

Nurfitriani Azizah

Artikel Sulolipu Indo Rezkyana

- Artikel Sulolipu Indo Rezkyana
- PENELITIAN NURFITRIANI
- Politeknik Kesehatan Kemenkes Makassar

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3345370409

Submission Date

Sep 20, 2025, 12:40 PM GMT+7

Download Date

Sep 20, 2025, 12:43 PM GMT+7

File Name

JURNAL_EKKY_INDONESIA_1.docx

File Size

211.9 KB

12 Pages

4,777 Words

28,786 Characters

21% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 14%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 17% Internet sources
- 14% Publications
- 5% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Student papers		
	Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan		3%
2	Internet		
	eprints.poltekkesjogja.ac.id		2%
3	Internet		
	ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id		2%
4	Publication		
	Muhammad Rasid, Vita Pramaningsih, Yannie Isworo. "Efektivitas Variasi Ukuran ...		1%
5	Internet		
	journal.poltekkes-mks.ac.id		1%
6	Internet		
	repository.unja.ac.id		<1%
7	Internet		
	jurnal.umpar.ac.id		<1%
8	Internet		
	terkini.id		<1%
9	Internet		
	e-journal.upr.ac.id		<1%
10	Publication		
	Khoirul Arifah. "Khoirul Arifah", INA-Rxiv, 2019		<1%
11	Internet		
	e-journals.unmul.ac.id		<1%

12	Publication	Ayu Ningratul Fitri, Muhaimin Dimyati, Nurshadrina Kartika Sari. "ANALISIS PERB...	<1%
13	Student papers	unars	<1%
14	Publication	Heriyanti Heriyanti. "Adsorpsi Air Gambut Menggunakan Karbon Aktif Dari Buah ...	<1%
15	Internet	ejournal.stit-alkifayahriau.ac.id	<1%
16	Internet	student-activity.binus.ac.id	<1%
17	Internet	jurnal.untan.ac.id	<1%
18	Internet	repo.poltekkes-medan.ac.id	<1%
19	Internet	repository.poliupg.ac.id	<1%
20	Internet	repo.stikesperintis.ac.id	<1%
21	Internet	repository.unsri.ac.id	<1%
22	Internet	repository.upi.edu	<1%
23	Internet	www.scribd.com	<1%
24	Publication	Meutia Nanda, Cindy Chairunnisa, Rehulina Ninta Br. Sitepu, Ainun Zariah et al. "...	<1%
25	Internet	core.ac.uk	<1%

26	Internet	fspbimakassar.wordpress.com	<1%
27	Internet	ojs3.poltekkes-mks.ac.id	<1%
28	Internet	repository.unimugo.ac.id	<1%
29	Publication	Rahmatullah Jati Pradopo, Sulaiman Hamzani, Syarifudin A.. "Saringan Cangkang ...	<1%
30	Internet	agrojournal.rudn.ru	<1%
31	Internet	ejournal.poltekkes-smg.ac.id	<1%
32	Internet	fr.scribd.com	<1%
33	Internet	garuda.ristekdikti.go.id	<1%
34	Internet	itautami35.wordpress.com	<1%
35	Internet	jurnal.poliupg.ac.id	<1%
36	Internet	repositori.usu.ac.id:8080	<1%
37	Internet	www.yarsi.ac.id	<1%
38	Publication	Febriana Nur Aini, Narto Narto, Sri Haryanti. "Penggunaan Metode Cascade Aerat...	<1%
39	Publication	Fransischus Rodrigo Tumuatja Sasea. "Evaluasi Metode Pengolahan Aktif Dalam ...	<1%

40	Publication	Hanifah Khulsum, Agnes Fitria Widiyanto, Suratman Suratman. Kesmas Indonesi...	<1%
41	Publication	La Aba, Alimin, Wa Ode Sukmawati Arsyad, La Ode Muh. Munadi, Fitria Dewi. "Mi...	<1%
42	Internet	ejournal.kesling-poltekkesbjm.com	<1%
43	Internet	123dok.com	<1%
44	Publication	Idayani Sangadjisowohy, Sumiati Tomia, Jasman Jasman, Risman S. Duka. "Efektif...	<1%
45	Publication	Muh. Fajaruddin Natsir, Makmur Selomo, Muh. Asfar. "Pelatihan Pengolahan Air ...	<1%
46	Publication	Nur Hidayah Annas. "PENINGKATAN KUALITAS AIR SUMUR BOR SEBAGAI UPAYA ...	<1%
47	Publication	Rangga Putra, Rina Elvia, Hermansyah Amir. "SINTESIS SILIKA-KITOSAN UNTUK M...	<1%
48	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
49	Internet	journal.uinsgd.ac.id	<1%

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN ABU SEKAM PADI DALAM MENURUNKAN KADAR *Fe* (BESI) DAN *Mn* (MANGAN) PADA AIR BERSIH PEDAS SUMUR BOR

A.Rezkyana^{1*}, Ni Luh Astri Indraswari², Hidayat³

^{1,2,3} Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Makassar

*Corresponding author: reskyananresky@gmail.com

Info Artikel: Diterima ..bulan...20XX ; Disetujui ...bulan 20XX ; Publikasi ...bulan ..20XX *tidak perlu diisi

ABSTRACT

Clean water is a vital basic need for human life. However, in several areas such as Makassar City, well water is often contaminated by heavy metals such as iron (*Fe*) and manganese (*Mn*) which exceed quality standard limits. This study aims to determine the effectiveness of using coconut shell charcoal and rice husk ash as filtration media in reducing *Fe* and *Mn* levels in clean water from well sources.

