



PENGARUH VARIASI KETEBALAN MEDIA KARBON AKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR MANGAN (Mn) PADA AIR BERSIH DI PT. XYZ

M. Suroso¹, Bambang Yulianto², Kahar³

¹Program Studi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan, Jurusan Kesehatan
Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung,
Email: roysuroso21@gmail.com

ABSTRACT

PT. XYZ is a Japanese company engaged in the manufacturing of pianos. PT. XYZ uses clean water sourced from surface water treated by the Indotaisei industrial park in Karawang, West Java. Manganese (Mn) levels of 0.28 mg/L, exceeding the quality standard (0.1 mg/L) stipulated by the Minister of Health Regulation No. 2 of 2023. The objective of this study was to determine the effectiveness of reducing manganese (Mn) concentrations in clean water using activated carbon filtration (30-mesh size with a flow rate of 10 m/s) with bed thicknesses of 80 cm, 100 cm, and 120 cm at PT. XYZ. The research employed a true experimental design with a pre-test–post-test without control group. The study population consisted of all surface clean water at PT. XYZ, and the sample set comprised 36 samples (18 pre-test samples and 18 post-test samples). Data were analyzed using the One-Way ANOVA test. The results showed that the mean manganese (Mn) concentrations after activated carbon filtration were 0.20 mg/L (25.1% reduction) for the 80 cm thickness, 0.14 mg/L (47.9% reduction) for the 100 cm thickness, and 0.07 mg/L (72.3% reduction) for the 120 cm thickness. The One-Way ANOVA statistical test yielded a P-value of 0.000 ($p < 0.05$), indicating a significant difference in manganese reduction among the bed thicknesses. An activated carbon bed depth of 120 cm was the most effective in reducing the manganese concentration to below the standard limit of 0.1 mg/L.

Keywords: Clean Water; Manganese; Filtration; Activated Carbon; Manufacturing Industry

ABSTRAK

Industri PT. XYZ merupakan perusahaan asal Jepang yang bergerak pada bidang manufaktur pembuatan alat musik piano. PT. XYZ menggunakan air bersih yang berasal dari air permukaan yang diolah oleh pihak kawasan Indotaisei, Karawang, Jawa Barat. Hasil uji pendahuluan yang diperiksa di laboratorium terakreditasi menunjukkan bahwa air bersih di PT. XYZ mengandung logam mangan (Mn) sebesar 0,28 mg/L, yang melebihi nilai baku mutu (0,1 mg/L) berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar mangan (Mn) terhadap variasi ketebalan media karbon aktif (ukuran 30 mesh dengan laju aliran 10 m/s) dengan ketebalan 80 cm, 100 cm, dan 120 cm di PT. XYZ. Metode penelitian menggunakan *true experiment* dengan desain *pre-test – post-test without control group*. Populasi penelitian adalah seluruh air bersih permukaan di PT. XYZ dan sampel terdiri dari 36 sampel (18 sampel *pre-test* dan 18 sampel *post-test*). Data dianalisis menggunakan uji *One-Way ANOVA*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar mangan (Mn) setelah perlakuan filtrasi karbon aktif adalah 0,20 mg/L (penurunan 25,1%) untuk ketebalan 80 cm, 0,14 mg/L (penurunan 47,9%) untuk ketebalan 100 cm, dan 0,07 mg/L (penurunan 72,3%) untuk ketebalan 120 cm. Hasil uji statistik *One-Way ANOVA* didapatkan nilai *P-Value* $0,000 < 0,05$, yang menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada penurunan kadar mangan (Mn) di antara berbagai variasi ketebalan media. Variasi ketebalan 120

cm terbukti paling efektif untuk menurunkan kadar mangan (Mn) dalam air bersih hingga di bawah nilai standar baku mutu 0,1 mg/L.

