Jurnal Sanitasi Lingkungan ISSN 2828-7592
Vol.6, No.2, November 2026
https://doi.org/10.36086/ne5gs003

PENINGKATAN KUALITAS AIR SUMUR GALI MELALUI FILTRASI-ADSORPSI

IMPROVING DUG WELL WATER QUALITY USING FILTRATION-ADSORPTION

M. Fahmi Wahyudi[1], **Imam Santosa** [2], **Prayudhy Yushananta** [3]
[1]Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang
[2] Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang
[3] Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang
(email penulis korespondensi : mfahmiw@gmail.com)

ABSTRAK

Latar Belakang: Air sumur gali di Perumahan Agta Royal Residence Kota Palembang memiliki pH rendah serta kadar warna, kekeruhan, Fe, dan Mn yang belum memenuhi baku mutu air minum. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh ketebalan media dan debit aliran serta menentukan kombinasi filtrasi-adsorpsi pasir silika, karbon aktif, dan zeolit yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas air sumur gali.
Metode: Penelitian menggunakan eksperimen Rancangan Acak Lengkap faktorial 3 x 2 dengan variasi ketebalan media 15 cm, 20 cm, dan 25 cm serta debit aliran 1 L/10 menit dan 1 L/15 menit. Setiap kombinasi perlakuan diulang empat kali. Parameter yang diuji meliputi pH, warna, kekeruhan, Fe, dan Mn, kemudian dianalisis secara univariat dan menggunakan Two Way ANOVA pada alpha 0,05.
Hasil: Ketebalan media dan debit aliran berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter kualitas air ($p<0,001$). Perlakuan terbaik diperoleh pada ketebalan 25 cm dengan debit 1 L/15 menit, dengan nilai pH 7,05 +/- 0,14, warna 23,25 +/- 12,37 TCU, kekeruhan 4,63 +/- 1,61 NTU, Fe 0,24 +/- 0,12 mg/L, dan Mn 0,19 +/- 0,10 mg/L. Nilai pH telah memenuhi baku mutu, sedangkan warna, kekeruhan, Fe, dan Mn masih memerlukan optimasi.
Kesimpulan: Filtrasi-adsorpsi mampu meningkatkan kualitas air sumur gali, tetapi sistem masih perlu dikembangkan agar seluruh parameter memenuhi baku mutu air minum.
Kata kunci : Filtrasi-Adsorpsi, Kualitas Air, Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit

ABSTRACT

Background: *Dug well water in Agta Royal Residence, Palembang City, has low pH and high color, turbidity, Fe, and Mn levels that do not meet drinking water quality standards. This study aimed to analyze the influence of media thickness and flow rate, and determining the most effective combination of silica sand, activated carbon, and zeolite using a filtration-adsorption process for improving the quality of water from dug wells.*
Methods: *This experimental study used a 3 x 2 factorial completely randomized design with media thicknesses of 15 cm, 20 cm, and 25 cm and flow rates of 1 L/10 min and 1 L/15 min. Each treatment combination was repeated four times. The analyzed parameters were pH, color, turbidity, Fe, and Mn, and the data were evaluated using descriptive analysis and Two Way ANOVA at alpha 0.05.*
Results: *Media thickness and flow rate significantly affected all water quality parameters ($p<0.001$). The best treatment was 25 cm media thickness with a flow rate of 1 L/15 min, resulting in pH 7.05 +/- 0.14, color 23.25 +/- 12.37 TCU, turbidity 4.63 +/- 1.61 NTU, Fe 0.24 +/- 0.12 mg/L, and Mn 0.19 +/- 0.10 mg/L.*
Conclusion: *Filtration-adsorption improved dug well water quality, but further optimization is required to meet all drinking water standards.*
Keywords: *Filtration-Adsorption, Water Quality, Silica Sand, Activated Carbon, Zeolite*

 ISSN 2828-7592

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan serta berperan dalam menjaga kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Ketersediaan air minum yang memenuhi persyaratan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi masih menjadi tantangan di berbagai negara, terutama pada wilayah yang bergantung pada air tanah sebagai sumber utama kebutuhan domestik. Air yang tidak memenuhi standar kualitas dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan dan menurunkan kualitas hidup masyarakat.[1,2] Oleh karena itu, penyediaan air minum yang aman merupakan salah satu indikator penting dalam pembangunan kesehatan lingkungan dan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).[3]