This research is an experimental study using a vertical filtration design made of PVC pipes. Well water samples were taken from the Banta-Bantaeng area, Makassar City, and tested for *Fe* and *Mn* levels before and after treatment using both media.

The research results showed that the use of coconut shell charcoal was more effective than rice husk ash. Coconut shell charcoal reduced *Fe* levels by an average of 61.11% and *Mn* levels by 88.17%, while rice husk ash reduced *Fe* levels by an average of 35.19% and *Mn* levels by 52.25%.

It can be concluded that coconut shell charcoal and rice husk ash can be alternative natural filtration media for community-based clean water treatment. However, coconut shell charcoal showed a higher reduction compared to rice husk ash. The community is advised to use coconut shell charcoal as a filtration medium for well water, as it has been proven effective in reducing *Fe* and *Mn* levels. The production of this media can be done independently at low cost and in large quantities. Future research is recommended to further explore the potential of natural filtration media in improving water quality.

Keywords : Bore Well Water; *Fe* Level; *Mn* Level ; Coconut Shell Charcoal, Rice Husk Ash

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang vital bagi kehidupan manusia. Namun, di beberapa wilayah seperti Kota Makassar, air sumur bor sering tercemar oleh logam berat seperti besi (*Fe*) dan mangan (*Mn*) yang melebihi ambang batas baku mutu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan arang tempurung kelapa dan abu sekam padi sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar *Fe* dan *Mn* pada air bersih dari sumur bor.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu menggunakan desain filtrasi vertikal berbahan pipa PVC. Sampel air sumur bor diambil dari wilayah Banta-Bantaeng, Kota Makassar dan diuji kadar *Fe* dan *Mn*-nya sebelum serta sesudah perlakuan dengan kedua media.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arang tempurung kelapa lebih efektif dibandingkan abu sekam padi. Arang tempurung kelapa menurunkan kadar *Fe* hingga rata-rata 61,11% dan *Mn* sebesar 88,17%, sementara abu sekam padi menurunkan *Fe* rata-rata sebesar 35,19% dan *Mn* sebesar 52,25%.

Disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa dan abu sekam padi dapat menjadi alternatif media filtrasi alami untuk pengolahan air bersih berbasis masyarakat. Namun arang tempurung kelapa menunjukkan hasil penurunan yang lebih tinggi dibandingkan abu sekam padi. Disarankan untuk Masyarakat menggunakan arang tempurung kelapa sebagai media filtrasi air sumur bor karena terbukti efektif menurunkan kadar *Fe* dan *Mn*. Pembuatan alat filtrasi sederhana dapat dilakukan secara mandiri dengan biaya rendah dan untuk Penelitian lanjutan disarankan mengeksplorasi kombinasi media filtrasi, variasi ketebalan dan waktu kontak.

Kata kunci : Air sumur; Kadar *Fe*; Kadar *Mn*; Arang Tempurung kelapa; Abu Sekam Padi

PENDAHULUAN

Air adalah elemen paling vital dalam kehidupan setelah udara. Sekitar 75% dari tubuh manusia terdiri atas air, dan seseorang tidak dapat bertahan hidup lebih dari empat hingga lima hari tanpa asupan

7 air Dari perspektif kesehatan masyarakat, ketersediaan air bersih harus mampu mencukupi kebutuhan masyarakat, karena keterbatasan pasokan air bersih dapat meningkatkan risiko penyebaran penyakit. Rata-rata, setiap orang membutuhkan sekitar 150 hingga 200 liter air per hari, atau setara dengan 34 hingga 40 galon. Jumlah kebutuhan ini dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi iklim, tingkat kesejahteraan, dan kebiasaan masyarakat (Riskawati & Amir, 2019).

8 Pada skala global dapat dilihat bahwa yang membutuhkan akses air bersih dengan layanan yang dikelola dengan baik sebanyak 2 miliar Masyarakat dan hanya sekitar 1,2 miliar antaranya yang mendapatkan layanan dasar, masyarakat yang hanya memiliki akses kelayakan yang tidak memadai sebanyak 282 juta, selain itu ada 367 juta masyarakat yang bergantung pada sumber air yang tidak layak, dan 122 juta Pengolahan Air (IPA) di wilayah Barombong dan utara kota. Selain itu, PDAM juga menghadirkan layanan air siap minum di beberapa titik, seperti wilayah Barombong dan kawasan Pantai Losari, serta berkolaborasi dengan USAID IUWASH Tangguh untuk meningkatkan penyediaan air minum yang aman dan sanitasi (Riadi et al., 2024).

34 Kota Makassar dengan kepadatan penduduk dan aktivitas industri yang tinggi menghadapi masalah keterbatasan air bersih akibat pencemaran air tanah. Kandungan logam berat terutama besi (Fe) rata-rata 0,8 mg/L dan mangan (Mn) 1,7 mg/L pada sumur bor melebihi ambang batas akibat limbah industri dan rumah tangga yang meresap ke tanah (Hoesin, 2022). Sementara itu, standar baku mutu air untuk higiene dan sanitasi adalah Fe 0,2 mg/L dan Mn 0,1 mg/L sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 (Peraturan Menteri Kesehatan, 2023).

5 3 Salah satu solusi sederhana untuk mengatasi tingginya kadar zat besi (Fe) dalam air sumur bor adalah dengan menggunakan arang tempurung kelapa dan abu sekam padi sebagai media adsorben untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Kedua bahan ini tersedia melimpah di Indonesia, khususnya di wilayah Kota Makassar, serta mudah diperoleh oleh masyarakat. Dengan memanfaatkan potensi sumber daya lokal ini, masyarakat dapat secara mandiri mengatasi permasalahan kualitas air di lingkungan mereka.