Kata Kunci: Air Bersih; Mangan; Filtrasi; Karbon Aktif; Industri Manufaktur

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan mendasar yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia, karena hampir seluruh aktivitas manusia memerlukan air dan mendukung berbagai makhluk hidup lainnya. Kebutuhan akan air terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Air yang memenuhi syarat kesehatan harus memenuhi empat parameter utama, yaitu fisik, kimia, biologis, dan radioaktif. Kualitas dan kuantitas air bersih sangatlah penting dalam kegiatan perindustrian untuk memengaruhi hasil kegiatan produksi maupun non-produksi serta berpengaruh pada kesehatan pekerja dan produktivitas. [1,2]

Berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, kadar maksimum mangan yang diperbolehkan dalam air untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah 0,1 mg/L, sementara berbagai penelitian di sejumlah daerah melaporkan kadar Mn pada air tanah berkisar antara 0,2–3,5 mg/L dan dapat mencapai lebih dari 10 mg/L pada wilayah tertentu, sehingga melebihi baku mutu yang ditetapkan. [2,3,5]

Kebutuhan air bersih di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk, dengan jutaan masyarakat masih belum memperoleh akses air bersih yang memenuhi syarat kesehatan. Salah satu permasalahan utama yang memengaruhi kualitas air bersih adalah pencemaran logam berat, khususnya mangan (Mn), di mana berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L, sementara di berbagai daerah kadar Mn pada air dapat berkisar antara 0,2 hingga lebih dari 10 mg/L sehingga melebihi baku mutu. [2]

Kualitas dan kuantitas air bersih sangat penting dalam kegiatan perindustrian karena dapat memengaruhi hasil kegiatan produksi maupun non-produksi serta berdampak pada kesehatan pekerja dan produktivitas. [1] PT. XYZ merupakan industri yang berada di Kawasan Industri Indotaisei, Kabupaten Karawang, yang bergerak pada bidang pembuatan alat musik piano dan menggunakan sumber air permukaan. Hasil pemeriksaan laboratorium terakreditasi menunjukkan bahwa kadar mangan (Mn) pada air bersih PT. XYZ mencapai 0,28 mg/L, sehingga melebihi baku mutu 0,1 mg/L berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. [4]

Tingginya kandungan mangan dalam air dapat menyebabkan perubahan warna kuning kecoklatan, menimbulkan bau atau rasa logam, merusak jaringan perpipaan, dan menghambat efisiensi pemanas. [7,8] Mangan merupakan unsur esensial dalam jumlah tertentu, tetapi paparan mangan dalam jumlah tinggi dapat menimbulkan gangguan kesehatan, termasuk manganisme yang menyerupai Parkinson, gangguan tulang, osteoporosis, gangguan kardiovaskular, gangguan hati dan reproduksi, serta gangguan neurologis lainnya. [9] Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan air bersih untuk menurunkan kadar mangan, di antaranya melalui metode filtrasi dan adsorpsi menggunakan media karbon aktif. [11]

Media filtrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah karbon aktif granular (*Granular Activated Carbon/GAC*) berukuran 30 mesh. Ukuran 30 mesh memiliki luas permukaan spesifik yang relatif besar sehingga jumlah pori dan titik adsorpsi (*active sites*) meningkat dan kontak antara air dengan media karbon aktif menjadi lebih optimal. [14] Ukuran partikel media juga perlu mempertimbangkan kehilangan tekanan (*head loss*) dan laju aliran. Partikel yang terlalu halus dapat meningkatkan kehilangan tekanan dan berpotensi menurunkan debit, sedangkan partikel yang terlalu besar dapat mengurangi luas permukaan kontak dan efisiensi penurunan kontaminan. [14]

Semakin tebal media karbon aktif, semakin panjang lintasan aliran dan semakin lama waktu kontak antara air dengan media, sehingga peluang ion Mn^{2+} untuk teradsorpsi, teroksidasi, dan tertahan dalam media menjadi lebih besar.[15] Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar mangan (Mn) terhadap variasi ketebalan media karbon aktif 80 cm, 100 cm, dan 120 cm di PT. XYZ.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain *pre-test-post-test without control group*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei–Juni 2026 di PT. XYZ yang berada di Kawasan Industri Indotaisei, Kabupaten Karawang. Pemeriksaan kadar mangan (Mn) pada sampel air dilakukan di laboratorium terakreditasi. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi ketebalan media filter karbon aktif sebesar 80 cm, 100 cm, dan 120 cm dengan sistem aliran *up-flow*, sedangkan variabel terikat adalah penurunan kadar mangan (Mn) pada air bersih di PT. XYZ.

Populasi penelitian adalah seluruh air bersih yang digunakan di PT. XYZ, dengan besar sampel ditentukan menggunakan rumus Gomez sebanyak 6 kali pengulangan perlakuan, sehingga total sampel berjumlah 36 sampel (18 sampel *pretest* dan 18 sampel *posttest*).