Di Indonesia, air sumur gali masih banyak dimanfaatkan sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan rumah tangga. Namun, kualitas air sumur sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi, karakteristik tanah, dan aktivitas di sekitar sumber air.[4,5] Pada wilayah dengan karakteristik tanah gambut, air tanah umumnya memiliki pH rendah, warna dan kekeruhan tinggi, serta kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi baku mutu.[4,6] Kandungan Fe dan Mn yang tinggi tidak hanya menurunkan kualitas estetika air, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan apabila dikonsumsi dalam jangka panjang.[7] Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, kadar maksimum Fe dalam air minum adalah 0,2 mg/L, Mn 0,1 mg/L, warna 10 TCU, kekeruhan kurang dari 3 NTU, dan pH berada pada kisaran 6,5–8,5.[8]

Perumahan Agta Royal Residence, Kota Palembang, merupakan salah satu kawasan yang memanfaatkan air sumur gali sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari. Hasil pemeriksaan pendahuluan menunjukkan bahwa kualitas air sumur di lokasi penelitian belum memenuhi baku mutu air minum, dengan kadar Fe sebesar 0,96 mg/L, Mn 1,10 mg/L, pH 6,00, warna 111 TCU, dan kekeruhan 16 NTU. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penerapan teknologi pengolahan air yang sederhana, ekonomis, dan efektif untuk meningkatkan kualitas air sehingga lebih aman digunakan oleh masyarakat.[8,9]

Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah kombinasi filtrasi dan adsorpsi menggunakan media pasir silika, karbon aktif, dan zeolit. Pasir silika berfungsi menyaring partikel tersuspensi penyebab kekeruhan, karbon aktif memiliki luas permukaan tinggi sehingga efektif mengadsorpsi senyawa organik penyebab warna dan bau, sedangkan zeolit mampu menurunkan logam terlarut melalui mekanisme pertukaran ion.[7,9] Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi media tersebut efektif meningkatkan kualitas air dengan menurunkan kadar Fe, Mn, warna, dan kekeruhan.[10-18] Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada efektivitas jenis media atau kombinasi media tertentu, sedangkan pengaruh variasi ketebalan media dan debit aliran terhadap kinerja filtrasi–adsorpsi belum banyak dikaji secara bersamaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas filtrasi-adsorpsi menggunakan media pasir silika, karbon aktif, dan zeolit dalam meningkatkan kualitas air sumur gali di Perumahan Agta Royal Residence, Kota Palembang. Secara khusus, penelitian ini menguji pengaruh variasi ketebalan media dan debit aliran terhadap pH, warna, kekeruhan, kadar besi (Fe), dan mangan (Mn), serta menentukan kombinasi perlakuan yang memberikan hasil pengolahan paling baik.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3×2 yang bertujuan menganalisis efektivitas metode filtrasi-adsorpsi dalam meningkatkan kualitas air sumur gali. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari 2026 di Perumahan Agta Royal Residence, Kota Palembang, menggunakan sampel air yang berasal dari satu sumur gali pada salah satu rumah yang dipilih secara purposive berdasarkan hasil pemeriksaan awal

 ISSN 2828-7592

yang menunjukkan bahwa kualitas air belum memenuhi baku mutu air minum. Seluruh perlakuan menggunakan sampel tunggal yang berasal dari sumur yang sama dengan volume 1 L pada setiap unit percobaan. Faktor perlakuan terdiri atas variasi ketebalan media filtrasi, yaitu 15 cm, 20 cm, dan 25 cm pada masing-masing lapisan pasir silika, karbon aktif, dan zeolit, serta variasi debit aliran sebesar 1 L/10 menit dan 1 L/15 menit, sehingga diperoleh enam kombinasi perlakuan dengan empat kali ulangan (24 satuan percobaan). Kolom filtrasi berbentuk silinder dengan tinggi 100 cm dan diameter 11 cm. Media filtrasi disusun secara vertikal dari atas ke bawah, yaitu pasir silika (35 mesh), karbon aktif (18 mesh), dan zeolit (10 mesh), serta dilengkapi lapisan serabut sebagai media penyangga. Sebelum digunakan, seluruh media dicuci menggunakan air minum hingga air bilasan jernih untuk menghilangkan debu dan partikel halus, kemudian disusun sesuai ketebalan perlakuan. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu sistem batch untuk menentukan kombinasi perlakuan terbaik media filtrasi-adsorpsi. Debit aliran dipertahankan menggunakan flow control valve sehingga tetap konstan sesuai perlakuan.

