas dari media akan tetap terjaga dan bahkan lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa ada aktivasi fisika pada awal penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustiany yang menemukan bahwa zeolit alam dan karbon aktif memiliki beberapa kelemahan, termasuk banyak pengotor dan kurangnya kristalinitas. Aktivasi zeolit alam secara fisik dilakukan untuk memperbaiki karakter karbon aktif dan zeolit alam. Aktivasi ini dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi dengan tujuan menghilangkan pengotor organik, meningkatkan pori, dan memperluas permukaan. Hal ini disebabkan karena proses pengaktifan zeolit alam dengan pemanasan dalam oven bersuhu 200°C menghilangkan kadar air yang terperangkap dalam rongga rongga zeolit sehingga dapat memperluas permukaan pori-porinya dan meningkatkan daya serapnya.³⁵

Pada penelitian Eprie, dkk tentang Pemanfaatan arang cangkang sawit teraktivasi NaOH dan HCl dalam menurunkan Kadar Fe, Mn dan zat warna pada air gambut menemukan bahwa kadar awal Mn dalam air gambut yaitu sebesar 0,199 mg/L. Perlakuan penelitian yaitu masing-masing sebanyak 10g, 15g, dan 20g arang aktif cangkang sawit dimasukkan kedalam air gambut sebanyak 2 liter

kemudian diaduk menggunakan stirrer dengan kecepatan konstan selama 15 menit dan didiamkan selama 15 menit setelah itu disaring menggunakan kertas saring. Kadar Awal Mn dalam air gambut 0,199 mg/L tadi setelah dilakukan perlakuan dengan arang aktif cangkang sawit sebanyak 10g menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,081 mg/L, perlakuan dengan arang aktif cangkang sawit sebanyak 15g menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,12 mg/L dan perlakuan dengan menggunakan arang aktif cangkang sawit sebanyak 20g menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,14 mg/L.³⁶ Sedangkan pada penelitian ini menggunakan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm yang disaring menggunakan pipa pvc 3 inch dengan 5 liter air sumur menggunakan debit 0,084 L/menit. Kadar Awal Mn pada air sumur adalah 2,45 mg/L setelah dilakukan perlakuan didapatkan penurunan konsentrasi dengan rata-rata 1,87 mg/L (76,32 %).

Karbon aktif cangkang sawit memiliki beberapa kelebihan dalam menurunkan kadar mangan dalam air, terutama pada air sumur. Kelebihan utamanya adalah kemampuannya menyerap mangan, sehingga air menjadi lebih bersih dan memenuhi standar kualitas air bersih. Karbon aktif cangkang sawit memiliki luas permukaan yang besar dan pori-pori yang memungkinkan daya serap mangan tinggi. Selain itu, karbon aktif cangkang sawit juga dapat menyerap zat besi dan mengurangi bau serta warna pada air sumur.

Penelitian ini mampu menjadikan karbon aktif cangkang sawit sebagai media untuk menurunkan konsentrasi logam di dalam air terutama Mangan (Mn). Masyarakat juga bisa mengaplikasikan di rumah tangga karena alat dan bahan yang digunakan mudah diperoleh dan mudah dilakukan. Berdasarkan besar penurunan kadar Mn, maka dapat disimpulkan bahwa karbon aktif cangkang sawit dapat digunakan dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur gali walaupun hasilnya belum memenuhi SBMKL. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bagaimana cara agar dapat meningkatkan kemampuan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur.

4. Kemampuan Kombinasi *Manganese Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm mampu menurunkan kadar Mn dengan rata-rata penurunan 2,20 mg/L dengan persentase penurunan 89,79 % setelah 3 kali pengulangan. Pada pengulangan pertama, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,26 mg/L. Pada pengulangan kedua, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,35 mg/L. sedangkan pada pengulangan ketiga, sisa dari penurunan kadar Mn adalah 0,14 mg/L. Pada pengulangan pertama, kadar Mn mengalami penurunan yang dapat terlihat. Namun pada pengulangan kedua, Kadar Mn justru mengalami peningkatan yang terlihat, tetapi pada pengulangan ketiga Kadar Mn kembali mengalami penurunan. Ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu waktu detensi, ketebalan, Teknik pencucian, arah filtrasi, kontak dengan oksigen, dan aktivasi fisika.

Semakin lama waktu detensi air dengan media, maka akan semakin baik dan efektif penurunan kadar mangan. Hal ini dikarenakan media pasir memiliki waktu kontak yang lebih lama dengan air sehingga media pasir bisa menyesuaikan dengan inlet air dan air yang didapatkan di outlet akan memiliki kualitas yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan waktu detensi yang lebih cepat. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Pada waktu 10 dan 20 menit, penurunan kadar Mn terlihat rendah. Penurunan kadar Mn tertinggi terlihat pada waktu 30 menit. Namun pada waktu 40 dan 50 menit, penurunan mengalami perlambatan. Hal ini menandakan bahwa media *manganese greensand* bisa mencapai titik jenuh pada pengulangan tertentu.³³

Semakin tebal media yang digunakan, maka semakin baik hasil filtrasi dengan media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit. Hal ini dikarenakan semakin tebal media yang digunakan, maka semakin banyak air kontak dengan media. Kontak dengan media yang intens pada tiap lapisan media

akan membuat kualitas air menjadi jauh lebih baik dengan media yang memiliki ketebalan lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Ardiansah yang menemukan bahwa presentase penurunan kadar Mangan (Mn) terbesar 10,43% pada kondisi operasi 50 gram/1L dengan lama adsorpsi 30 menit. Terlihat bahwa kadar Mn mengalami penurunan tertinggi pada ketebalan tertinggi pada penelitian.³³