Teknik pengambilan sampel menggunakan *grab sampling* pada keran reservoir dan keran *outlet* tabung filter sesuai SNI 06-2412-1991.

Sebelum penelitian utama dilakukan pra-eksperimen menggunakan ketebalan 40 cm, 60 cm, dan 80 cm. Hasil pra-eksperimen menunjukkan bahwa ketebalan 80 cm belum mampu menurunkan kadar mangan hingga di bawah 0,1 mg/L. Oleh karena itu, penelitian utama menggunakan variasi ketebalan 80 cm, 100 cm, dan 120 cm.

Data hasil pemeriksaan kadar mangan dianalisis secara univariat untuk memperoleh nilai rata-rata, minimum, dan maksimum. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok kurang dari 50. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas sebagai prasyarat analisis One-Way ANOVA. Uji One-Way ANOVA digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata penurunan kadar mangan pada tiga variasi ketebalan media.

HASIL

Hasil Pra-Eksperimen

Pra-eksperimen dilakukan menggunakan variasi ketebalan karbon aktif 40 cm, 60 cm, dan 80 cm. Hasilnya menunjukkan bahwa kadar mangan awal sebesar 0,28 mg/L menurun menjadi 0,22 mg/L pada ketebalan 40 cm, 0,18 mg/L pada ketebalan 60 cm, dan 0,12 mg/L pada ketebalan 80 cm. Seluruh variasi tersebut belum mampu mencapai baku mutu mangan sebesar 0,1 mg/L. Oleh karena itu, variasi ketebalan penelitian utama ditingkatkan menjadi 80 cm, 100 cm, dan 120 cm..

Table 1. Hasil Pra-Eksperimen

Ketebalan	Pre-test	Post-test
40 cm	0,28	0,22
60 cm	0,28	0,18
80 cm	0,28	0,12

Hasil Pengukuran Suhu dan pH

Suhu air selama penelitian relatif stabil. Rata-rata suhu air pada pre-test masing-masing variasi adalah 27,4°C, 27,7°C, dan 27,5°C, sedangkan rata-rata suhu post-test masing-masing sebesar 27,3°C, 27,6°C, dan 27,5°C. Suhu udara rata-rata selama penelitian sebesar 28,6°C.

Seluruh hasil pengukuran masih berada dalam rentang suhu yang dipersyaratkan. Parameter pendukung Suhu dan pH Diukur sebelum dan setelah perlakuan Nilai pH air juga relatif stabil. Nilai pH berada pada rentang 7,2–7,7 pada seluruh perlakuan dan masih berada dalam rentang baku mutu pH 6,5–8,5 untuk air keperluan higiene dan sanitasi

Hasil Pengukuran Kadar Mangan

Hasil pemeriksaan kadar mangan sebelum dan setelah proses filtrasi disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Hasil Pengukuran Kadar Mangan

Pengulangan	80 cm	80 cm	100 cm	100 cm	120 cm	120 cm
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
1	0,28	0,20	0,25	0,13	0,26	0,081
2	0,32	0,24	0,28	0,15	0,30	0,094
3	0,25	0,19	0,27	0,16	0,26	0,070
4	0,27	0,20	0,28	0,15	0,28	0,062
5	0,26	0,20	0,24	0,12	0,25	0,061
6	0,25	0,19	0,27	0,12	0,24	0,073
Rata-rata	0,27	0,20	0,27	0,14	0,27	0,07

Sumber: Data primer, 2026.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar mangan sebelum perlakuan pada seluruh variasi berada sekitar 0,27 mg/L dan melebihi baku mutu 0,1 mg/L. Setelah proses filtrasi, rata-rata kadar mangan menjadi 0,20 mg/L pada ketebalan 80 cm, 0,14 mg/L pada ketebalan 100 cm, dan 0,07 mg/L pada ketebalan 120 cm. Hanya ketebalan 120 cm yang mampu menghasilkan kadar mangan di bawah baku mutu.

Persentase Penurunan Kadar Mangan

Table 3. Persentase Penurunan Kadar Mangan Setelah Perlakuan

Variasi Ketebalan	Rata-rata Pre-test (mg/L)	Rata-rata Post-test (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Penurunan	Persentase Penurunan (%)
80 cm	0,27	0,20	0,07		25,1
100 cm	0,27	0,14	0,13		47,9
120 cm	0,27	0,07	0,19		72,3

Sumber: Data primer, 2026.