2 4 4 42 Penurunan kadar Fe dan Mn dapat dilakukan melalui proses filtrasi dengan memanfaatkan karbon aktif sebagai adsorben untuk mengurangi pencemar dalam air (Rasid et al., 2024). Tempurung kelapa yang umumnya digunakan sebagai bahan bakar juga berpotensi dijadikan arang aktif karena kandungan selulosa, lignin, dan pentosan yang dimilikinya (Amira et al., 2022). Penelitian Syarifuddin (2019) menunjukkan bahwa filtrasi menggunakan abu sekam padi mampu menurunkan kekeruhan hingga 97,3% pada ketebalan media 39 cm, dan hasilnya memenuhi syarat kualitas air minum. Sementara itu, penelitian Rasid et al. (2024) menemukan bahwa filtrasi dengan arang aktif ketebalan 35 cm paling efektif menurunkan kadar Fe sebesar 17,97%, Mn 88,89%, serta meningkatkan pH air dari 4 menjadi 6.

6 9 3 3 6 Penelitian Triana (2023) menunjukkan kombinasi filter zeolit dan karbon aktif efektif menurunkan Fe dari 1,20 mg/L menjadi 0,18 mg/L dan Mn dari 0,90 mg/L menjadi 0,20 mg/L, dengan zeolit sebagai media paling optimal. Aqirah (2023) juga membuktikan filtrasi menggunakan filter keramik mampu menurunkan Fe sebesar 81,33% dan Mn sebesar 80,91%. Sementara itu, Riskawati & Amir (2019) melaporkan bahwa arang sekam padi efektif menurunkan Fe dari 1,81 mg/L menjadi 0,30 mg/L, dengan konsentrasi 15 gram sebagai perlakuan paling optimal. Penelitian Wahyuningtias et al. (2019) menunjukkan bahwa filtrasi dengan arang sekam padi efektif menurunkan kadar Mn dari rata-rata 0,401 mg/L menjadi 0,361 mg/L, dengan ketebalan media 80 cm sebagai perlakuan paling optimal dibandingkan 60 cm dan 70 cm.

4 5 Sebagian besar warga di Jalan Wijaya Kusuma, Kelurahan Banta-bantaeng, Kota Makassar memanfaatkan sumur bor sebagai sumber air bersih karena keterbatasan lahan dan dianggap lebih ekonomis dibanding PDAM, meskipun kualitas airnya keruh, kekuningan, berbau, serta mengandung endapan yang mengindikasikan tingginya kadar Fe dan Mn (Akbar & Magfira, 2023). Mengingat kadar Fe dan Mn berlebih dapat berdampak pada kesehatan, maka diperlukan pengolahan melalui metode filtrasi, salah satunya menggunakan arang tempurung kelapa dan abu sekam padi. Peneliti melakukan uji pendahuluan pada air sumur bor di Banta-bantaeng Kecamatan Rappocini Kota Makassar. Air sumur bor ini dihasilkan melalui proses pengeboran menggunakan mesin. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar besi 0,84 mg/L sebesar dan kadar mangan sebesar 3,20 mg/L.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu untuk menilai efektivitas media filter arang tempurung kelapa dan abu sekam padi dalam penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air bersih. Sampel yang diuji yaitu sampel sebelum dan sesudah perlakuan.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di titik pengambilan sampel Kost Putri H. Bahar di Banta-bantaeng Kecamatan Rappocini Kota Makassar dimana kondisi sumur bor yang berwarna kekuningan terlihat dari penampakan fisiknya sebelum diolah, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa pada Hari ke-1

Jumlah Replikasi	Fe (Besi) Mg/l	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan) Mg/l	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,21	-	0,98	-
Kontrol	0,19	9,52%	0,95	3,06%
Replikasi 1	0,17	10,53%	0,27	71,58%
Replikasi 2	0,13	31,58%	0,23	75,79%
Replikasi 3	0,09	52,63%	0,11	88,42%
Rata-rata	0,13	31,58%	0,20	78,60%

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media arang tempurung kelapa pada hari pertama dengan penurunan rata-rata pada parameter besi (Fe) 31,58% dan mangan (Mn) 78,60%

Tabel 2. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa pada Hari ke-2

Jumlah Replikasi	Fe (Besi) Mg/l	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan) Mg/l	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,21	-	0,95	-
Kontrol	0,19	9,52%	0,92	3,16%
Replikasi 1	0,15	21,05%	0,23	75,00%
Replikasi 2	0,11	42,11%	0,18	80,43%
Replikasi 3	0,03	84,21%	0,07	92,39%
Rata-rata	0,10	49,12%	0,16	82,61%

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media arang tempurung kelapa pada hari kedua dengan penurunan rata-rata pada parameter besi (Fe) 49,12% dan mangan (Mn) 82,61% sehingga dapat dilihat bahwa penurunan semakin meningkat pada hari kedua.

Tabel 3. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Arang Tempurung Kelapa pada Hari ke-3

Jumlah Replikasi	Fe (Besi) Mg/l	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan) Mg/l	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,20	-	0,95	-
Kontrol	0,18	10%	0,93	2,11%
Replikasi 1	0,12	33,33%	0,17	81,72%
Replikasi 2	0,07	61,11%	0,11	88,17%
Replikasi 3	0,02	88,89%	0,05	94,62%
Rata-rata	0,07	61,11%	0,11	88,17%

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media arang tempurung kelapa pada hari ketiga dengan penurunan kadar Fe (besi) tertinggi terjadi pada Replikasi 3 yaitu sebesar 88,89%, sedangkan penurunan Mn (mangan) tertinggi juga terjadi pada replikasi 3 yaitu 94,62%. Adapun penurunan rata-rata pada parameter besi (Fe) 61,11% dan mangan (Mn) 88,17% sehingga dapat dilihat bahwa penurunan tertinggi ada di hari ketiga.