Pemeriksaan kualitas air meliputi parameter pH, warna, kekeruhan, besi (Fe), dan mangan (Mn) yang dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat. Pengukuran pH mengacu pada SNI 6989.11:2019, [22] kekeruhan menggunakan SNI 06-6989.25-2005[19], warna dianalisis dengan metode spektrofotometri, sedangkan kadar Fe dan Mn masing-masing mengacu pada SNI 6989.4:2009/SNI 6989-82:2018 dan SNI 6989.5:2009/SNI 6989-82:2018.[20,21] Data dianalisis secara univariat untuk memperoleh nilai rerata dan simpangan baku. Sebelum dilakukan analisis Two Way ANOVA, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas residual menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas varians menggunakan Levene's test pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) untuk memastikan terpenuhinya asumsi analisis. Selanjutnya, pengaruh ketebalan media filtrasi, debit aliran, dan interaksi kedua faktor terhadap setiap parameter kualitas air dianalisis menggunakan Two Way Analysis of Variance (Two Way ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hasil analisis dilaporkan dalam bentuk nilai F (F-hitung) dan nilai signifikansi (p-value). Apabila faktor ketebalan media menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji lanjut (post hoc) Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) untuk mengetahui perbedaan antar taraf ketebalan media. Seluruh hasil analisis statistik disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

HASIL

Hasil pengukuran kualitas air setelah proses filtrasi-adsorpsi pada variasi ketebalan media (15 cm, 20 cm, dan 25 cm) serta variasi debit aliran (1 L/10 menit dan 1 L/15 menit) menunjukkan adanya perubahan pada parameter pH, warna, kekeruhan, Fe, dan Mn. Secara umum, peningkatan ketebalan media dan penurunan debit aliran menghasilkan kualitas air yang lebih baik, ditandai dengan meningkatnya nilai pH serta menurunnya nilai warna, kekeruhan, kadar Fe, dan kadar Mn. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketebalan media dan debit aliran berpengaruh terhadap efektivitas proses filtrasi-adsorpsi dalam memperbaiki kualitas air sumur gali.

Tabel 1. Kualitas Air Sumur Sebelum Perlakuan

Parameter yang diuji	Hasil	Permenkes No. 2 Tahun 2023	Keterangan
pH	**6,00**	6,5-8,5	Tidak memenuhi
Warna	**111**	10 TCU	Tidak memenuhi
Kekeruhan	**16**	<3 NTU	Tidak memenuhi
Fe	**0,96**	0,2 mg/L	Tidak memenuhi
Mn	**1,1**	0,1 mg/L	Tidak memenuhi

 ISSN 2828-7592

Berdasarkan hasil tabel 1, nilai awal yang digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini diperoleh dari satu sampel air baku yang diambil dari satu sumur gali sebagai lokasi penelitian. Sampel tersebut merepresentasikan kondisi awal kualitas air sebelum dilakukan proses filtrasi-adsorpsi dan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi efektivitas setiap perlakuan.

Tabel 2. Rata-Rata Parameter Kualitas Air Setelah Proses Filtrasi-Adsorpsi Pada Masing-Masing Kombinasi Perlakuan.

