

Kemampuan Media Filter Manganese Greensand Dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) Pada Air Tanah, Kelurahan Gunung Kebayoran Baru Jakarta

Rojali*, Syarifah Miftahul El-Jannah, Wartiniyati, Pangestu, Fathiani Nur Aliza

Program Studi Sanitasi Sarjana Terapan, Poltekkes Kemenkes Jakarta 2

*Corresponding author: rojali68@gmail.com

Info Artikel: Diterima bulan Agustus 2023 ; Disetujui bulan Juni 2024 ; Publikasi bulan Juni 2024

ABSTRACT

Water is a vital resource and an essential human need for nearly all activities. Environmental Health Quality Standards for water encompass physical, biological, and chemical parameters, with a particular focus on Manganese (Mn) levels, which can be neurotoxic when consumed in excess. Filtration using a combination of Manganese Greensand and Coconut Shell Activated Carbon has been shown to effectively reduce Manganese levels in groundwater, achieving reductions of up to 80%. This study aims to evaluate the effectiveness of these media in lowering Manganese levels based on the volume of water filtered in RT 08, RW 01, Gunung Kebayoran Baru Subdistrict, South Jakarta. Utilizing a one-group pretest-posttest design, the study filtered groundwater with a Manganese concentration of 5 mg/L in volumes of 56, 112, 168, and 224 liters. The results indicated a decrease in Manganese levels, but the reductions did not meet the quality standards. The highest reduction percentage occurred at a volume of 56 liters with a 48% decrease. Statistical analysis revealed a significant difference among the variations in water volume (p value = 0.00001).

Keywords: Activated Carbon, Manganese Greensand, Environmental Health

ABSTRAK

Air adalah sumber daya penting dan kebutuhan dasar manusia untuk hampir semua aktivitas. Standar Kualitas Kesehatan Lingkungan untuk air mencakup parameter fisik, biologis, dan kimia, dengan fokus khusus pada kadar Mangan (Mn) yang dapat bersifat neurotoksik jika dikonsumsi secara berlebihan. Filtrasi menggunakan kombinasi Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa terbukti efektif mengurangi kadar Mangan dalam air tanah, dengan penurunan hingga 80%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas media tersebut dalam menurunkan kadar Mangan berdasarkan volume air yang disaring di RT 08, RW 01, Kelurahan Gunung Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Menggunakan desain one-group pretest-posttest, penelitian ini menyaring air tanah dengan konsentrasi Mangan 5 mg/L dalam volume 56, 112, 168, dan 224 liter. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar Mangan, namun penurunan tersebut tidak mencapai standar kualitas. Persentase penurunan tertinggi terjadi pada volume 56 liter dengan penurunan sebesar 48%. Analisis statistik menunjukkan perbedaan signifikan di antara variasi volume air (nilai p = 0,00001).

Kata kunci: Karbon Aktif, Manganese Greensand, Kesehatan Lingkungan

PENDAHULUAN

Dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan sumber daya, termasuk air bersih, terus meningkat. Pertumbuhan populasi yang pesat, terutama di daerah perkotaan dengan tingkat urbanisasi dan aktivitas ekonomi yang tinggi, menyebabkan kebutuhan akan air bersih meningkat setiap tahunnya (Juwono TP et al., 2022). Air bukan hanya sumber daya strategis tetapi juga kebutuhan dasar manusia yang sangat penting untuk hampir semua aktivitas sehari-hari. Kegagalan dalam memenuhi kebutuhan air dapat berdampak negatif pada aspek sosial, ekonomi, teknologi, dan kesehatan masyarakat (Sanim B, 2011)

Perkembangan teknologi dan industri yang pesat membuat ketersediaan air bersih berkualitas semakin sulit ditemukan. Akibatnya, tidak semua air dapat dimanfaatkan oleh manusia (Fadila N., 2019). 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 (Sumbono A., 2016). Namun, paparan mangan yang berlebihan dapat bersifat neurotoksik dan menyebabkan akumulasi di hati serta ginjal (Said NI, 2005).

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

(Aisyah AN, 2018). Mangan memiliki sifat yang mirip dengan besi, di mana kelebihan mangan dalam air menghasilkan rasa, warna, dan kekeruhan yang mirip dengan yang disebabkan oleh besi (Haryono, 2021).

Berdasarkan hasil observasi di Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, air tanah di daerah tersebut berwarna kuning kecoklatan, berbau logam, dan meninggalkan kerak kuning. Air ini juga menyebabkan noda pada pakaian dan tampak berminyak jika dibiarkan. Pengujian menunjukkan kadar mangan (Mn) sebesar 5 mg/L. Hal ini mengindikasikan perlunya perbaikan kualitas air tanah sebelum digunakan oleh masyarakat.