Tabel 4. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Abu Sekam Padi pada Hari ke-1

Jumlah Replikasi	Fe (Besi) Mg/l	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan) Mg/l	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,21	-	0,98	-
Kontrol	0,19	9,52%	0,95	3,06%
Replikasi 1	0,19	0%	0,83	12,63%
Replikasi 2	0,17	10,53%	0,44	53,68%
Replikasi 3	0,14	26,32%	0,32	66,32%
Rata-rata	0,17	12,95%	0,53	44,21%

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media abu sekam padi pada hari pertama dengan efektivitas penurunan Fe pada hari pertama relatif rendah, dengan rata-rata hanya sebesar 12,95%, dan penurunan tertinggi pada replikasi 3 yaitu 26,32%. Adapun penurunan rata-rata pada parameter besi (Fe) 12,95% dan mangan (Mn) 44,21%. Hal ini menunjukkan bahwa media abu sekam padi lebih efektif dalam menyerap Mn dibanding Fe pada hari pertama penggunaan.

Tabel 5. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Abu Sekam Padi pada Hari ke 2

Jumlah Replikasi	Fe (Besi)	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan)	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,21	-	0,95	-
Kontrol	0,19	9,52%	0,92	3,16%
Replikasi 1	0,18	5,26%	0,51	44,57%
Replikasi 2	0,15	21,05%	0,32	62,22%
Replikasi 3	0,09	52,63%	0,21	77,17%
Rata-rata	0,14	26,31%	0,35	46,32%

Berdasarkan tabel 5 Pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media abu sekam padi pada hari ke-2 mengalami peningkatan penurunan rata-rata pada parameter besi(Fe) 26,31% dan mangan(Mn) 46,32%

Tabel 6. Penurunan Kadar Fe dan Mn Menggunakan Media Abu Sekam Padi pada Hari ke 3

JUMLAH REPLIKASI	Fe (Besi)	Penurunan Fe (%)	Mn (Mangan)	Penurunan Mn (%)
Air Baku	0,20	-	0,95	-
Kontrol	0,18	10%	0,93	2,11%
Replikasi 1	0,15	16,67%	0,42	54,84%
Replikasi 2	0,13	27,78%	0,22	76,34%
Replikasi 3	0,07	61,11%	0,19	79,57%
Rata-rata	0,12	35,19%	0,28	52,25%

Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa pemeriksaan air sumur bor dalam penurunan besi (Fe) dan mangan (Mn) menggunakan alat filtrasi sederhana dengan media abu sekam padi pada hari ketiga mengalami lebih banyak penurunan dibandingkan replikasi hari pertama dan hari kedua dengan penurunan rata-rata pada parameter besi (Fe) 35,19% dan mangan (Mn) 52,25%.

Tabel 7. Hasil Uji t Berpasangan Terhadap Kadar Logam Fe dan Mn

Pasangan Perlakuan	Rata-rata Selisih (Mean)	P	r
Kontrol Arang Tempurung Kelapa Fe - Arang Tempurung Kelapa Fe	8.778	0.001	0.422
Kontrol Arang Tempurung Kelapa Mn - Arang Tempurung Kelapa Mn	77.556	0.000	0.327
Kontrol Abu Sekam Padi Fe - Abu Sekam Padi Fe	4.556	0.007	0.460
Kontrol Abu Sekam Padi Mn - Abu Sekam Padi Mn	54.889	0.000	0.465

Tabel 7 menunjukkan hasil uji t berpasangan (paired samples t-test) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dan perlakuan terhadap kadar logam Fe dan Mn menggunakan dua jenis bahan adsorben yaitu arang tempurung kelapa dan sekam padi. Mean yaitu Selisih rata-rata antara kontrol dan perlakuan. Nilai $p < 0.05$ menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pair 1 dan 2 (Tempurung Kelapa Fe & Mn) Menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0.01$), menunjukkan efektivitas tinggi dalam menurunkan kadar logam. Pair 3 (Sekam Padi Fe) Juga menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0.007$), meskipun tidak sebesar tempurung kelapa. Pair 4 (Sekam Padi Mn): Sangat signifikan ($p = 0.000$), menunjukkan efektivitas sekam padi dalam menyerap Mn. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan dengan bahan adsorben alami dapat secara signifikan menurunkan kadar logam berat Fe dan Mn dalam sampel, terutama arang tempurung kelapa. Analisis korelasi dilakukan untuk melihat hubungan linier antara kedua kelompok tersebut. Koefisien Korelasi (r) mengukur kekuatan dan arah hubungan linier (nilai mendekati 1 atau -1 menunjukkan korelasi kuat). Semua pasangan memiliki nilai korelasi positif (antara 0.32-0.46), namun tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$). Ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat hubungan positif antara nilai kontrol dan perlakuan, hubungan tersebut tidak cukup kuat atau konsisten untuk dianggap signifikan. Dengan kata lain, perbedaan antara kontrol dan perlakuan tidak hanya terjadi secara linier dan mungkin dipengaruhi oleh faktor lain.