Teknik pencucian yang tidak tepat setelah media digunakan dapat memengaruhi kualitas filtrasi media. Hal ini dikarenakan jika media tidak dicuci dengan benar, maka sisa dari filtrasi media pada pengulangan sebelumnya akan tetap ada pada media. Ini akan menurunkan kemampuan media dalam memfiltrasi air yang dapat berdampak pada penurunan kualitas air yang di filtrasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa media saringan perlu dilakukan pencucian dengan cara mengeruk pasir di bagian atas dan dicuci, setelah bersih dipasang kembali. Ini menunjukkan bahwa Teknik pencucian media juga menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam penelitian.³⁴

Arah filtrasi juga dapat memengaruhi kualitas air setelah filtrasi. Air yang mengalir dari atas kebawah (*down flow*) cenderung mengalami penyumbatan jika tidak dibersihkan dengan baik. Sedangkan pada air dengan yang mengalir dari bawah keatas (*up flow*) memiliki kecenderungan penyumbatan yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Pakasi yang menemukan bahwa teknologi saringan pasir yang banyak diterapkan di Indonesia, biasanya saringan konvensional dengan arah aliran dari atas ke bawah (*down flow*) dengan kekeruhan air baku yang tinggi, akan menyebabkan penyumbatan pada media saringan. Ini juga menjadi salah satu faktor mengapa pada pengulangan selanjutnya kualitas air mengalami penurunan yang terlihat.³⁴

Kontak dengan oksigen juga menjadi faktor dalam penurunan kadar Mn oleh media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit. Ini dikarenakan adanya kontak yang terjadi antara air dan oksigen akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi sehingga dapat membantu menurunkan kadar Mn. Hal ini sejalan dengan penelitian halim yang menemukan bahwa

kontak antara zat besi atau mangan yang ada dalam air dengan oksigen yang ada di udara membuat besi atau mangan dapat di oksidasi, yang mana hal tersebut dapat meringankan beban filter. dengan demikian maka masa pakai (*life time*) dari media filter nya menjadi lebih lama. Ini membuktikan bahwa kontak yang kurang antara air dengan oksigen dapat menyebabkan lebih pendek nya masa pakai (*life time*) dari media filter yang digunakan.²⁴

Proses aktivasi fisika pada media juga dapat memengaruhi kualitas media secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan jika pemeliharaan media dengan aktivasi fisika dilakukan dengan benar, maka kualitas dari media akan tetap terjaga dan bahkan lebih baik jika dibandingkan dengan tanpa ada aktivasi fisika pada awal penelitian. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustiany yang menemukan bahwa zeolit alam dan karbon aktif memiliki beberapa kelemahan, termasuk banyak pengotor dan kurangnya kristalinitas. Aktivasi zeolit alam secara fisik dilakukan untuk memperbaiki karakter karbon aktif dan zeolit alam. Aktivasi ini dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi dengan tujuan menghilangkan pengotor organik, meningkatkan pori, dan memperluas permukaan. Hal ini disebabkan karena proses pengaktifan zeolit alam dengan pemanasan dalam oven bersuhu 200°C menghilangkan kadar air yang terperangkap dalam rongga rongga zeolit sehingga dapat memperluas permukaan pori-porinya dan meningkatkan daya serapnya.³⁵

Pada penelitian Zelna Ratna N.N dan Yayok Suryo Purnomo tentang Penurunan Mangan dengan Aplikasi Filter dan Karbon Aktif menjelaskan bahwa Kombinasi media filter *manganese greensand* dan karbon aktif paling efektif dalam menurunkan kandungan Mn dari 2,3 mg/l menjadi 0,5 mg/l dengan efisiensi penurunan sebesar 80% pada ketebalan media *manganese greensand* 70 cm – karbon aktif 20 cm dengan debit 0,5 liter/menit.⁵ Pada penelitian yang dilakukan, dapat dilihat bahwa penurunan pada penelitian ini lebih baik dengan data 89,79% jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mengalami penurunan dengan data 80,00%. Hal ini dibuktikan dengan adanya selisih penurunan sekitar 9,79% antara penelitian ini dan penelitian terdahulu.

Pada penelitian sebelumnya menggunakan kombinasi media *manganese greensand* 70 cm dan karbon aktif tempurung kelapa 20 cm dengan debit 0,5 liter/menit mampu menurunkan kandungan Mn dari 2,3 mg/l menjadi 0,5 mg/l dengan efisiensi penurunan sebesar 80 %. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm yang disaring menggunakan pipa pvc 3 inch dengan 5 liter air sumur menggunakan debit 0,084L/menit mampu menurunkan kadar Mn hingga 89,79 %.

Dapat dilihat bahwa ketebalan media berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kadar mangan air sumur, Dimana semakin tebal media maka persentase penurunan kadar Mn semakin efektif. Hal ini dikarenakan semakin banyak media yang ditambahkan, maka semakin luas permukaan pori-pori yang dapat mengikat kation di dalam air sehingga kadar Mn di dalam air semakin berkurang.

Penelitian ini mampu menjadikan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit sebagai media untuk menurunkan konsentrasi logam di dalam air terutama Mangan (Mn). Masyarakat juga bisa mengaplikasikan di rumah tangga karena alat dan bahan yang digunakan mudah diperoleh dan mudah dilakukan. Berdasarkan besar penurunan kadar Mn, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dapat digunakan dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur gali walaupun hasilnya belum memenuhi SBMKL. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bagaimana cara agar dapat meningkatkan kemampuan kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dalam menurunkan kadar Mn pada air sumur.