Filtrasi merupakan salah satu teknik yang efektif dalam meningkatkan kualitas air bersih. Proses filtrasi melibatkan penyaringan koloid dan zat-zat pencemar melalui media berpori, yang menghasilkan pengurangan jumlah bakteri dan perubahan karakteristik kimia air (Makhmudah N & Notodarmojo S., 2010). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa efektif dalam menurunkan kadar mangan dalam air tanah hingga 80% (Zelna & Yayok, 2019). Namun, belum ada penelitian yang mendalam mengenai kemampuan media filtrasi ini berdasarkan volume air yang disaring.

Seiring berjalannya waktu, media penyaring dapat mengalami penyumbatan atau kejenuhan, yang membutuhkan proses pencucian atau penggantian (Simarmata MT M et al., 2022). Penggunaan media penyaring secara terus-menerus dapat mengakibatkan kejenuhan, seperti yang diamati dalam penelitian menggunakan Aerokarbon Biofilter, di mana pengendapan berkelanjutan menyebabkan penyumbatan dan menurunkan efektivitasnya (Ariani I, 2007).

Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai efektivitas media penyaring Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dalam mengurangi kadar mangan (Mn) dalam air tanah berdasarkan volume air yang difiltrasi di RT 08, RW 01, Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan analisis terhadap persentase penurunan kadar mangan sebelum dan setelah proses penyaringan, serta untuk memahami perbedaan dalam penurunan kadar mangan berdasarkan variasi volume air yang difiltrasi.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wishas Muhammad Faudzan, dkk. (2023), yang membahas tentang perbedaan jumlah tray dalam metode Multiple Tray Aerator piramida terhadap penurunan kandungan mangan dalam air bersih di PT.X. Penelitian tersebut mencatat bahwa air bersih yang digunakan oleh PT.X memiliki karakteristik keruh, berwarna kuning, berbau karat, dan menyebabkan noda kecoklatan pada keramik kamar mandi (Wishas Muhammad Faudzan, et al., 2023).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis eksperimen yang bertujuan untuk menguji daya tahan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dalam mengurangi kadar mangan (Mn) dalam air tanah dengan mempertimbangkan volume air yang difiltrasi.

Penelitian ini menggunakan desain one group pretest posttest, di mana observasi dimulai dengan pretest awal yang melibatkan pengujian kadar mangan (Mn) dalam air tanah di RT 08 RW 01, Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Penelitian ini direncanakan akan dilakukan pada periode bulan Maret hingga Juni tahun 2023.

Jumlah dan cara pengambilan subjek (untuk penelitian survei) atau bahan dan alat (untuk penelitian laboratorium) Populasi yang menjadi subjek penelitian adalah air tanah yang mengandung mangan (Mn) di RT 08 RW 01, Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Sampel yang diambil dalam penelitian berasal dari salah satu sumber air tanah di RT 08 RW 01, Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, dengan total volume sampel sebesar 1.680 liter.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah air tanah yang memiliki kadar mangan (Mn) melebihi ambang batas yang ditetapkan, sesuai dengan kriteria 5.5.2. Sedangkan, kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah air tanah yang kadar mangan-nya memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Data primer diperoleh selama pelaksanaan penelitian dengan mengukur kadar mangan (Mn) dalam air tanah sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa, berdasarkan volume air yang difiltrasi. Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber kepustakaan seperti buku dan internet, serta hasil penelitian sebelumnya yang relevan,

terkait dengan penurunan kadar mangan (Mn) dalam air tanah menggunakan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa.

Jumlah perlakuan (treatment), dilambangkan sebagai t , adalah ≥ 15 . Jumlah replikasi (replikasi), dilambangkan sebagai r , adalah setidaknya 6, mengikuti rumus $3r \geq 15$, yang kemudian dihitung sebagai 18, dan dibagi dengan 3 untuk mendapatkan jumlah replikasi yang dibutuhkan, yaitu 6. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan 4 perlakuan dengan volume air yang berbeda untuk setiap perlakuan, yaitu 56 liter, 112 liter, 168 liter, dan 224 liter. Setiap perlakuan dilakukan 6 kali replikasi berdasarkan rumus replikasi. Namun, karena keterbatasan waktu dan biaya, hanya dilakukan 3 kali replikasi untuk setiap perlakuan (Simarmata MT M et al., 2022).

Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik menggunakan metode Anova satu arah (One Way Anova) untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan dalam pengaruh berbagai volume air yang difiltrasi terhadap penurunan kadar mangan (Mn) dalam air tanah sebelum dan setelah perlakuan, dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Pengulangan (Replikasi)

Untuk meningkatkan keakuratan data, replikasi atau pengulangan dilakukan sesuai rumus yang ditetapkan. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam eksperimen ini mencakup Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa sebagai media filter utama, dengan ketebalan masing-masing 70 cm dan 20 cm, serta peralatan seperti kolom filtrasi dengan diameter 10 cm dan tinggi 100 cm, spektrofotometer untuk mengukur kadar mangan (Mn) dalam air, pompa air untuk mengalirkan air melalui kolom filtrasi dengan debit yang terkontrol, alat ukur debit untuk memastikan debit aliran air 0,5 liter/menit, serta beaker glass dan pipet untuk pengambilan sampel air sebelum dan sesudah proses filtrasi.

Proses dimulai dengan menyiapkan media filter dengan menempatkan Manganese Greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa ke dalam kolom filtrasi sesuai dengan ketebalan yang ditentukan. Selanjutnya, sampel air tanah diambil dari Kelurahan Gunung, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, dan kadar awal mangan (Mn) dalam air tanah diukur menggunakan spektrofotometer, yang ditemukan sebesar 5 mg/L.

Proses filtrasi dilakukan dengan mengalirkan air tanah melalui kolom filtrasi dengan debit 0,5 liter/menit untuk memastikan kontak yang memadai dengan media filter. Volume air yang digunakan dalam setiap perlakuan bervariasi, yaitu 56 liter, 112 liter, 168 liter, dan 224 liter, untuk memahami efektivitas penurunan kadar mangan berdasarkan variasi volume air yang difiltrasi.

Pengukuran Kadar Mangan (Mn)

Pengukuran konsentrasi mangan (Mn) dilakukan sebelum dan setelah proses filtrasi menggunakan spektrofotometer. Sampel air diambil setelah proses penyaringan pada setiap volume air yang telah ditentukan untuk mengevaluasi efektivitas penurunan kadar mangan.

Penggunaan volume sampel yang berbeda (56 liter, 112 liter, 168 liter, dan 224 liter) bertujuan untuk menilai seberapa efektif media filter dalam mengurangi kadar mangan dengan variasi volume air yang difiltrasi. Variasi ini membantu dalam memahami kapasitas penyerapan media filter dan efektivitas penurunan kadar mangan pada berbagai tingkat penggunaan.

Data yang diperoleh akan dianalisis secara statistik menggunakan metode Anova satu arah (One Way Anova) untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam penurunan kadar mangan (Mn) berdasarkan volume air yang difiltrasi. Tingkat signifikansi yang digunakan dalam uji statistik ini adalah $\alpha = 0,05$.

Pada percobaan ini, replikasi dilakukan untuk meningkatkan akurasi hasil penelitian. Replikasi dihitung menggunakan rumus yang telah ditetapkan untuk memastikan validitas data dan memperhitungkan variasi yang mungkin terjadi dalam setiap perlakuan.

HASIL

Hasil pengukuran kadar mangan (Mn) setelah perlakuan menggunakan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa berdasarkan volume air yang difiltrasi menunjukkan bahwa kadar mangan (Mn) sebelum dan sesudah perlakuan adalah 3,78 mg/L dengan penggunaan volume air sebanyak 224 liter. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan

media filter dalam menurunkan kadar Mn menurun seiring dengan peningkatan volume air yang difiltrasi.

Persentase penurunan kadar mangan pada air tanah menggunakan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dengan volume air 56 liter, 112 liter, 168 liter, dan 224 liter menunjukkan variasi hasil. Hasil persentase penurunan kadar Mn terendah adalah 24% dengan penggunaan volume air sebanyak 224 liter, sementara persentase penurunan kadar Mn tertinggi adalah 48% dengan penggunaan volume air sebanyak 56 liter. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar volume air yang difiltrasi, persentase penurunan kadar Mn semakin rendah.