PEMBAHASAN

Berdasarkan tabel yang menunjukkan efektivitas arang tempurung kelapa dalam menurunkan kadar Fe (Besi) dan Mn (Mangan) pada hari ke-1, ke-2 dan ke-3 yang dimana pada penurunan arang tempurung kelapa pada hari pertama (Tabel 4.1), terlihat bahwa kadar Fe mengalami penurunan rata-rata sebesar 31,58% dan Mn sebesar 78,60%. Penurunan terbesar untuk Fe terjadi pada replikasi 3 dengan nilai 52, 63%, sedangkan Mn paling banyak berkurang juga pada replikasi 3 yaitu sebesar 88,42%. Ini menunjukkan bahwa filtrasi mulai memberikan dampak positif sejak hari pertama, terutama dalam menurunkan kadar Mn. Pada hari kedua (Tabel 4.2), efektivitas filtrasi meningkat. Rata-rata penurunan kadar Fe mencapai 49,12% dan Mn sebesar 82,61 % penurunan tertinggi terjadi pada replikasi 3, yaitu sebesar 84,21% untuk Fe dan 92,39% untuk Mn. Hal ini mengindikasikan bahwa durasi kontak antara air dengan media arang tempurung kelapa turut memengaruhi peningkatan efektivitas filtrasi. Pada hari ketiga (Tabel 4.3), proses filtrasi menunjukkan hasil yang paling optimal. Penurunan kadar Fe rata-rata mencapai 61,11% dan Mn sebesar 88,89% dan Mn sebesar 94,62%. Hal ini menguatkan bahwa semakin lama media filtrasi digunakan, semakin besar kemampuan reduksi kandungan logam berat di dalam air. Oleh karena itu dapat terlihat peningkatan efektivitas arang tempurung kelapa dalam menurunkan kadar Fe dan Mn dari hari ke hari. Dengan demikian, penggunaan arang tempurung kelapa sangat potensial sebagai solusi filtrasi sederhana untuk mengurangi kandungan logam berat dalam air, khususnya di daerah yang bergantung pada air sumur bor.

Abu sekam padi yang digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui tingkat efektivitas dari kedua media alat filtrasi sederhana tersebut. Pada hari pertama (Tabel 4.4), filtrasi dengan media abu sekam padi menunjukkan penurunan rata-rata kadar Fe sebesar 12,95% dan Mn sebesar 44,21% penurunan tertinggi pada kadar Fe terjadi pada replikasi 3 sebesar 26,32% sedangkan penurunan Mn tertinggi juga pada replikasi 3 yaitu 66,32%. Hal ini menunjukkan efektivitas meskipun masih terbatas.

Pada hari kedua (Tabel 4.5), efektivitas filtrasi meningkat. Penurunan rata-rata kadar Fe naik menjadi 26,31% dan Mn menjadi 46,32%. Replikasi 3 kembali menunjukkan hasil tertinggi, yaitu penurunan kadar Fe sebesar 52,63% dan Mn sebesar 77,17%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa durasi kontak antara air dan media filtrasi berpengaruh positif terhadap efektivitas penurunan kandungan logam. Pada hari ketiga (Tabel 4.6), terjadi peningkatan lebih lanjut dalam efektivitas filtrasi. Rata-rata penurunan kadar Fe mencapai 35,19% dan Mn sebesar 52,25%. Replikasi 3 tetap menjadi yang paling efektif dengan penurunan kadar Fe sebesar 61,11% dan Mn sebesar 79,57%. Hal ini memperkuat temuan bahwa efektivitas abu sekam padi juga meningkat seiring waktu. Filtrasi menggunakan abu sekam padi menunjukkan peningkatan efektivitas dari hari ke hari dalam menurunkan kadar Fe dan Mn, meskipun penurunan tidak seoptimal media arang tempurung kelapa. Namun demikian, abu sekam padi tetap merupakan media alternatif yang cukup potensial dan ramah lingkungan untuk penyaringan air sumur bor dari logam berat.

Hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$ pada semua pasangan, menandakan arang tempurung kelapa dan abu sekam padi efektif menurunkan kadar Fe dan Mn pada air sumur bor. Rata-rata kadar Fe turun dari 18,67 menjadi 9,89 dan Mn dari 93,33 menjadi 15,78 dengan arang tempurung kelapa, sedangkan dengan abu sekam padi Fe menurun dari 18,67 menjadi 14,11 dan Mn dari 93,33 menjadi 38,44. Penurunan terbesar ditunjukkan oleh arang tempurung kelapa, khususnya untuk Mn. Korelasi sebelum dan sesudah perlakuan lemah ($r = 0,327-0,465$; Sig. $> 0,05$), namun tetap menunjukkan adanya perubahan akibat filtrasi. Secara keseluruhan, hasil uji statistik memperkuat bukti bahwa penggunaan arang tempurung kelapa dan abu sekam padi efektif dalam menurunkan kadar Fe dan Mn pada air sumur bor, dengan tingkat efektivitas yang secara statistik signifikan. Arang tempurung kelapa menunjukkan performa yang lebih tinggi dibandingkan abu sekam padi, khususnya dalam menurunkan kadar mangan (Mn).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif dari tempurung kelapa mampu menurunkan kadar besi (Fe) dalam air sumur bor sebesar 88,89%. Hasil ini sejalan dengan temuan Andari dan Riyadi (2022) yang menggunakan arang tongkol jagung sebagai media filtrasi dan berhasil menurunkan kadar Fe hingga 85,70%. Perbedaan tingkat efektivitas ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan jenis bahan dasar arang serta karakteristik porositas media filtrasi yang digunakan.