Adapun keterbatasan dalam penelitian ini yaitu peneliti hanya melakukan uji kadar Mn air sumur sebelum penyaringan satu kali disaat pengulangan pertama, sedangkan pada pengulangan kedua dan ketiga peneliti tidak melakukan uji kadar Mn air sumur tersebut. Media filter yang digunakan untuk penyaringan juga tidak teraktivasi secara maksimal. Pada saat melakukan pencucian media untuk setiap kali pengulangan, peneliti tidak melakukan kontrol pada pencuciannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar mangan (Mn) air sumur sebelum menggunakan media filter *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit yaitu sebesar 2,45 mg/L.
2. Kemampuan *manganese greensand* dengan ketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur yaitu sebesar 0,73 mg/L (29,79 %).
3. Kemampuan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur yaitu sebesar 1,87 mg/L (76,32 %).
4. Kemampuan kombinasi *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm dalam menurunkan kadar mangan (Mn) pada air sumur yaitu sebesar 2,20 mg/L (89,79 %).

B. Saran

1. Bagi Masyarakat

Untuk menurunkan kadar Mn pada air sumur dapat disarankan kepada masyarakat agar mengaplikasikan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan ketebalan masing-masing 40 cm dalam kehidupan sehari-hari.

2. Bagi Peneliti Lain

Pada penelitian ini diketahui bahwa pipa yang berisi kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit dengan variasi ketebalan 40 cm mampu menurunkan kadar mangan (Mn) hingga 2,20 mg/L (89,79%). Untuk itu disarankan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan penambahan pada ketebalan media lebih dari 40 cm serta menggunakan kombinasi 2 media pada 1 perlakuan agar hasil yang didapatkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan. 2023.
2. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. 2023.
3. Marlinae L, Khairiyati L, Waskito A, Rahmat AN. Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan. ISBN : 978-623-7550-90-7. Yogyakarta: CV. Mine; 2021. 136 p.
4. Adeko R, Mualim. Penurunan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Dengan Kombinasi Tray Aerator Dan Filtrasi. *Journal of Nursing and Public Health*. 2023;11(1):279–83.
5. Purnomo YS, Ratna N.N. Z. Penurunan Mangan Dengan Aplikasi Filter Dan Karbon Aktif. *Jurnal Envirotek*. 2020;11(2):1–8.
6. Rojali, El-Jannah SM, Wartiniyati, Pangestu, Aliza FN. Kemampuan Media Filter Manganese Greensand Dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Tanah, Kelurahan Gunung Kebayoran Baru Jakarta. *Sulolipu Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 2024;24(1):68–77.
7. Lutfi Riansyah M, Al-Kholif M. Pengaruh Media Filter Manganesegreensand, Karbon Aktif, Pasir Silika Dan Kerikil Dalam Menurunkan Kadar Mangan, Kekeruhan Dan Bau Pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Waktu* [Internet]. 2021;19(02):24–30. Available from: <http://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/view/2347>
8. Haryono. Buku Ajar Sanitasi Lingkungan, Filter Reaktif Penurunan Kadar Mangan Air Sumur. Vols. 978-623–62. Yogyakarta: Poltekkes Jogja Press; 2021. 1–56 p.
9. Tamjidillah M, Ramadhan MN. Teknologi Pengolahan Air Bersih. Malang: CV. IRDH; 2015. 6 p.
10. Ramadhan MI. Studi Mikrofiltrasi Dan Adsorpsi Air Limbah Wudhu Secara Kontinyu. *Jurnal Ilmiah Multidisipliner (JIM)*. 2024;8(7):362–8.
11. Viena, V., Bahagia, B., & Afrizal, Z. (2020). Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan pH Air Sumur. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1). 875 – 882.
12. Kholif M Al, Ma'fuddin TY, Widyastuti S. Tingkat Penyisihan Cemarkan Air Sungai Menggunakan Coagulant Aid, Sediment Polypropylene, Dan Manganese Greensand. *Jurnal Teknik Waktu*. 2018;16(1):1–8.
13. Puspasari HW, Tanjung R, Asyfiradayati R, Irawan O, Handoko L, Fitra M,

et al. Kesehatan Lingkungan. 2022. 241 p.


14. Suyono, Budiman. Kesehatan Lingkungan sebagai Lingkup Ilmu Kesehatan Masyarakat. Bandung: Refika Aditama; 2020. 232 p.
15. Sugriarta E, Suksmerri. Penyehatan Air II. Padang: Get Press Indonesia; 2025. 231 p.
16. Saswini AAU, Yusriyanto, Syafri M. Studi Penggunaan Media Filtrasi Pasir Silika, Manganese, Dan Arang Aktif Untuk Menurunkan Parameter Pencemaran TDS, Mangan, Nitrat (NO₂) dan MPN Coliform Terhadap Kuliatas Air Sumur Gali di Kelurahan Patingalloang, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar. Barongko: Jurnal Ilmu Kesehatan. 2023;2(1):41–55.
17. Said NI. Pembuatan Filter Untuk Menghilangkan Zat Besi dan Mangan Di Dalam Air. 2020;6.
18. Rasmito A, Pamungkas DA, Arsandi MRJ, Bayu S, Widarto WT. Penggunaan Manganese Green Sand Untuk Menurunkan Kadar Fe dan Mn Dalam Air Tanah. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP). 2019;30(November):30–47.
19. Zaman N, Nasution NH, Susilawaty IA, Sitorus E, Mohamad E, Syam ZRMA, et al. Manajemen Kualitas Air. Vol. 7. Yayasan Kita Menulis; 2023.
20. Aliza FN. Kemampuan Media Filter Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah berdasarkan Volume Air yang di Saring. 2023.
21. Sumantri A. Kesehatan Lingkungan. Depok: Kencana; 2017.
22. Handayani, Sumaryati, Mamede M, Pertiwi N, Riyanti, Sunartaty R, et al. Teknik Lingkungan. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi; 2022. 242 p.
23. Wahyuningtyas RS, Budi PT, Mimin K. Perbedaan Ketebalan Media Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Bersih. Riset Kesehatan Poltekkes Kemenkes. 2020;11(2):155–9.
24. Halim A, Hermawan A, Prastyo A. Penyisihan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Sumur dengan Media Pasir Terlapis Mangan Dioksida. Jurnal Bhuwana. 2022;2(1):45–56.
25. Ashar T. Analisis Risiko Asupan Oral Paparan Mangan dalam Air terhadap Kesehatan Masyarakat. Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional. 2007;2(3):106.
26. Tarigan LB. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih Di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuatnana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015. 2015.
27. Jumiati E, Tambunan EPS. Peningkatan Kualitas Air Minum Bersumber dari Air Sumur Bor dengan Metode Filtrasi. Navigation Physics : Journal of