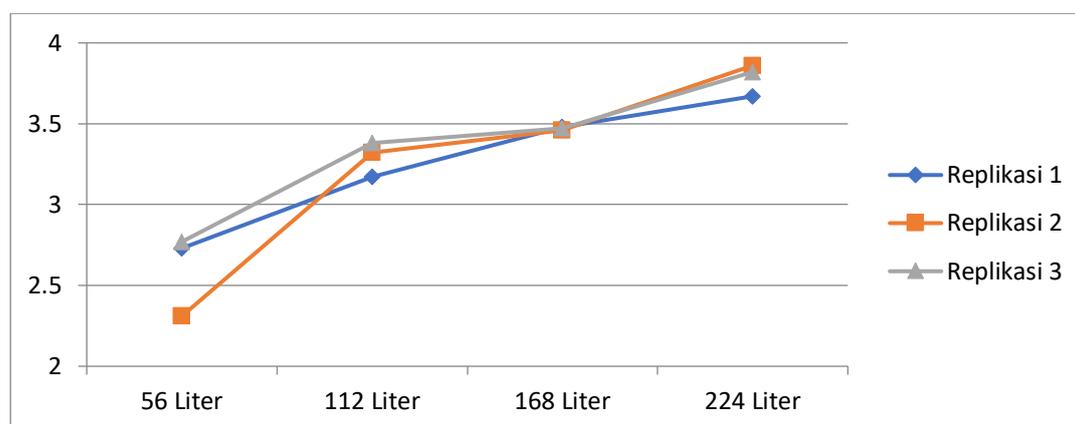
Kemampuan Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dalam menurunkan kadar mangan, berdasarkan hasil pengukuran, menunjukkan bahwa rata-rata kadar mangan setelah perlakuan belum memenuhi Standar Baku Mutu Permenkes RI Nomor 02 Tahun 2023, yaitu 0,1. Oleh karena itu, media filter yang digunakan tidak cukup efektif dalam menurunkan kadar mangan berdasarkan volume air yang difiltrasi hingga memenuhi standar yang ditetapkan.

Distribusi rata-rata penurunan kadar mangan pada air tanah menggunakan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa berdasarkan volume air menunjukkan nilai P value sebesar 0,00001, atau $P < \alpha (0,05)$, menunjukkan adanya perbedaan penurunan yang signifikan terhadap kadar mangan pada air tanah sebelum dan sesudah perlakuan. Uji post hoc pada lampiran 7 menunjukkan perbedaan antara volume air 56 liter dengan 112, 168, dan 224 liter, antara volume air 112 liter dengan 56 dan 224 liter, serta antara volume air 224 liter dengan 112 liter.

Tabel 1. Kadar Mangan (Mn) Pada Air Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan Menggunakan Media Filter Manganese grensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Berdasarkan Volume Air yang disaring tahun 2023

No	Volume air yang digunakan	Kadar Mangan (Mn) sebelum perlakuan (mg/L)	Kadar Mangan (Mn) sesudah perlakuan (mg/L)			Rata-rata kadar Mangan (Mn) sesudah perlakuan (mg/L)
			Replikasi			
			1	2	3	
1.	56 Liter	5	2,73	2,31	2,77	2,60
2.	112 Liter		3,17	3,32	3,38	3,29
3.	168 Liter		3,48	3,46	3,47	3,47
4.	224 Liter		3,67	3,86	3,82	3,78

Sumber: Data Primer

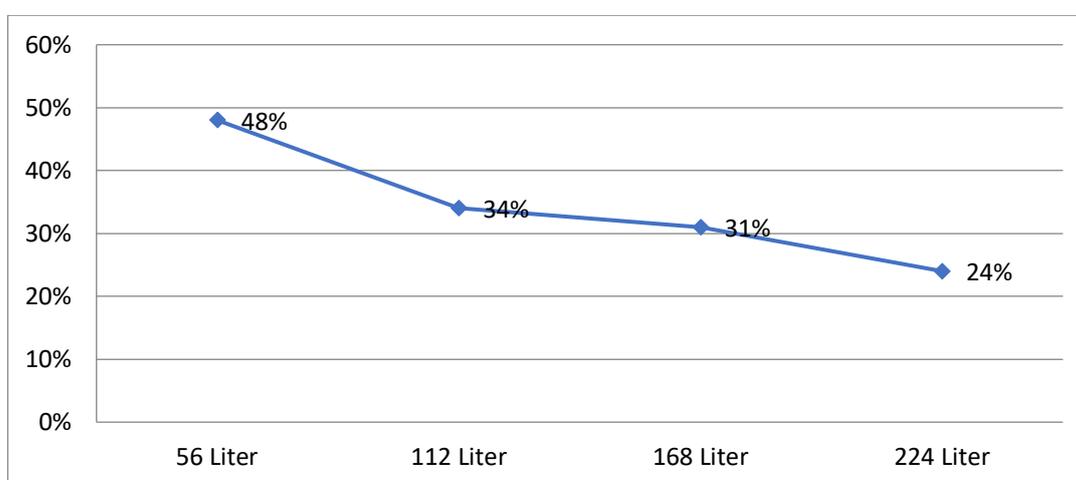


Gambar 1. Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah

Tabel 2. Persentase Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah Menggunakan Media Filter Manganese greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Berdasarkan Volume Air Tahun 2023