Selain itu, Hidayati dan Suryati (2021) dalam penelitiannya menggunakan arang dari kulit pisang kepok dan mendapatkan penurunan kadar Fe sebesar 59,75%. Hal ini menunjukkan bahwa arang dari limbah organik juga memiliki potensi besar dalam menurunkan kadar logam berat dalam air. Sementara itu, Prasetyo dan Nugroho (2023) menekankan bahwa ukuran mesh dari arang aktif berpengaruh signifikan terhadap daya serapnya. Dalam penelitian tersebut, arang dengan ukuran mesh lebih halus memiliki kemampuan menyerap Fe lebih efektif dibandingkan ukuran kasar. Hal ini mendukung asumsi bahwa semakin luas permukaan kontak arang dengan air, semakin besar daya adsorpsi terhadap logam berat.

Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dikatakan relevan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, meskipun terdapat variasi efektivitas yang dipengaruhi oleh jenis bahan, ukuran media, dan ketebalan lapisan filtrasi. Arang aktif terbukti menjadi alternatif media penyaring yang murah, mudah diperoleh, dan cukup efektif dalam menurunkan kadar Fe di air tanah.

Abu sekam padi sebagai media filtrasi mampu menurunkan kadar Fe pada air sumur bor hingga 61,11%, berkat kandungan silika (SiO_2) yang berpori halus dan luas permukaan besar sehingga efektif mengadsorpsi ion logam. Hasil ini sejalan dengan Utami & Fauziah (2020) yang melaporkan penurunan Fe pada air limbah industri sebesar 61%, meski perbedaan nilai dipengaruhi oleh metode aplikasi, konsentrasi awal, dan ketebalan media filtrasi. Selain itu, penelitian oleh Indrawati dan Susanti (2021) juga mendukung temuan ini. Mereka menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dalam kolom filtrasi menghasilkan penurunan kadar Fe secara signifikan, terutama jika media disusun dalam lapisan bertingkat atau dikombinasikan dengan bahan lain seperti zeolit atau pasir silika. Hal ini membuka peluang untuk pengembangan media filtrasi gabungan yang lebih efektif.

Struktur mikro abu sekam padi berperan penting dalam adsorpsi, di mana pembakaran pada suhu 600–700°C menghasilkan silika amorf dengan luas permukaan optimal (Iskandar et al., 2019). Hasil penelitian menunjukkan arang tempurung kelapa menurunkan Fe dari 18 mg/L menjadi 0,02 mg/L (88,89%), sedangkan abu sekam padi menurunkan dari 0,18 mg/L menjadi 0,07 mg/L (61,11%), dengan efektivitas arang tempurung kelapa lebih tinggi. Efektivitas kedua media dapat dijelaskan melalui sifat fisik dan kimia masing-masing bahan. Arang tempurung kelapa memiliki struktur karbon berpori

dengan luas permukaan tinggi yang memfasilitasi penyerapan logam berat. Menurut Prasetyo dan Nugroho (2023), efektivitas arang dipengaruhi oleh ukuran partikel (mesh), di mana partikel yang lebih halus memiliki daya adsorpsi yang lebih besar karena area kontak yang lebih luas.

Perbedaan tingkat penurunan antara kedua media dalam penelitian ini juga dapat dipengaruhi oleh struktur internal media, tingkat kehalusan partikel, pH air, waktu kontak, dan ketebalan lapisan filtrasi. Dalam penelitian ini, ketebalan dan laju aliran air dibuat seragam untuk kedua media, sehingga perbedaan kinerja lebih disebabkan oleh karakteristik bahan itu sendiri.

Indrawati dan Susanti (2021) juga menambahkan bahwa abu sekam padi sangat potensial digunakan sebagai bahan tunggal maupun dikombinasikan dengan media lain seperti pasir atau zeolit untuk meningkatkan efisiensi penyaringan. Hal ini menjadi peluang untuk pengembangan sistem filtrasi terpadu yang berbasis bahan alam.

Rasid et al. (2024) melaporkan bahwa filtrasi dengan arang setebal 35 cm mampu menurunkan kadar Mn hingga 88,89% serta meningkatkan pH air sumur bor. Sementara itu, Triana (2023) menemukan kombinasi zeolit dan karbon aktif efektif menurunkan Mn dari 0,90 mg/L menjadi 0,20 mg/L, sehingga media berbasis karbon dinilai potensial untuk pengolahan air tercemar logam berat. Penelitian oleh Aqirah (2023) juga mendukung penggunaan media filtrasi sederhana. Dengan menggunakan filter keramik, kadar Mn berhasil diturunkan sebesar 80,91%. Meskipun media yang digunakan berbeda, prinsip kerja filtrasi dan peran media berpori tetap menjadi aspek utama dalam proses pengurangan logam berat dalam air. Hasil ini menambahkan bukti bahwa filtrasi sederhana, apabila dirancang dengan tepat, dapat berfungsi secara efektif dalam pengolahan air sumur.

Rendyta Silvia Wahyuningtias (2019) secara spesifik meneliti efektivitas arang sekam padi dalam menurunkan kadar mangan. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan ketebalan media 80 cm, kadar Mn dalam air menurun dari rata-rata 0,401 mg/L menjadi 0,361 mg/L. Penelitian ini mengindikasikan bahwa arang sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai alternatif media filtrasi yang ramah lingkungan dan ekonomis, meskipun efektivitasnya masih lebih rendah dibanding arang tempurung kelapa.

Selain itu, penelitian oleh (Riskawati & Amir 2019) meskipun fokus utamanya pada penurunan besi (Fe), memberikan wawasan bahwa peningkatan konsentrasi arang sekam padi berbanding lurus dengan penurunan kandungan logam berat dalam air. Ini menunjukkan bahwa efektivitas media filtrasi berbasis abu atau arang sangat dipengaruhi oleh massa dan ketebalan media yang digunakan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa arang tempurung kelapa dan abu sekam padi sama-sama efektif sebagai media filtrasi sederhana untuk menurunkan kadar besi (Fe) dalam air. Kedua media juga unggul dari segi biaya, ketersediaan lokal, dan ramah lingkungan, sehingga cocok digunakan di daerah pedesaan.