Physics Education. 2024;6:55–63.

28. Mashuri T. Teknologi Pengolahan Air Sederhana. Yogyakarta: Deepublish; 2017. 88 p.
29. Marlinae L, Biyatmoko D, Irawan C, Husaini, Suhartono E, Arifin S, et al. Pengaruh Penerapan Teknik Dan Metode Pengolahan Air Sederhana Berdasar Sumber Daya Lokal Dalam Penyediaan Sumber Air Bersih Untuk Pasca Banjir. Yogyakarta: CV Mine; 2021. 159 p.
30. Rosfianto R, Purwoto S. Treatment Coagulant Aid Dan Filtrasi Manganese Greensand Dalam Menurunkan Kadar Mangan Dan Klorida. Jurnal Teknik Waktu. 2019;17(2):37–44.
31. Sucipto CD. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gosyen Publishing; 2019. 283 p.
32. Afiza N. Kemampuan Karbon Aktif Cangkang Sawit dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Gali. 2022.
33. Ardiansah F, Fais MA, Rasmito A. Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Menggunakan Manganese Greensand Pada Air Tanah. Trend (Technology Renew Energy Dev [Internet]. 2023;3(1):176–80. Available from:<https://www.jurnalftijayabaya.ac.id/index.php/TREnD/article/view/259>
34. Pakasi FG. Efektivitas Saringan Pasir Up Flow dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Baku. Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado. 2019;4(1).
35. Agustiany D, Wahyudin D, Iqbal M. Variasi Waktu Kontak Media Filter Zeolit dan Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Bersih di PT. X. Jurnal Promotif Preventif. 2024;7(4):841–8.
36. Eprie, Bungas K, Abudarin A. Pemanfaatan arang cangkang sawit teraktivasi NaOH dan HCl dalam menurunkan kadar Fe, Mn dan zat warna pada air gambut. Journal of Environment and Management. 2022;3(2):146–52.

Lampiran 1. Hasil Laboratorium Pemeriksaan Kadar Mn Pada Air Sumur

a. Hasil uji kadar Mn air sumur sebelum dilakukan perlakuan



PEMERINTAH KABUPATEN BOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN BAHAYAH
Jalan Raya, Desa Cendang, RT 1 Desa Paksi, Kecamatan Temon, Kabupaten Bolok, 37191
 Telp. 0271-811 8881 (sore) e-mail : labkesbaha@kab.bolok.go.id


No. Laporan
 Perihal
 Jenis Sampel
 Tgl Pengiriman
 Alamat
 Hari Pengiriman
 Tgl Pengiriman
 Tgl Terima di Lab
 Pengirim Sampel
 Penerima Sampel
 Alamat Balok


NO. LKES/KESEH/KB-BL-2021
 Hasil Pemeriksaan Kesehatan Air Sumur
 Nomor LKES
 No. Tgl. Sampel
 Jumlah Sampel
 14-10-2021
 10 April 2021
 12 April 2021
 Lokasi Sampel
 Temon, K. Bolok, Hadi Anggoro, A.M.Si, PIRI KIRI, K.S
 Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah Nomor 2 Tahun 2021 tentang Peraturan
 Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2018 tentang Kesehatan / lingkungan
 Pengiriman & cara pengirim sesuai Lab. Kesehatan

Laporan No.
 No. Sampel
 Tgl


Hasil Pengiriman

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	Ket
			Air Minum	Air Higienis Kesehatan		
1	Ammonium	mg/l	0	0	0	
2	Barium	mg/l	0	0	0	
3	Besi	mg/l	0	0	0	
4	Bromida	mg/l	0	0	0	
5	Kalsium	mg/l	0	0	0	
6	Klorida	mg/l	0	0	0	
7	Kromium	mg/l	0	0	0	
8	Kuprum	mg/l	0	0	0	
9	Magnesium	mg/l	0	0	0	
10	Mangan	mg/l	0	0	0	
11	Nitrat	mg/l	0	0	0	
12	Nitrit	mg/l	0	0	0	
13	Sulfida	mg/l	0	0	0	
14	Sulfat	mg/l	0	0	0	
15	Selenium	mg/l	0	0	0	
16	Seng	mg/l	0	0	0	
17	Sodium	mg/l	0	0	0	
18	Silika	mg/l	0	0	0	
19	Strontium	mg/l	0	0	0	
20	Tungsten	mg/l	0	0	0	
21	Zink	mg/l	0	0	0	
22	Zinc	mg/l	0	0	0	


Disetujui Oleh : 