No	Volume air yang digunakan	Kadar Mangan (Mn) sebelum perlakuan (mg/L)	Rata-rata kadar Mangan sesudah perlakuan (mg/L)	Selisih rata-rata penurunan kadar Mangan (mg/L)	Persentase penurunan kadar Mangan (%)
1.	56 Liter	5	2,60	2,40	48%
2.	112 Liter		3,29	1,71	34%
3.	168 Liter		3,47	1,53	31%
4.	224 Liter		3,78	1,22	24%

Sumber: Data Primer



Gambar 2. Persentase Penurunan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah

Tabel 3. Kemampuan Manganese greensand dan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dalam Menurunkan Kadar Mangan (Mn) pada Air Tanah Berdasarkan Volume Air Tahun 2023

No	Volume air yang digunakan	Rata-rata kadar Mangan sesudah perlakuan (mg/L)	Standar Baku Mutu PERMENKES RI No. 2 Tahun 2023 (mg/L)	Mampu/tidak mampu
1.	56 Liter	2,60	0,1	Tidak mampu
2.	112 Liter	3,29		Tidak mampu
3.	168 Liter	3,47		Tidak mampu
4.	224 Liter	3,78		Tidak mampu

Sumber: Data Primer

PEMBAHASAN

Dampak kelebihan kandungan Mangan (Mn) umumnya terjadi di sistem pernapasan dan otak. Gejala keracunan Mangan meliputi halusinasi, gangguan memori, serta kerusakan saraf. Selain itu, Mangan juga dapat menyebabkan kondisi seperti Parkinson, emboli paru, dan bronkitis (Tarigan BL, 2015).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah filtrasi, di mana air dialirkan melalui media filter dengan volume yang telah ditentukan, yakni 56 liter, 112 liter, 168 liter, dan 224 liter. Penentuan volume ini didasarkan pada kebutuhan air minum per keluarga, yakni 2 Liter per orang per hari, dengan asumsi satu keluarga terdiri dari empat orang. Air dialirkan melalui pipa yang telah diisi

dengan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa. Ketebalan media filter yang digunakan adalah 70 cm untuk Manganese greensand dan 20 cm untuk karbon aktif tempurung kelapa. Debit air yang keluar adalah sebesar 0,5 liter/menit. Ketebalan media filter berperan penting dalam penurunan kadar mangan. Semakin tebal media filter, penurunan kadar mangan akan semakin optimal karena area permukaan yang lebih luas dapat menjerap mineral mangan dalam air. Debit air yang keluar juga berpengaruh; semakin kecil debitnya, penurunan kadar mangan akan lebih besar karena waktu kontak air dengan media filter menjadi lebih lama. Namun, debit air yang terlalu besar akan mengurangi efektivitas penurunan kadar mangan karena waktu kontak yang singkat.

Penelitian Zelna dan Yayok menegaskan bahwa air tanah dari RT 08, RW 01, Kelurahan Gunung Kebayoran Baru, Jakarta Selatan memiliki kandungan Mangan (Mn) yang tinggi, mencapai 5 mg/L, melampaui batas yang ditetapkan dalam Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023, yaitu 0,1 mg/L, sehingga memerlukan pengolahan. Air tanah tersebut memiliki aroma dan rasa logam yang kuat, serta cenderung berubah menjadi noda kekuningan saat teroksidasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dengan ketebalan masing-masing 70 cm dan 20 cm lebih efektif dalam menurunkan kadar mangan dibandingkan dengan variasi ketebalan Manganese greensand 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 60 cm dikombinasikan dengan ketebalan karbon aktif tempurung kelapa 20 cm. Demikian pula, debit air 0,5 liter/menit lebih efektif dalam menurunkan kadar mangan daripada variasi debit lainnya. Diameter butiran media filter sebesar 0,8 mm (mesh 20). Gambar karbon aktif tempurung kelapa dapat dilihat pada lampiran 8. Diameter butiran media filter mempengaruhi porositas, laju filtrasi, dan kemampuan penyaringan. Diameter butiran yang terlalu kasar atau terlalu halus dapat menyebabkan variasi dalam ukuran rongga antar butir, yang dapat memengaruhi efektivitas filtrasi (Fitriani NB, Nurjazuli & Budiyo, 2014). Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan sampel sekitar 100 ml dari volume air yang disaring untuk mengevaluasi kemampuan media filter dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air tanah berdasarkan volume yang disaring. Hasil rata-rata kadar Mangan (Mn) setelah perlakuan menunjukkan variasi tergantung pada volume air yang digunakan. Misalnya, pada 56 Liter volume air, kadar Mangan (Mn) adalah 2,60 mg/L, sedangkan pada 224 Liter volume air, kadar Mangan (Mn) meningkat menjadi 3,78 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak volume air yang disaring, kadar Mangan (Mn) cenderung meningkat. Hal ini disebabkan oleh penurunan kemampuan media filter dalam bereaksi dengan air disaring seiring waktu hingga akhirnya jenuh. Aliran air tanah yang terus menerus juga menyebabkan pori-pori media filter tersumbat, mengurangi kualitasnya dalam mereduksi kadar Mangan (Mn) berdasarkan volume air yang disaring.