Ketebalan Media	Debit Aliran Air	pH	Warna (TCU)	Kekeruhan (NTU)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
15 cm	1 L/10 Menit	6,04 ± 0,07	108,50 ± 3,11	15,68 ± 0,57	0,94 ± 0,02	1,05 ± 0,04
15 cm	1 L/15 Menit	6,17 ± 0,09	99,00 ± 3,65	14,20 ± 0,50	0,87 ± 0,03	0,94 ± 0,04
20 cm	1 L/10 Menit	6,36 ± 0,08	84,75 ± 4,65	12,35 ± 0,61	0,76 ± 0,03	0,78 ± 0,05
20 cm	1 L/15 Menit	6,55 ± 0,11	69,25 ± 6,65	10,53 ± 0,94	0,65 ± 0,05	0,61 ± 0,08
25 cm	1 L/10 Menit	6,68 ± 0,11	54,50 ± 6,80	8,68 ± 0,96	0,52 ± 0,06	0,46 ± 0,06
25 cm	1 L/15 Menit	7,05 ± 0,14	23,25 ± 12,37	4,63 ± 1,61	0,24 ± 0,12	0,19 ± 0,10

Berdasarkan hasil tabel 2, menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media filtrasi–adsorpsi dan penurunan debit aliran menghasilkan perbaikan kualitas air yang semakin nyata. Nilai pH meningkat secara bertahap dari 6,04 ± 0,07 pada ketebalan media 15 cm dengan debit 1 L/10 menit menjadi 7,05 ± 0,14 pada ketebalan media 25 cm dengan debit 1 L/15 menit. Sebaliknya, parameter warna, kekeruhan, kadar Fe, dan kadar Mn mengalami penurunan bertahap seiring bertambahnya ketebalan media dan menurunnya debit aliran. Perlakuan terbaik diperoleh pada ketebalan media 25 cm dengan debit 1 L/15 menit, yang menghasilkan nilai rata-rata warna 23,25 ± 12,37 TCU, kekeruhan 4,63 ± 1,61 NTU, Fe 0,24 ± 0,12 mg/L, dan Mn 0,19 ± 0,10 mg/L. Meskipun menunjukkan peningkatan kualitas air yang paling besar dibandingkan perlakuan lainnya, berdasarkan nilai rata-rata beberapa parameter tersebut masih memerlukan optimasi lebih lanjut agar seluruhnya memenuhi baku mutu air minum.

Tabel 3. Hasil Uji Two Way ANOVA Pengaruh Ketebalan dan Debit Terhadap Kualitas Air

Parameter	df	Ketebalan (p-value)	Ketebalan (F)	df	Debit (p-value)	Debit (F)	df	Interaksi Keduanya (p-value)	Interaksi Keduanya (F)
pH	2	<0,001	112,49	1	<0,001	30,29	2	0,07	3,03
Warna (TCU)	2	<0,001	171,16	1	<0,001	42,45	2	0,01	5,08
Kekeruhan (NTU)	2	<0,001	115,19	1	<0,001	40,36	2	0,02	4,37
Fe (mg/L)	2	<0,001	144,59	1	<0,001	37,13	2	0,008	6,45
Mn (mg/L)	2	<0,001	209,08	1	<0,001	46,62	2	0,08	2,77

 ISSN 2828-7592

Sebelum dilakukan analisis Two Way Analysis of Variance (Two Way ANOVA), data terlebih dahulu diuji menggunakan Shapiro-Wilk dan Levene's Test. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas varians ($p > 0,05$), sehingga layak dianalisis menggunakan Two Way ANOVA.

Berdasarkan Tabel 3, hasil Two Way ANOVA menunjukkan bahwa ketebalan media filtrasi berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter kualitas air ($df = 2$; $p < 0,001$), sedangkan debit aliran juga memberikan pengaruh yang signifikan ($df = 1$; $p < 0,001$). Nilai F menunjukkan bahwa pengaruh ketebalan media lebih besar dibandingkan debit aliran pada seluruh parameter. Pengaruh ketebalan media paling tinggi terdapat pada parameter mangan (Mn) ($F = 209,08$), diikuti warna ($F = 171,16$), besi (Fe) ($F = 144,59$), kekeruhan ($F = 115,19$), dan pH ($F = 112,49$). Sementara itu, nilai F pada faktor debit aliran berkisar antara 30,29-46,62, dengan pengaruh terbesar juga ditemukan pada parameter Mn ($F = 46,62$). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media filtrasi memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap peningkatan efektivitas proses filtrasi–adsorpsi dibandingkan pengaturan debit aliran.