Disetujui Oleh : 

Tgl. Hasil : 14-10-2021

Pemeriksaan : 

UPT Laboratorium Kesehatan Kabupaten Bolok



- 

PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESIHATAN DAERAH
Jl. R. Soekarno No. 100, Kota Solok, Sumatera Utara 22111
 Telp. (061) 912 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 26

- [illegible]

- d. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit pengulangan 1



PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Raya Solok-Padang, 20117 Solok Utara, Provinsi Sumatera Barat, Kode Pos 27102
 Telp. (0273) 8670-9013 Email: uktlabda@solok.go.id

No. Agenda: _____
 Tanggal: _____
 Jenis Sampel: _____
 Tanggal Pengambilan: _____
 Alamat: _____
 Jenis Sampel: _____
 Tgl. Pengambilan: _____
 Tgl. Terima di Lab: _____
 Petugas Pengambilan: _____
 Petugas Pengiriman: _____
 Nomor Induk: _____

ANALISA KIMIA (Tgl. 01/01/2023)
 Ukt Lab Kesehatan Masyarakat Air Minum
 Nomor Lab: _____
 Jenis Uji: 1, 2/1
 Hasil Lab: _____
 No. SP: 0010
 13 Jan 2023
 12 Jan 2023
 Laboratorium
 Tergin, A.Md, Anal. Kimia, S.240.04, Peta (Dik. 010, S.24)
 Program Studi: Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara
 Pelaksanaan: Pelaksanaan Praktikum di Laboratorium 2014 Tahunan Kesehatan Lingkungan
 Sampling di luar ruangan, awal Lab. Praktikum

Kepada YB:
 Pak. Lurah Padang
 Bk
 Tergin

Hasil Pengujian

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pengujian	Ket
			As. Minum	As. Higienis Sanitasi		
1	pH	—	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	—	—
2	Warna	TCU	15	15	—	—
3	Kejernihan	NTU	5	5	—	—
4	Kebersihan	—	—	—	—	—
5	Kebersihan	—	—	—	—	—
6	Kebersihan	—	—	—	—	—
7	Kebersihan	—	—	—	—	—
8	Kebersihan	—	—	—	—	—
9	Kebersihan	—	—	—	—	—
10	Kebersihan	—	—	—	—	—
11	Kebersihan	—	—	—	—	—
12	Kebersihan	—	—	—	—	—
13	Kebersihan	—	—	—	—	—
14	Kebersihan	—	—	—	—	—
15	Kebersihan	—	—	—	—	—
16	Kebersihan	—	—	—	—	—
17	Kebersihan	—	—	—	—	—
18	Kebersihan	—	—	—	—	—
19	Kebersihan	—	—	—	—	—
20	Kebersihan	—	—	—	—	—
21	Kebersihan	—	—	—	—	—

Direktoran Chd: _____
 Bina Kesehatan, A.Md, AS

Batas (01/01/2023, Jan 2023)
 Petugas Pengambilan Sampel
 (Tgl. Pengambilan Sampel: 01/01/2023)


Terdapat: _____
 Keterangan: _____
 Keterangan: _____
 Keterangan: _____

- e. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan *manganese greensand* pengulangan 2



PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Raya Solok-Padang Bala 7 Km, Desa Pematang Siantan, Kecamatan Padang Bala, Kota Solok, Sumatera Utara 22111
Telp. (061) 832 2679/2681, E-mail: labkesda@solokkab.go.id


No. Agenda Profil Jenis Sampel Tgl. Sampling Alamat Jenis sampling Tgl. Sampling Tgl. Terima di Lab. Petugas Sampling Petugas Pemeriksaan Asisten Teknis	4411011.408.0104.07-2019 Hasil Pemeriksaan Kesehatan Air Bersih Nomor Gali Pematang Siantan Desa Lumban 06-01-2019 12 Juni 2019 12 Juni 2019 Lenny Andika Ginting, A.Md, Rita Andriani, A.Md, Ns, Prita Erika ST, S.Si Petugas: Stasiun Kesehatan Regional Sumatera Utara Tahun 2019 Timbang Pematang Siantan Pelaksanaan Pemeriksaan Parameter Nomor 06 Tahun 2014 Timbang Kesehatan Lingkungan Sampling & Anal sampling secara Lab. Parameter	Nomor Vp No. Lupa Analisa Di Tempas
--	---	--

Hasil Pengujian

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	Cat
			Air Minum	Air Higienis Terbatas		
A. Mikrobiologi						
1	Bayonet/ml colt	CFU/100 ml sampel	0	0	-	
2	Total Coliform	CFU/100 ml sampel	0	0	-	

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	Cat
			Air Minum	Air Higienis Terbatas		
B. Fisika						
1	pH	-	Tidak Terbatas	Tidak Terbatas	-	
2	Warna	PCU	10	10	-	
3	Turbiditas (NTU)	mg/l	<300	<300	-	
4	Kekeruhan	NTU	-	-	-	
5	Suhu	°C	10 - 25	10 - 25	-	
C. Kimia						
1	Amonia	mg/l	0,01	0,05	-	
2	Fluorida	mg/l	1,2	1,5	-	
3	Nitrat (nitrogen) (NO ₃ -N)	mg/l	5	5	-	
4	Nitrat (mg NO ₃ -N/l)	mg/l	50	50	-	
5	Fluorida	mg/l	0,05	0,2	-	
6	Chlorine	mg/l	0,2	0,2	-	
7	Des	mg/l	0,2	0,2	-	
8	Mangan	mg/l	0,1	0,1	1,25	
9	zat	-	8,3 - 8,3	8,3 - 8,3	-	
10	Karbonat	mg/l	0,001	0,001	-	
11	Konsentrasi Volume %	mg/l	0,01	0,01	-	
12	Hardness	mg/l	3	3	-	
13	Sulfat	mg/l	200	200	-	
14	Sisa Klorin	mg/l	0,2 - 0,5	1	-	