Meskipun kombinasi media filter karbon aktif tempurung kelapa dan Manganese greensand mampu menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air tanah, namun kualitas media filter tersebut tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes Nomor 2 tahun 2023. Proses adsorpsi atau penjerapan zat-zat yang ingin dihilangkan, dalam hal ini kadar Mangan (Mn) pada air tanah, terjadi pada media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa. Namun, apabila permukaan media filter sudah tersumbat, kemampuannya dalam menyerap kadar Mangan (Mn) menjadi berkurang.

Penurunan persentase kadar Mangan (Mn) juga teramati seiring dengan peningkatan volume air yang disaring. Namun, media filter hanya mampu menurunkan kadar Mangan (Mn) pada air tanah hingga persentase tertinggi sebesar 48%, yang belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan Manganese greensand yang tidak diaktivasi, sehingga kemampuannya dalam menjerap Mangan (Mn) terbatas. Aktivasi dengan kalium permanganat dapat meningkatkan efektivitasnya, seperti yang disarankan oleh Las Thamzil dalam penelitian Dahona Lenthe Lavinia et al (2016).

Dahona Lenthe Lavinia et al. (2016) juga menunjukkan bahwa Manganese greensand yang tidak diaktivasi mungkin mengandung pengotor yang dapat mengurangi efektivitasnya. Aktivasi membantu meningkatkan luas permukaan media filter dengan membersihkan pengotor yang menutupi pori-porinya. Dengan luas permukaan yang lebih besar, kemampuan Manganese greensand dalam menjerap kadar mangan pada air tanah meningkat.

Selain itu, tingginya kadar Mangan (Mn) pada air baku, mencapai 5 mg/L, juga menjadi penyebab media filter tidak mampu menurunkan kadar mangan hingga memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Zelna dan Yayok (2019) yang menunjukkan

bahwa kombinasi media filter Manganese greensand dan karbon aktif dapat menurunkan kandungan Mangan dalam air tanah hingga 80%.

Penelitian tersebut menggunakan 12 Liter volume air untuk disaring, dengan menerapkan waktu kontak air sampel dengan media filter. Saat air mengalir menuju media filter, kran outlet ditutup untuk beberapa saat sebelum sampel diambil. Praktik ini memungkinkan media filter menyerap kadar Mangan (Mn) pada air baku selama waktu kontak yang telah ditetapkan, meningkatkan efektivitasnya. Selain itu, kadar Mangan (Mn) air baku pada penelitian tersebut hanya 2 mg/L.

Berdasarkan hasil perhitungan persentase penurunan kadar Mangan (Mn), penurunan tertinggi mencapai 48%, mampu menekan kadar mangan dari 5 mg/L menjadi 2,60 mg/L. Namun, penurunan terendah hanya mencapai 24%, dengan kadar mangan yang tersisa mencapai 3,78 mg/L. Persentase yang semakin rendah seiring dengan bertambahnya volume air yang disaring menunjukkan bahwa media filter semakin tersumbat, mengurangi kualitasnya.

Karbon aktif memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap molekul dalam air, termasuk kadar Mangan (Mn). Pori-pori yang besar dan bercabang pada karbon aktif memungkinkan penyerapan zat-zat terlarut. Manganese greensand, di sisi lain, dapat mengoksidasi Mangan (Mn) dalam air, memungkinkan pemisahan dengan filtrasi.

Meskipun kombinasi media filter tersebut dapat menurunkan kadar Mangan (Mn) hingga 48%, namun tidak mampu mencapai standar baku mutu yang ditetapkan. Tingginya kadar Mangan (Mn) pada air baku menyebabkan cepatnya penyumbatan pada pori-pori media filter. Sehingga, media filter harus sering diganti atau diregenerasi.