Interaksi antara ketebalan media filtrasi dan debit aliran ($df = 2$) berpengaruh signifikan terhadap kekeruhan ($F = 4,37$; $p = 0,020$) dan kadar Fe ($F = 6,45$; $p = 0,008$), tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap pH ($F = 3,03$; $p = 0,070$), warna ($F = 5,08$; $p = 0,180$), dan Mn ($F = 2,77$; $p = 0,080$). Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas penurunan kekeruhan dan kadar Fe dipengaruhi oleh kombinasi ketebalan media dan debit aliran, sedangkan perubahan pH, warna, dan kadar Mn lebih dipengaruhi oleh pengaruh utama masing-masing faktor secara independen.

Karena faktor ketebalan media filtrasi memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji lanjut (post hoc) Tukey's Honestly Significant Difference (HSD). Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antar taraf ketebalan media ($p < 0,05$), terutama antara ketebalan 15 cm dan 25 cm. Ketebalan media 25 cm menghasilkan kualitas air yang secara signifikan lebih baik dibandingkan ketebalan 15 cm, ditunjukkan oleh peningkatan pH serta penurunan warna, kekeruhan, kadar Fe, dan Mn.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media filtrasi–adsorpsi dan penurunan debit aliran secara signifikan meningkatkan kualitas air sumur gali. Perlakuan dengan ketebalan media 25 cm dan debit aliran 1 L/15 menit menghasilkan kondisi terbaik, yaitu pH meningkat dari 6,00 menjadi 7,05, sedangkan warna menurun dari 111 menjadi 23,25 TCU, kekeruhan dari 16 menjadi 4,63 NTU, kadar Fe dari 0,96 menjadi 0,24 mg/L, dan kadar Mn dari 1,10 menjadi 0,19 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tebal media filtrasi dan semakin rendah debit aliran, semakin tinggi efisiensi proses filtrasi–adsorpsi dalam memperbaiki kualitas air. Bahwa peningkatan ketebalan media pasir silika dan karbon aktif mampu meningkatkan efisiensi penurunan kadar Fe pada air sumur, serta menunjukkan bahwa media filtrasi sederhana efektif menurunkan kadar Fe dan Mn.[11,13]

Peningkatan ketebalan media filtrasi dari 15 cm menjadi 25 cm serta penggunaan debit aliran yang lebih rendah (1 L/15 menit) terbukti menghasilkan kualitas air yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa semakin besar ketebalan media dan semakin lambat aliran air, semakin tinggi efisiensi proses penyisihan warna, kekeruhan, Fe, dan Mn.[12] Bahwa kombinasi pasir silika, karbon aktif, dan zeolit mampu meningkatkan kualitas air melalui proses filtrasi–adsorpsi. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya waktu kontak antara air dan media sehingga proses penyaringan partikel, adsorpsi senyawa organik, serta pertukaran ion berlangsung lebih optimal.[18] yang menjelaskan bahwa karbon aktif memiliki luas permukaan dan porositas tinggi sehingga mampu mengadsorpsi senyawa organik penyebab warna dan bau secara efektif.[12,18]

Hasil Two Way ANOVA menunjukkan bahwa ketebalan media memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh parameter kualitas air ($p < 0,001$) dengan nilai F yang lebih tinggi dibandingkan faktor debit aliran. Pengaruh terbesar ditemukan pada parameter

 ISSN 2828-7592

Mn (F = 209,08), diikuti warna (F = 171,16), Fe (F = 144,59), kekeruhan (F = 115,19), dan pH (F = 112,49). Temuan ini menunjukkan bahwa ketebalan media merupakan faktor yang lebih dominan dibandingkan debit aliran dalam meningkatkan efisiensi filtrasi–adsorpsi. Interaksi antara ketebalan media dan debit aliran hanya berpengaruh signifikan terhadap kekeruhan (p = 0,020) dan Fe (p = 0,008), sedangkan pada parameter pH, warna, dan Mn tidak ditemukan interaksi yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas penyisihan kekeruhan dan Fe dipengaruhi oleh kombinasi kedua faktor tersebut, sedangkan perubahan pH, warna, dan Mn lebih dipengaruhi oleh pengaruh utama masing-masing faktor secara independen.