Analisis Statistik

Table 4. Uji Univariat

Variabel	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Pre-test 80 cm	6	0,2717	0,02720	0,25	0,32
Pre-test 100 cm	6	0,2650	0,01732	0,24	0,28
Pre-test 120 cm	6	0,2650	0,02236	0,24	0,30
Post-test 80 cm	6	0,2033	0,01826	0,19	0,24
Post-test 100 cm	6	0,1383	0,01722	0,12	0,16
Post-test 120 cm	6	0,0735	0,01259	0,061	0,094

Sumber: Data Primer,2026

Table 5. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	N	Taraf Signifikan	P-value	Keterangan
Ketebalan 80 cm	6	0,05	0,096	Normal
Ketebalan 100 cm	6	0,05	0,223	Normal
Ketebalan 120 cm	6	0,05	0,353	Normal

Sumber: Data Primer,2026

Table 6. Uji Homogenitas

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	P-value
Hasil Penurunan Mangan (Mn)	1,793	2	15	0,200

Sumber: Data Primer,2026

Table 7. Uji One-Way ANOVA

Variabel	Taraf Signifikan	F Hitung	P-value	Keterangan
Hasil penurunan kadar mangan (Mn)	0,005	89,766	0,000	H0 ditolak

Sumber: Data Primer,2026

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media karbon aktif dengan variasi ketebalan 80 cm, 100 cm, dan 120 cm mampu menurunkan kadar mangan (Mn) pada air bersih di PT. XYZ. Rata-rata kadar mangan sebelum perlakuan berada pada kisaran 0,27 mg/L. Setelah dilakukan proses filtrasi, rata-rata kadar mangan menjadi 0,20 mg/L pada ketebalan 80 cm, 0,14 mg/L pada ketebalan 100 cm, dan 0,07 mg/L pada ketebalan 120 cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tebal media karbon aktif yang digunakan, semakin besar penurunan kadar mangan yang diperoleh. Pada ketebalan 120 cm, kadar mangan telah berada di bawah baku mutu 0,1 mg/L yang ditetapkan dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023.

Pada ketebalan media 80 cm, rata-rata penurunan kadar mangan sebesar 0,07 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 25,1%. Hasil menunjukkan bahwa karbon aktif telah mampu menurunkan kadar mangan, tetapi konsentrasi akhir sebesar 0,20 mg/L masih berada di atas baku mutu. Kondisi tersebut dapat terjadi karena ketebalan media yang lebih rendah memberikan luas permukaan dan jumlah situs aktif yang lebih terbatas untuk proses adsorpsi. Selain itu, lintasan air yang melewati media lebih pendek sehingga waktu kontak antara air dengan karbon aktif menjadi lebih rendah.[7,11]

Pada ketebalan media 100 cm, rata-rata kadar mangan setelah filtrasi menurun menjadi 0,14 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 47,9%. Peningkatan efektivitas dibandingkan ketebalan 80 cm menunjukkan bahwa penambahan ketebalan media memberikan kesempatan kontak yang lebih.

Hasil terbaik diperoleh pada ketebalan media karbon aktif 120 cm. Rata-rata kadar mangan setelah perlakuan sebesar 0,07 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 72,3%. Nilai tersebut telah memenuhi baku mutu mangan sebesar 0,1 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa ketebalan 120 cm memberikan kemampuan penyisihan paling tinggi dibandingkan ketebalan 80 cm dan 100 cm. Sumber: Data primer, 2026.

Peningkatan efektivitas pada ketebalan 120 cm dapat dijelaskan berdasarkan mekanisme filtrasi dan adsorpsi. Karbon aktif mempunyai struktur berpori dan luas permukaan yang memungkinkan kontaminan terlarut berinteraksi dengan permukaan media. Semakin tebal media, semakin banyak bagian media yang tersedia untuk kontak dengan air sehingga peluang terjadinya adsorpsi menjadi lebih besar. Media yang lebih tebal juga memberikan lintasan yang lebih panjang bagi air sehingga meningkatkan kemungkinan mangan tertahan atau teradsorpsi selama proses filtrasi.[7,11]

Waktu kontak pada penelitian ini juga meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan media. Berdasarkan perhitungan, waktu kontak pada ketebalan 80 cm adalah 4,8 menit, pada ketebalan 100 cm sebesar 6 menit, dan pada ketebalan 120 cm sebesar 7,2 menit. Peningkatan waktu kontak tersebut memberikan kesempatan lebih besar bagi ion mangan untuk berinteraksi dengan permukaan karbon aktif. Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang memengaruhi efektivitas proses adsorpsi karena semakin lama kontak antara adsorbat dan adsorben, semakin besar kesempatan terjadinya perpindahan massa dan penjerapan kontaminan.[14,15]