Direktur (Nik) Petugas (Andika, A.Md, Ns)



Solok, 12 Juni 2019
 Petugas: Stasiun Kesehatan Regional Sumatera Utara
 UPT Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Solok
 Lenny Andika

Legenda:

- Garis Merah Batas Maks

- Garis Hijau Batas Maks

- Garis Kuning Batas Maks

- Garis Biru Batas Maks

- f. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan karbon aktif cangkang sawit pengulangan 2



PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Sateh Solok Kelapa III RT 1 Desa Sateh Permai Kecamatan Sateh Kota Pos 27000
 Telp. +62 812 8497001 Email : labkesd@solokkab.go.id

No. Agenda Paralel Jenis Sampel Teknik Sampling Aliran Jenis Pengirim Tgl. Pengirim Tgl. Terima di Lab Pengasas Sampel Pengasas Pemeriksaan Nomor Pelat	0470543.AIMC2024/VI.0425 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Minum Sampel Maki Post Test 2, PT Sateh Latak 09.10.2023 10.10.2023 12 Juli 2023 Laka/Amalia Timbulu A.Md, Msc. Analisist. A.Md N, Psk. Ilham DZ, S.Si Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2013 Tentang Parameter Pelaksanaan Peraturan Perundang-undangan Nomor 10 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan Sampling di luar tanggung jawab Lab. Kesehatan	Ekspedisi Tgl. Laka/Amalia Maki Timbulu
---	---	--

Hasil Pengujian


No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	Cat
			Air Minum	Air (Sipakan Keras)		
A	Mikrobiologi					
1	Coliforma aer	CFU/100 ml, aerob	0	0	—	
2	Total Coliform	CFU/100 ml, aerob	0	0	—	

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	Cat
			Air Minum	Air (Sipakan Keras)		
B	Fisika					
1	Warna	—	Tidak terukur	Tidak terukur	—	
2	Waktu	menit	0	10	—	
3	Time Chlorine Demand (TCD)	menit	<300	<200	—	
4	Kekerasan total	mg/L	<3	<3	—	
5	Kalkium	mg/L	0 - 75	0 - 75	—	
6	Magnesium	mg/L	0 - 75	0 - 75	—	
7	Chloride	mg/L	0 - 25	0 - 25	—	
8	Sulfate	mg/L	0 - 25	0 - 25	—	
9	Iron	mg/L	0 - 0.3	0 - 0.3	—	
10	Copper	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
11	Lead	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
12	Mercury	mg/L	0 - 0.01	0 - 0.01	—	
13	Cadmium	mg/L	0 - 0.01	0 - 0.01	—	
14	Chromium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
15	Fluoride	mg/L	0 - 1.5	0 - 1.5	—	
16	Strontium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
17	Selenium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
18	Vanadium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
19	Antimony	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
20	Barium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
21	Bismuth	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
22	Cobalt	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
23	Copper	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
24	Lead	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
25	Mercury	mg/L	0 - 0.01	0 - 0.01	—	
26	Nickel	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
27	Silver	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
28	Sodium	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	
29	Zinc	mg/L	0 - 0.05	0 - 0.05	—	

Disetujui Oleh :  Kepala Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Solok


 Laka/Amalia, 10.10.2023
 Timbulu A.Md, Msc. Analisist. A.Md N, Psk. Ilham DZ, S.Si
 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2013 Tentang Parameter
 Pelaksanaan Peraturan Perundang-undangan Nomor 10 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan
 Sampling di luar tanggung jawab Lab. Kesehatan

- g. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit pengulangan 2



PEDAGANG KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Raya Solok-Padang 83311 Solok Sumatera Barat Kode Pos 17191
 Telp. (081) 822 8891 (081) 822 8892 E-mail : upk@kemkes.kabidat.solok.go.id

No. Laporan: 443/2023/LAB/KEK/14/01/2023
 Tanggal: 14 Januari 2023
 Jenis Sampel: Air Minum
 Lokasi: Kecamatan Solok
 Tanggal Pengambilan: 14 Januari 2023
 Nama Pengirim: UPT Laboratorium Kesehatan Daerah
 Alamat: Solok

Revisi: 01
 No. Revisi: 01
 Tanggal: 14 Januari 2023
 Alasan: Hasil Uji Tidak Sesuai

Revisi: 01
 No. Revisi: 01
 Tanggal: 14 Januari 2023
 Alasan: Hasil Uji Tidak Sesuai

Hasil Pengujian

No	Parameter	Satuan	Batas Maksimum		Hasil Pengujian	Catatan
			mg/L	mg/L		
1	Ammonia Nitrogen	mg/L	0,5	0,5	0,05	
2	Ammonia Nitrogen	mg/L	0,5	0,5	0,05	

No	Parameter	Satuan	Batas Maksimum		Hasil Pengujian	Catatan
			mg/L	mg/L		
3	Barium	mg/L	0,1	0,1	0,05	
4	Besi	mg/L	0,1	0,1	0,05	
5	Bromida	mg/L	0,1	0,1	0,05	
6	Kalsium	mg/L	0,1	0,1	0,05	
7	Klorida	mg/L	0,1	0,1	0,05	
8	Kromium	mg/L	0,1	0,1	0,05	
9	Kuprum	mg/L	0,1	0,1	0,05	
10	Magnesium	mg/L	0,1	0,1	0,05	
11	Mangan	mg/L	0,1	0,1	0,05	
12	Nitrat	mg/L	0,1	0,1	0,05	
13	Nitrit	mg/L	0,1	0,1	0,05	
14	Sulfat	mg/L	0,1	0,1	0,05	
15	Sulfida	mg/L	0,1	0,1	0,05	