Media filter karbon aktif tempurung kelapa dan Manganese greensand lebih efektif untuk menyaring air dalam volume 56 Liter dengan penurunan kadar Mangan (Mn) paling besar, yaitu 48%. Untuk penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 34%, volume air yang disaring dapat ditingkatkan hingga 112 Liter hingga 224 Liter. Sedangkan, untuk penurunan sebesar 31%, volume air yang disaring dapat mencapai 168 Liter hingga 224 Liter. Setelah permukaan karbon aktif tersumbat, media filter harus diganti untuk mempertahankan efektivitasnya.

Berdasarkan analisis menggunakan uji statistik One Way Anova, diperoleh nilai P Value = 0,00001 yang menunjukkan bahwa nilai $p < \alpha$. Hal ini menandakan adanya perbedaan dalam penurunan kadar Mangan (Mn) pada air tanah menggunakan media filter karbon aktif tempurung kelapa dan Manganese greensand berdasarkan volume air yang disaring. Dilanjutkan dengan Uji Post Hoc untuk mengetahui apakah volume yang disaring memiliki perbedaan yang signifikan terhadap volume lainnya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa volume air 56 Liter memiliki perbedaan signifikan dengan volume 112 Liter, 168 Liter, dan 224 Liter. Ini berarti, untuk mencapai persentase penurunan kadar Mangan (Mn) sebesar 48%, media filter hanya mampu menyaring air sebanyak 56 Liter. Volume air 112 Liter memiliki perbedaan signifikan dengan 56 Liter dan 224 Liter, tetapi tidak signifikan dengan 168 Liter. Artinya, kemampuan media filter untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada 112 Liter air hampir sama dengan pada 168 Liter. Volume air 168 Liter memiliki perbedaan dengan 56 Liter, tetapi tidak signifikan dengan 112 Liter dan 224 Liter. Ini menunjukkan bahwa kemampuan media filter untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada 168 Liter air hampir sama dengan pada 112 Liter dan 224 Liter. Volume air 224 Liter memiliki perbedaan signifikan dengan 56 Liter dan 112 Liter, tetapi tidak signifikan dengan 168 Liter. Ini menandakan bahwa kemampuan media filter untuk menurunkan kadar Mangan (Mn) pada 224 Liter air hampir sama dengan pada 168 Liter.

Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas media filter dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) tidak dipengaruhi secara signifikan oleh volume air yang lebih besar. Implikasinya adalah bahwa penggunaan kombinasi media filter Manganese Greensand dan karbon aktif tempurung kelapa tetap efektif dalam mengurangi kadar mangan dalam air, tanpa perlu memperhatikan variasi volume air yang disaring.

Temuan ini sebagian besar mendukung penelitian sebelumnya, seperti penelitian oleh Zelna dan Yayok (2019) yang menunjukkan bahwa kombinasi media filter tersebut efektif dalam menurunkan kadar mangan dalam air. Meskipun penelitian tersebut tidak secara khusus membahas variasi volume air yang disaring, kesimpulan bahwa media filter tersebut efektif dalam mengurangi kadar mangan tetap relevan.

Dengan demikian, temuan penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya, terutama dalam hal efektivitas media filter dalam mengurangi kadar mangan dalam air. Ini menegaskan bahwa kombinasi media filter Manganese Greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dapat diandalkan untuk mengatasi masalah kadar mangan dalam air, tanpa memperhatikan variasi volume air yang disaring.

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menyimpulkan hal-hal berikut: 1) Kadar mangan dalam air tanah mengalami penurunan setelah melewati proses filtrasi menggunakan media filter pada berbagai volume air yang berbeda. Ini menandakan bahwa perlakuan tersebut efektif dalam mengurangi kadar mangan dalam air; 2) Persentase penurunan kadar mangan pada air tanah menunjukkan bahwa semakin besar volume air yang disaring, persentase penurunan kadar mangan cenderung lebih rendah. Namun, meskipun demikian, masih terjadi penurunan yang signifikan dalam kadar mangan setelah melalui perlakuan filtrasi; 3) Meskipun digunakan media filter karbon aktif tempurung kelapa dan Manganese greensand, kadar mangan dalam air tidak mencapai Standar Baku Mutu yang ditetapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan tidak sepenuhnya efektif dalam menurunkan kadar mangan hingga mencapai batas yang diinginkan; 4) Terdapat perbedaan yang signifikan antara volume air yang digunakan dalam perlakuan, menunjukkan bahwa volume air memengaruhi efektivitas perlakuan dalam menurunkan kadar mangan dalam air tanah.