Arang tempurung kelapa tetap menunjukkan hasil yang signifikan dan layak dipertimbangkan sebagai media filtrasi alternatif, terutama di daerah yang memiliki banyak limbah tempurung kelapa. Proses karbonisasi memang memerlukan suhu tertentu, namun hasil arang aktif dari tempurung kelapa memiliki kekuatan mekanis yang lebih baik, tidak mudah larut atau rusak, dan bisa digunakan dalam waktu lebih lama.

Dari segi implementasi, kedua media ini dapat diaplikasikan dalam sistem penyaringan skala rumah tangga maupun komunitas. Desain alat filtrasi sederhana yang menggunakan pipa PVC, lapisan media berurutan, dan aliran gravitasi, sangat memungkinkan diterapkan di daerah pedesaan dengan biaya rendah. Selain menurunkan kadar Fe, media-media ini juga berpotensi menyerap senyawa lain seperti mangan (Mn), warna, dan bau air meskipun perlu penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian sebagai media filtrasi adalah bentuk inovasi yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Tidak hanya mengurangi pencemaran air, tetapi juga membantu mengelola limbah pertanian yang selama ini dibuang begitu saja. Hal ini menjadi penting terutama dalam konteks pengelolaan sumber daya lokal yang efisien dan ramah lingkungan.

Sumber sampel air hanya diambil dari satu titik lokasi (sumur bor di Kost Putri H. Bahar, Banta-bantaeng, Makassar). Hasil penelitian ini belum tentu dapat digeneralisasikan untuk sumur bor di lokasi lain yang memiliki karakteristik geologis dan pencemar berbeda. Selain itu, penelitian hanya dilakukan selama 3 hari dengan masing-masing 3 kali replikasi. Periode ini mungkin belum cukup untuk mengamati efektivitas jangka panjang media filtrasi, termasuk potensi kejenuhan adsorben. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan dana dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga menyebabkan ruang lingkup

penelitian menjadi terbatas, khususnya dalam hal variasi lokasi, jumlah sampel, serta uji parameter tambahan yang semula direncanakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Arang tempurung kelapa kurang efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) dengan rata-rata penurunan 61,11%. Karena penurunannya kurang dari 80% dan hasil uji statistik signifikan, arang ini dikategorikan sebagai media filtrasi yang efektif.

Arang tempurung kelapa efektif menurunkan kadar mangan (Mn) dengan rata-rata penurunan 88,89%. Karena penurunannya melebihi 80% dan hasil uji statistik signifikan, arang ini dikategorikan sebagai media filtrasi yang efektif.

Abu sekam padi kurang efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) karena rata-rata penurunan hanya 35,19%. Karena penurunannya kurang dari 80%. Meskipun hasilnya signifikan secara statistik, penurunan tidak memenuhi kriteria efektivitas $\geq 80\%$.

Abu sekam padi kurang efektif dalam menurunkan kadar mangan (Mn) karena rata-rata penurunan 52,25%. Meskipun hasilnya signifikan secara statistik, penurunan tidak memenuhi kriteria efektivitas $\geq 80\%$, namun tetap berpotensi sebagai alternatif media filtrasi yang murah dan ramah lingkungan. Saran untuk Masyarakat

Masyarakat disarankan menggunakan arang tempurung kelapa sebagai media filtrasi air sumur bor karena terbukti efektif menurunkan kadar Fe dan Mn. Pembuatan alat filtrasi sederhana dapat dilakukan secara mandiri dengan biaya rendah. Selain itu, penting untuk rutin memeriksa kualitas air dan meningkatkan kesadaran akan bahaya logam berat dalam air.

Penelitian lanjutan disarankan mengeksplorasi kombinasi media filtrasi, variasi ketebalan dan waktu kontak, serta meneliti parameter kualitas air lain seperti pH dan logam berat lainnya. Uji coba di lokasi berbeda dan analisis biaya juga diperlukan untuk mengetahui efektivitas dan keberlanjutan metode ini secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- A Syarifudin, I. S. (2019). *Efektivitas Saringan Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Sungai Martapura*. Jurnal Kesehatan Lingkungan 15(2), 7-8.
- Adriano, D. (2023). *Efektivitas Tray Aerator Dalam Menurunkan Kadar Besi Pada Air Sumur Tanah Dalam*. Jurnal Teknik Lingkungan. 10(4), 12-15.
- Akbar M. & Magfira A. (2023). *Pengaruh Sampah Plastik dalam Pencemaran Laut di Kota Makassar*. Sensistek, 6(1), 20-21.
- Amira, A., Utomo, K. P., & Pramadita, S. (2022). *Efektivitas Penurunan Fe dan Mn Menggunakan Media Filter Serabut Kelapa dan Serbuk Serabut Kelapa*. Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis, 8(13), 4-5.
- Andari, D., & Riyadi, E. (2022). *Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Media Filter dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10(2), 134-140.
- Aqirah, N. (2024). *Efektifitas Media Filter Kramik Dalam Menurunkan Kadar Fe dan Mn Pada Air Tanah*. Makassar: Poltekkes Kemenkes Makassar
- Arifin, Z., Putra Utama, S., Mustopa, M., & Harini Bertham, Y. (2022). *Variasi Ketebalan Limbah Kulit Ubi Kayu dan Kulit Durian Untuk Menurunkan KADAR BESI (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Sumur Gali*. Jurnal Sanitasi Profesional Indonesia, 3(2), 17-18
- Aronggear, T. E., Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2019). *Analisis Kualitas dan Kuantitas Penggunaan Air Bersih PT. Air Manado Kecamatan Wenang*. Jurnal Sipil Statik, 7(12), 1625-1632.
- Badan Pusat Statistik (2022). *Indikator Perumahan dan Kesehatan Lingkungan 2022*. Indonesia. <http://www.bps.go.id/publication/2022/12/21/statistik-air-bersih-2018-2022.html>