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Andryani yang menunjukkan bahwa variasi ketebalan media filter berpengaruh terhadap penurunan kadar mangan. Peningkatan ketebalan media memberikan peluang kontak yang lebih besar antara air dengan media sehingga kemampuan penyisihan mangan meningkat. Hasil tersebut mendukung temuan penelitian ini bahwa peningkatan ketebalan media karbon aktif dari 80 cm menjadi 100 cm dan 120 cm diikuti dengan peningkatan persentase penurunan kadar mangan.[12]

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Purnomo dan Ratna mengenai penggunaan

filter dan karbon aktif dalam penurunan mangan. Penggunaan media karbon aktif dapat membantu menurunkan konsentrasi mangan melalui proses filtrasi dan adsorpsi. Perbedaan ketebalan media dalam penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik media dan kondisi kontak antara air dengan media merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air yang mengandung mangan.[13]

Berdasarkan hasil pengukuran suhu, kondisi suhu air selama penelitian berada pada kisaran 27–28°C. Kondisi tersebut relatif stabil antara sebelum dan sesudah perlakuan. Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi proses adsorpsi, karena perubahan suhu dapat memengaruhi pergerakan molekul dan interaksi antara adsorbat dengan permukaan karbon aktif. Dalam penelitian ini, variasi suhu yang relatif kecil menunjukkan bahwa perubahan suhu bukan merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan hasil penurunan mangan antarperlakuan.[14]

Nilai pH air selama penelitian juga berada dalam kondisi relatif stabil dan masih berada pada rentang persyaratan pH air untuk keperluan higiene dan sanitasi. Kondisi pH dapat memengaruhi proses adsorpsi karena perubahan pH dapat memengaruhi bentuk spesiasi ion logam serta karakteristik permukaan adsorben. Namun, karena pH pada penelitian ini relatif tidak mengalami perubahan besar, perbedaan penurunan kadar mangan lebih dapat dikaitkan dengan variasi ketebalan media karbon aktif yang digunakan.[5,14]

Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data penurunan kadar mangan pada ketebalan 80 cm, 100 cm, dan 120 cm berdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji homogenitas menunjukkan nilai p-value sebesar 0,200, lebih besar dari 0,05, sehingga data memiliki varians yang homogen. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan menggunakan One-Way ANOVA. Sumber: Data primer, 2026.

Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan nilai F hitung sebesar 89,766 dengan p-value sebesar 0,000. Nilai p-value lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang bermakna pada rata-rata penurunan kadar mangan antara variasi ketebalan media karbon aktif 80 cm, 100 cm, dan 120 cm. Hasil tersebut memperkuat hasil deskriptif yang menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media diikuti dengan peningkatan efektivitas penurunan kadar mangan. Sumber: Data primer, 2026.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi ketebalan media karbon aktif merupakan faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas penurunan kadar mangan pada air bersih di PT. XYZ. Ketebalan 120 cm memberikan hasil paling efektif dengan persentase penurunan sebesar 72,3% dan kadar mangan akhir sebesar 0,07 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media dapat meningkatkan kemampuan proses filtrasi dan adsorpsi dalam menurunkan kadar mangan. Temuan tersebut sesuai dengan teori bahwa peningkatan ketebalan media dapat memperbesar luas permukaan kontak, jumlah pori yang tersedia, serta waktu kontak air dengan media.[11,12,14]

Meskipun demikian, penerapan hasil penelitian pada skala industri perlu mempertimbangkan beberapa keterbatasan. Alat filtrasi yang digunakan dalam penelitian masih berupa prototipe sehingga belum langsung menggambarkan kebutuhan kapasitas pengolahan air di PT. XYZ. Selain itu, penelitian belum menghitung masa jenuh karbon aktif dan belum menggunakan *flowmeter* untuk memperoleh pengukuran laju aliran yang lebih akurat. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menentukan masa pakai media, kondisi operasi optimum, serta kapasitas filter yang sesuai untuk penerapan pada skala industri.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi ketebalan media karbon aktif berpengaruh

terhadap penurunan kadar mangan (Mn) pada air bersih di PT. XYZ. Rata-rata kadar mangan sebelum perlakuan berada sekitar 0,27 mg/L. Setelah proses filtrasi, rata-rata kadar mangan menjadi 0,20 mg/L pada ketebalan 80 cm, 0,14 mg/L pada ketebalan 100 cm, dan 0,07 mg/L pada ketebalan 120 cm.