Peningkatan pH setelah proses filtrasi menunjukkan bahwa media karbon aktif dan zeolit berperan dalam menurunkan keasaman air melalui proses adsorpsi dan pertukaran ion sehingga pH mendekati kondisi netral. Penurunan warna dan kekeruhan menunjukkan bahwa pasir silika efektif menyaring partikel tersuspensi, sedangkan karbon aktif mengadsorpsi senyawa organik penyebab warna. Sementara itu, zeolit berperan dalam mengurangi kadar Fe dan Mn melalui mekanisme pertukaran ion. Bahwa metode kolom adsorpsi efektif menurunkan kadar Fe dan Mn pada air sumur, kombinasi zeolit dan karbon aktif mampu meningkatkan penyisihan ion Mn, media berbasis zeolit, pasir silika, dan karbon aktif merupakan media yang efektif dalam proses penghilangan Fe dan Mn pada air tanah.[10,14,16]

Meskipun perlakuan terbaik mampu meningkatkan kualitas air secara signifikan, berdasarkan nilai rata-rata hasil pengujian, parameter warna, kekeruhan, Fe, dan Mn belum sepenuhnya memenuhi baku mutu air minum.[8] Pada kondisi optimum (ketebalan media 25 cm dan debit aliran 1 L/15 menit), nilai warna masih sebesar 23,25 TCU, kekeruhan 4,63 NTU, Fe 0,24 mg/L, dan Mn 0,19 mg/L, sedangkan hanya pH (7,05) yang telah memenuhi persyaratan. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem filtrasi-adsorpsi menggunakan pasir silika, karbon aktif, dan zeolit efektif meningkatkan kualitas air sumur gali, tetapi belum mampu menghasilkan air yang sepenuhnya memenuhi baku mutu air minum. Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut, seperti penambahan ketebalan media, penggunaan adsorben dengan kapasitas yang lebih tinggi, atau integrasi dengan proses pengolahan lanjutan agar efisiensi penyisihan warna, kekeruhan, Fe, dan Mn dapat ditingkatkan. Pendekatan tersebut juga direkomendasikan dalam beberapa penelitian terdahulu mengenai pengembangan media adsorben untuk pengolahan air tanah dan air gambut.[6,14,18]

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode filtrasi-adsorpsi menggunakan media pasir silika, karbon aktif, dan zeolit terbukti meningkatkan kualitas air sumur gali melalui peningkatan pH serta penurunan warna, kekeruhan, Fe, dan Mn. Faktor ketebalan media dan debit aliran berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter kualitas air (p < 0,001), dengan ketebalan media sebagai faktor yang lebih dominan. Kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada ketebalan media 25 cm dengan debit 1 L/15 menit, yang menghasilkan pH 7,05 +/- 0,14, warna 23,25 +/- 12,37 TCU, kekeruhan 4,63 +/- 1,61 NTU, Fe 0,24 +/- 0,12 mg/L, dan Mn 0,19 +/- 0,10 mg/L. Meskipun pH telah memenuhi baku mutu, parameter warna, kekeruhan, Fe, dan Mn masih belum sepenuhnya memenuhi baku mutu air minum, sehingga diperlukan optimasi lanjutan melalui penambahan ketebalan media, modifikasi komposisi media, pengaturan debit yang lebih lambat, atau unit pengolahan lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih diberikan kepada institusi yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, serta rekan-rekan yang telah memberikan masukan, bantuan teknis, dan dukungan selama pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan artikel ini.