- Bambang Cahyo, D. M. (2018). *Metode Pemisahan Bahan Alami Aspek Teoritis dan Eksperimental*. Semarang : PT. Kompas Ilmu.
- Harum Rasidi, D. M. (2023). *Air Bersih Gratis*. Bandung: Widina Media Utama.
- Haryono, S. M. (2021). *Filtrasi Reaktif Penurunan Kadar Mangan Air Sumur*. Jogjakarta: Poltekkes Jogjakarta Pres.
- Hidayati, S., & Suryati, N. (2021). *Pemanfaatan Filter dengan Media Arang Kulit Pisang Kepok untuk Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Air Danau*. Jurnal Teknik Sipil Unmul, 10(1), 35–42. Retrieved from <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TS/article/view/2160>
- Hoesin, M. (2022). *Kebutuhan Cairan tubuh Kita dalam Sehari* . Jurnal Kementerian Kesehatan Direktorat Jendral Pelayanan Kesehatan. 3(3), 105-106
- Indrawati, E., & Susanti, H. (2021). *Efektivitas Abu Sekam Padi dalam Menurunkan Kandungan Besi dan Mangan pada Air Sumur*. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 15(1), 45–53.
- Iskandar, A., Nuraini, D., & Ramadhan, T. (2019). *Karakterisasi Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Berat*. Jurnal Kimia dan Lingkungan, 10(3), 150–158.
- Muhammad Rasid, V. P. (2024). *Efektifitas Variasi Ukuran Mesh Arang Aktif Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Dengan Metode Filtrasi*. Jurnal Teknologi Lingkungan dan kesehatan, 6(1) 12-13
- Nazar Yuniar, M. (2023). *Klasifikasi Kualitas Air Bersih Menggunakan Metode Naïve baiyes*. Jurnal Sains Dan Teknologi, 5(1), 243–246. <https://doi.org/10.55338/saintek.v5i1.1383>
- Ningrum, C. (2019). *Pemanfaatan Filtari Untuk Penurunan Mangan*. Jogjakarta: Maria Harianja.
- Nova Sintia Bokau, E. B. (2019). *Sintesis Membran Kitosan Termodifikasi Silika Abu Sekam Padi untuk Proses Dekolorisasi*. Jurnal Ilmu Kimia, 3(1) 5-6.
- Permenkes (2023). *Masyarakat Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Efektivitas Variasi Ukuran Mesh Arang Aktif Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Air Sumur Dengan Metode Filtrasi*. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 12(4), 9-10.
- Rendyta Silvia Wahyuningtias, P. T. (2019). *Perbedaan Ketebalan Media Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Bersih*. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Kemenkes, 11(2), 157-158.
- Riadi, S., Sabar, H., Pramana, A., Basri, P., & Yusri, F. (2024). *Makassar Kota Dunia yang Krisis Air*. Makassar : Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI).
- Riskawati, R., & Amir, H. M. (2019). *Efektivitas Arang Sekam Padi Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Bor di Desa Padangloang Kabupaten Pinrang*. 1(1), 2614–3151.
- Salim, M. A. (2019). *Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air*. Jurnal Kontruksi, 20(2), 52-53
- Sukristiyono, S., Purwanto, R. H., Suryatmojo, H., & Sumardi, S. (2021). *Analisis Kuantitas dan Kualitas Air dalam Pengembangan Pemanfaatan Sumber Daya Air Sungai di Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain*. Jurnal Wilayah Dan Lingkungan, 9(3), 239–255.
- Triana, Y. (2023). *Efektivitas Kombinasi Media Zeolit dan Karbon Aktif terhadap Penurunan Fe dan Mn dalam Air Sumur*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 12(2), 75–83
- Utami, S., & Fauziah, N. (2020). *Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Ion Fe dalam Air Limbah Industri*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 21(2), 110–118.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.*
- Prasetyo, D., & Nugroho, H. (2023). *Efektivitas Variasi Ukuran Mesh Arang Aktif Tempurung Kelapa untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Air Sumur dengan Metode Filtrasi*. Jurnal Teknik Lingkungan Untan, 9(2), 88–96.
- Rasid, M., Pramaningsih, V., Isworo, Y. 2024. *Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan*

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : A.REZKYANA
NIM : PO714221211048
Tempat/Tanggal Lahir : SIWA /12 JULI 2003
Fakultas/Universitas : POLTEKKES KEMENKES MAKASSAR
Alamat Rumah : JL. POROS PACCERAKKANG

adalah benar hasil karya saya sendiri. Saya menyatakan bahwa:

1. Karya ilmiah ini tidak mengandung materi yang telah dipublikasikan oleh orang lain sebagai karya saya sendiri.
2. Karya ilmiah ini tidak mengandung sebagian atau seluruh karya orang lain yang telah saya ambil dan saya nyatakan sebagai karya saya sendiri.
3. Semua sumber referensi yang saya gunakan dalam karya ilmiah ini telah saya akui dan saya sebutkan dengan benar sesuai dengan kaidah ilmiah yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tanpa ada unsur paksaan dari siapapun. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Makassar, 19 September 2025

Yang menyatakan,



A.REZKYANA

NIM: PO714221211048