Hasil Pengujian: Sesuai Standar, A.M.B. 01

Kontak: 081 822 8891
 Pengantar: 081 822 8891
 UPT Laboratorium Kesehatan Daerah
 Solok

- h. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan *manganese greensand* pengulangan 3



PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Raya Solok-Padang 934.5 Km dari Padang Sumatera Barat Kode Pos 27067
 Telp. (0752) 8445000 Fax. (0752) 8445000 Email: upk@solok.go.id

Tgl. Agende
Pemberit
Jenis Sampel
Tipe Sampel
Alamat
Jenis Sampel
Tgl. Pengambilan
Tgl. Terima di Lab.
Pengantar Sampel
Pengantar Sampel
Kontak Lab.

447/100/LAB/KESEH/01/2021
 (Nama) Pemerintah Kabupaten Solok
 (Jenis) Sampel
 (Tipe) TPA 1, T2
 (Alamat) Bako Lurah
 (Jenis Sampel) air minum
 (Tgl. Pengambilan) 13 Juni 2021
 (Tgl. Terima di Lab.) 13 Juni 2021
 (Pengantar Sampel) Lurah Bako
 (Pengantar Sampel) Lurah Bako
 (Kontak Lab.) Lurah Bako

Supir Vb
 NIK Lurah Bako
 (Jenis) TPA

Hasil Pengujian


No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pengukuran	Cat
			As. Minum	As. Pengantar Sampel		
1	Chlorine (mg/L)	mg/L	1	2	-	-
2	Total Coliform	CFU/100 ml sampel	0	0	-	-

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pengukuran	Cat
			As. Minum	As. Pengantar Sampel		
3	Temp	°C	35	35	-	-
4	pH	-	6,5	8,5	-	-
5	Hardness (mg/L CaCO ₃)	mg/L	500	500	-	-
6	Calcium	mg/L	100	100	-	-
7	Magnesium	mg/L	10	10	-	-
8	Iron	mg/L	0,3	0,3	-	-
9	Copper	mg/L	1,3	1,3	-	-
10	Lead (mg/L Pb)	mg/L	0,1	0,1	-	-
11	Mercury (mg/L Hg)	mg/L	0,01	0,01	-	-
12	Fluoride	mg/L	1,5	1,5	-	-
13	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
14	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
15	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
16	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
17	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
18	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
19	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
20	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
21	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
22	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
23	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-
24	Chlorine	mg/L	0,5	0,5	-	-

Disetujui (Tanda Tangan) : Lurah Bako
 (Stempel) Lurah Bako
 (Tanggal) 13 Juni 2021



- j. Hasil uji kadar Mn setelah dilakukan penyaringan menggunakan kombinasi media *manganese greensand* dan karbon aktif cangkang sawit pengulangan 3



PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK
UPT LABORATORIUM KESEHATAN DAERAH
Jalan Rasi-Solok-Paling 8313 Solok Sumatera Barat 27061
 Telp. (081) 832 8000 Suku. E-mail: labkesda@solok.go.id

No. Revisi: _____
 Perihal: _____
 Jenis Sampel: _____
 Tgl. Sampling: _____
 Alamat: _____
 No. sampling: _____
 Tgl. Sampling: _____
 Tgl. Terima di Lab: _____
 Petugas Sampling: _____
 Petugas Pemeriksaan: _____
 Aspek: Fisik

LAB/KESEHATAN/PS-2023
 Hasil Pemeriksaan: Kimia Air Minum
 Nomor Gak: _____
 Post Test 3, PS
 Hasil Labori: _____
 No. ST: 8084
 13 Juni 2023
 13 Juni 2023
 Lokasi: Solok
 Timbul: A.242, Rasi Arutman, A.M.23, Peta Citra 476, 3.3
 Parameter Mutu Kesehatan Masyarakat (MUKM) Tahun 2023 (Tersing Parameter)
 Pelaksanaan Pemeriksaan Parameter Mutu Air Tahun 2014 Tersing Parameter Lingkungan
 Sampling di laut sampling jernih 1 air.Pemeriksaan


Kategori: Ym
 No. Labor: 400011
 Ya
 Terang

Hasil Pengujian:

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	G/H
			Air Minum	Air Bersih Bersih		
A	kebersihan					
1	kebersihan air	CC/100 ml sampel	0	0		
2	kebersihan air	CC/100 ml sampel	0	0		

No	Parameter	Satuan	Batas Maks		Hasil Pemeriksaan	G/H
			Air Minum	Air Bersih Bersih		
B	PH					
1	PH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,5		
2	PH	PH	6,5	8,5		
3	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
4	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
5	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
6	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
7	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
8	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
9	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
10	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
11	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
12	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
13	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		
14	kebersihan air	mg/l	0,05	0,05		

Dibuatkan Oleh: _____
 Hasil Pemeriksaan: A.M.23

Kata Kunci: 25 Juni 2023
 Pemeriksaan: 25 Juni 2023
 PPT: 25 Juni 2023


Prosedur: _____
 Petugas: _____
 Petugas: _____
 Petugas: _____
 Petugas: _____

Lampiran 2. Hasil Pengolahan Data

1. *Manganese greensand*

a. Pengulangan 1

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 1,85 \\ &= 0,60 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0,60}{2,45} \times 100\% \\ &= 24,49\%\end{aligned}$$

b. Pengulangan 2

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 1,21 \\ &= 1,24 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{1,24}{2,45} \times 100\% \\ &= 50,61\%\end{aligned}$$

c. Pengulangan 3

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 2,09 \\ &= 0,36 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0,36}{2,45} \times 100\% \\ &= 14,69\%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn} = \frac{(0,60 + 1,24 + 0,36)}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,73 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0,73}{2,45} \times 100\% \\ &= 29,79\%\end{aligned}$$