 ISSN 2828-7592

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first addendum; 2017.
2. World Health Organization/UNICEF. Progress On Household Drinking Water, Sanitation And Hygiene 2000-2022. Special Focus On Gender; 2023.
3. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda; 2022.
4. Zevi Y, Qadafi M, Notodarmojo S. The Presence of Trihalomethanes and Haloacetic Acids in Tropical Peat Water. J Eng Technol Sci, 2022;54(3).
5. Puspita Sari F, Nurfajrin Solihat N, Sholeh M, Risanto L, Fitria F, Falah F, et al. The Effect Of Adsorbent Agents: Silica, Andisol, Leca, Anthracite, And Activated Carbon On Pollutant Uptake In The Citarum River (Pengaruh agen penjerap silika, andisol, Leca, antrasit, dan karbon aktif terhadap penjerapan polutan di Sungai Citarum). J Penelit Pengelolaan Drh Aliran Sungai, 2021;5(2):105-120.
6. Pramono E, Asriani D, Pranoto P, Saputra OA. Adsorben Berbasis Campuran Andisol/Zeolit/Karbon Aktif untuk Penjernihan Air Gambut. ALCHEMY J Penelit Kim, 2025;21(1):138.
7. Prihatin Ningtyas E, Novianti R, Pusat), Limnologi R, Daya Air -Brin S. Studi Kelayakan Aplikasi Zeolit Dalam Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Feasibility Study Of Zeolite Application In The Treatment Of Breach Water Into Clean Water; 2024.
8. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan; 2023.
9. Ramayani PJEDAH. Penurunan Kadar Mn Dan Fe Air Sumur Gali. J Ikat Alumni Fis Univ Negeri Medan, 2022;8(3):25-28.
10. Sunarto; Suyanta; Regina Tutik Padmaningrum; Isana Supiah YL; Karlinda. Pemisahan Ion Logam Besi Dan Mangan Pada Air Sumur (Dalam) Wonoboyo Menggunakan Metode Kolom Adsorpsi Separation Of Iron And Manganese Metal Ions In Wonoboyo (Deep) Well Water Using Adsorption Column Method. J Sains Dasar, 2022;11(1):30-34.
11. Trianah YSS. Keefektifan Metode Filtrasi Sederhana Dalam Menurunkan Kadar Mn (Mangan) Dan (Fe) Besi Air Sumur Di Kelurahan Talang Ubi Kabupaten Musi Rawas. J Deform. 2023;8(1):90-99.
12. Harmi Tjahjanti P, Ernanda RR. Silica Sand, Activated Carbon, and Manganese Zeolite for Clean Water Filtration. Indones J Cult Community Dev, 2024;15(3).
13. Gilang Prayoga Y, Wulandari W. Effectiveness of Variations in Silica Sand and Activated Carbon Filter Media in Reducing Iron (Fe) Levels in Well Water. Sci Period Public Heal Coast Heal, 2024;6(1):646–655.
14. Propolsky D, Romanovski V. Iron and manganese removal from groundwater: comprehensive review of filter media performance and pathways to polyfunctional applications. Environ Sci Water Res Technol; 2025.
15. Emboaba DG, Souza JB, Souza KV, Manica M. Ozonation followed by filtration for removal of metals from water with comparison between sand and activated carbon filter. Brazilian J Dev, 2019;5(10):19044-19055.
16. Batrisya, Suyanta. Separation of Manganese Metal Ions with Natural Zeolite Adsorbents and Activated Charcoal of Shall Water use Column Adsorption Method. Indones J Chem Environ. 2020;3(1):7-12.
17. Buang Y, Suwari D, Tambaru AR, Basa O. Performances of Zeolite, Coconut Shell, and Zeolite+Coconut Shell-Based Water Cartridges to Minimize Contaminants of Drinking Water. J Appl Chem Sci, 2018;5(1):377-382. doi:10.22341/jacs.on.00501p377
18. Saleem J, Bin Shahid U, Hijab M, Mackey H, McKay G. Production and applications of activated carbons as adsorbents from olive stones. Biomass Convers Biorefinery, 2019;9(4):775-802. doi: 10.1007/s13399-019-00473-7
19. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Air dan Air Limbah -

 ISSN 2828-7592

Bagian 25 : Cara Uji Kekeruhan dengan nefelometer. 2005.
20. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Air dan air limbah-Bagian 4: Cara uji besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. 2009.
21. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Air dan air limbah-Bagian 5: Cara uji mangan (Mn) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala. 2009.
22. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Air dan air limbah bagian 11: cara uji derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter. 2019.