Persentase penurunan kadar mangan masing-masing sebesar 25,1% pada ketebalan 80 cm, 47,9% pada ketebalan 100 cm, dan 72,3% pada ketebalan 120 cm.

Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan nilai p-value sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga terdapat perbedaan yang bermakna pada penurunan kadar mangan antara variasi ketebalan media karbon aktif.

Ketebalan media karbon aktif 120 cm merupakan variasi yang paling efektif karena mampu menurunkan kadar mangan hingga 0,07 mg/L atau berada di bawah baku mutu 0,1 mg/L.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan flowmeter untuk memperoleh pengukuran laju aliran air yang lebih akurat. Selain itu, perlu dilakukan penelitian mengenai masa jenuh media karbon aktif untuk mengetahui lama efektivitas media dalam proses penyisihan mangan.

Untuk penerapan di PT. XYZ, prototipe filter dapat dikembangkan dengan kapasitas yang lebih besar dan disesuaikan dengan kebutuhan pengolahan air di kawasan industri.

DAFTAR RUJUKAN

1. Wahyuni A, Junianto. Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025. *Tapak*. 2017;6(2):116–126. doi:10.24127/tapak.v6i2.419.
2. Bappenas. Persentase Akses Kelayakan Air Minum dan Sanitasi di Indonesia. Published 2025.
3. Izza N, Karbito K, Fikri A, Masra F. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan Mangan (Mn) pada Air Sumur Gali Masyarakat sebagai Sumber Air Minum. *MJ (Midwifery Journal)*. 2025;5(2):41–49.
4. Izza N. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Sumur Gali sebagai Air Minum Masyarakat di Desa Sudimoro Kecamatan Semaka Tanggamus Lampung. 2024.
5. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2023.
6. Bakhtiar S, Tahir S, Hasni RA. Analisa Pengendalian Kualitas dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*. 2013;2(1):29–36.
7. Haryono SKM. Buku Ajar Sanitasi Lingkungan: Filter Reaktif Penurunan Kadar Mangan Air Sumur. Poltekkes Kemenkes Yogyakarta; 2021.
8. Tamjidillah, Ramadhan. Teknologi Pengolahan Air Bersih. CV IRDH.
9. Tamjidillah M, Nizar Ramadhan M. Air Bersih: Perkembangan dan Teknologi Pengolahannya. 2021.
10. Rachmat B, Sidebang P, Purwandari I. Akumulasi Senyawa Sianida, Krom, Mangan, Besi pada Air Baku dan Penilaian Risiko Kesehatan Masyarakat di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. *Berita Kedokteran Masyarakat*. 2019;35(3):97–105. doi:10.22146/bkm.43634.

11. Said NI. Teknologi Pengolahan Air Limbah: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Erlangga; 2017.
12. Andryani BE. Pengaruh Kombinasi Ketebalan Filter Pasir dan Arang Tempurung Kelapa terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Air Sumur. Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2013.
13. Purnomo YS, Ratna NN. Penurunan Mangan dengan Aplikasi Filter dan Karbon Aktif. *J Envirotek*. 2020;11(2):1–8. doi:10.33005/envirotek.v11i2.6.
14. Kawamura S. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities. 2nd ed. 2000.
15. Crittenden JC, Trussell R, Hand DW, Howe KJ. Water Treatment: Principles and Design. 3rd ed. MWH's; 2012.
16. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th ed. McGraw-Hill; 2014.
17. Wadu LB, Gultom AF, Pantus F. Penyediaan Air Bersih dan Sanitasi: Bentuk Keterlibatan Masyarakat dalam Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*. 2020;10(2):80–88.
18. Handayani L, Zalni A, Anisa L, Irvanda R, Marullah Z. Sanitasi dan Kesehatan Lingkungan. Get Press Indonesia; 2025.
19. Indriatmoko RH, Rahardjo N. Kajian Pendahuluan Sistem Pemanfaatan Air Hujan. *Jurnal Air Indonesia*. 2015;8(1):245632. doi:10.29122/jai.v8i1.2387.