2. Karbon aktif cangkang sawit

a. Pengulangan 1

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,61 \\ &= 1,84 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{1,84}{2,45} \times 100\% \\ &= 75,10\%\end{aligned}$$

b. Pengulangan 2

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,30 \\ &= 2,15 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{2,15}{2,45} \times 100\% \\ &= 87,75\%\end{aligned}$$

c. Pengulangan 3

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,84 \\ &= 1,61 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{1,61}{2,45} \times 100\% \\ &= 65,71\%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn} = \frac{(1,84 + 2,15 + 1,61)}{3} = \frac{5,6}{3} = 1,87 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{1,87}{2,45} \times 100\% \\ &= 76,32\%\end{aligned}$$

3. *Manganes greensand* dan Karbon aktif cangkang sawit

a. Pengulangan 1

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,26 \\ &= 2,19 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{2,19}{2,45} \times 100\% \\ &= 89,39\%\end{aligned}$$

b. Pengulangan 2

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,35 \\ &= 2,10 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{2,10}{2,45} \times 100\% \\ &= 85,71\%\end{aligned}$$

c. Pengulangan 3

$$\begin{aligned}\text{Penurunan Mn} &= \text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir} \\ &= 2,45 - 0,14 \\ &= 2,31 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{2,31}{2,45} \times 100\% \\ &= 94,28\%\end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn} = \frac{(2,19 + 2,10 + 2,31)}{3} = \frac{6,6}{3} = 2,20 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata Persentase Penurunan Kadar Mn} &= \frac{\text{Rata-rata Penurunan Kadar Mn}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{2,20}{2,45} \times 100\% \\ &= 89,79\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Dokumentasi

	
Air sumur yang mengandung Mangan (Mn)	<i>Manganese greensand/pasir mangan</i>
	
Karbon aktif cangkang sawit	Alat dan bahan yang digunakan
	
Rancangan sederhana penyaringan air yang mengandung Mn	Memasukkan media <i>manganese greensand</i> ke dalam pipa penyaring



Memasukkan media karbon aktif cangkang sawit ke dalam pipa penyaring



Mengatur debit air



Proses penambahan air ke dalam alat penyaringan air



Proses pengambilan sampel



Pengukuran Suhu dan PH pada sampel



Mengantar sampel air yang telah disaring ke laboratorium untuk di uji

Lampiran 4. Lembar Konsultasi



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

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lani Amelia
NIM : 221110097
Program Studi : D3 Sanitasi
Pembimbing I : Dr. Imawartini, S.Pd, MKM
Judul Tugas Akhir : Kemampuan Manganase *Grounded* Dan Karbon Aktif Cangkang
Sewi Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur
Gali Tahun 2023

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Petah 18 Juni 2023	Konsultasi BAB IV	
II	Jumatah 20 Juni 2023	Revisi Kemampuan Tugas Akhir (Bab I - V)	
III	Senin 23 Juni 2023	Konsultasi BAB IV	
IV	Kamis 26 Juni 2023	Revisi BAB IV	
V	Senin 30 Juni 2023	Konsultasi BAB V	
VI	Petah 2 Juli 2023	Revisi BAB V	
VII	Kamis 5 Juli 2023	Konsultasi BAB IV, V menyimpulkan secara lengkap	
VIII	Jumatah 4 Juli 2023	ACC	

Padang, Juli 2023

Ketua Prodi Diploma 3 Sanitasi

Lindawati, SKM, M.Kes
NIP.19730613 200812 2 002



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

LEMBAR

KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Lara Amelia

NIM : 221110097

Program Studi : D3 Sanitasi

Pembimbing II : R. Firwardi Marza, SKM, M.Kes

Judul Tugas Akhir : Kemampuan *Mangrove Greensand* Dan Karbon Aktif Cangkang Sawit Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali Tahun 2025

Bimbingan ke	Hari/Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
I	Senin 24 Juli 2025	Konsultasi BAB II	
II	Kamis 26 Juli 2025	Perin keseluruhan tugas Akhir (BAB I-IV)	
III	Senin 30 Juli 2025	Konsultasi BAB IV, V	
IV	Kamis 2 Juli 2025	Perin BAB IV, V	
V	Senin 4 Juli 2025	Konsultasi BAB IV, V	
VI	Rabu 9 Juli 2025	Perin BAB IV, V	
VII	Jumate 11 Juli 2025	Konsultasi BAB IV, V menyusun dan akan berakhir	
VIII	Selasa 15 Juli 2025	ACC	

Padang, Juli 2025

Kemah Prodi Diploma 3 Sanitasi

R. Firwardi Marza, SKM, M.Kes
NIP.19750613.200012.2.002

TUGAS AKHIR LANA AMELIA.docx

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Muhammadiyah Palembang Student Paper	2%
2	Submitted to Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang Student Paper	1%
3	Submitted to Universitas Muhammadiyah Semarang Student Paper	1%
4	Submitted to Badan PPSPDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	1%
5	www.authorstream.com Internet Source	1%
6	Submitted to Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya Student Paper	<1%
7	Submitted to IAIN Bengkulu Student Paper	<1%

Submitted to itera