Dari hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat diajukan: 1) Untuk penelitian berikutnya, disarankan untuk menguji kemampuan media filter Manganese greensand dan karbon aktif tempurung kelapa dengan variasi ketebalan yang lebih luas; 2) Aktivasi awal pada media filter manganese greensand sebelum penggunaan sebagai media filter juga perlu dipertimbangkan agar meningkatkan efektivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Juwono TP, Subagiyo A, Winarta B. (2022). Management of Water Resources and Urban Space for Sustainability. Published by UB Press, Universitas Brawijaya.
- Gibson RS. (2005). Principles of Nutritional Assessment. Second Edition. New York: Oxford University Press.
- Sanim B. (2011). Water Resources and Public Welfare: A Theoretical Overview and Practical Study. Bogor: IPB Press.
- Fadila N. (2019). Reducing Manganese (Mn) Levels in Groundwater around the Porong Area Using Manganese Greensand in Continuous Columns.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi. 2019 hal. 6.
- Sumbono, A. (2016). Mineral dalam Seri Biokimia Pangan Dasar. Yogyakarta: Deepublish Publisher. Halaman 39.
- Said, N. I. (2005). Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan di Dalam Penyediaan Air Minum Domestik. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. Vol. 1.
- Aisyah, A. N., Kiki, U., Utomo, P., Dian, R., & Jati, R. Analisis dan Identifikasi Status Mutu Air Tanah di Kota Singkawang: Studi Kasus Kecamatan Singkawang Utara.
- Haryono. (2021) Buku Ajar Sanitasi Lingkungan: Filter Reaktif Penurunan Kadar Mangan Air Sumur. Yogyakarta: Poltekkes Jogja Press.
- Makhmudah, N. dan Notodarmojo, S. (2010) 'Penyisihan Besi-Mangan, Kekeuhan dan Warna Menggunakan Saringan Pasir Lambat Dua Tingkat Pada Kondisi Aliran Tak Jenuh: Studi Kasus Air Sungai Cikapundung', Jurnal Teknik Lingkungan, 16.
- Ratna, Z. N., & Purnomo, S. Y. (2019). Penurunan mangan dengan aplikasi filter dan karbon aktif. Jurnal Envirotek, 11
- Simarmata, M. T. M., Adiansyah, S. J., Soputra, D., Mohamad, E., Y, H. R., Syahrir, M., et al. (2022). Sistem Manajemen Lingkungan. Yayasan Kita Menulis.
- Ariani, I. (2007) 'Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) pada Air Limbah Domestik dengan Menggunakan Reaktor "Aerokarbon Biofilter"', Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

- Daswito, R., et al. (2019) Kumpulan Artikel: Kesehatan Masyarakat di Daerah Terpencil, Perbatasan dan Kepulauan. Yogyakarta: leutikaprio.
- Zicof, E. (2022). Kesehatan Lingkungan. Malang: PT. Global Eksekutif Teknologi, hlm. 102–104.
- Zaman, N., Purba, T., Mahyati, Sitorus, E. S., Asra, R., Firgiyanto, R. B., et al. (2022). Hidrologi Pertanian. Medan: Yayasan Kita Menulis, hlm. 22.
- Sutandi CM. Penelitian Air Tanah. 2012;
- Santosa, W. L., & Adji, N. T. (2014). Karakteristik Akuifer dan Potensi Airtanah Graben Bantul. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, hlm. 4–10.
- L, W. (2016). Air Permukaan dan Air Tanah. Jawa Tengah: Cahaya Pena.
- Chay, A. (2023). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, hlm. 229.
- Sholichin, M. (2018). Buku Ajar Panduan Penyelidikan Lapangan Hidrogeologi. Malang: UB Press, hlm. 3–10.
- Utomo, M., et al. (2016). Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan. Jakarta: Kencana, hlm. 80–81.
- Kumalasari, F., & Satoto, Y. (2011). Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih. Jakarta: Laskar Aksara, hlm. 35.
- Kodoatie, J. R., & Syarief, R. (2010). Tata Ruang Air. Yogyakarta: C.V Andi Offset, hlm. 35–36.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. (2023).
- Syaputra, M. E. (2022). Kesehatan Lingkungan dan Lingkungan Hidup. Bandung: CV. Media Sains Indonesia, hlm. 365–366.
- Sumantri, A. (2017). Kesehatan Lingkungan. Depok: Kencana, hlm. 20–21.
- Ali, S., & Nuranto, S. (2019). Modul Praktikum Teknik Lingkungan. Yogyakarta: CV. Absolute Media.
- Misno, et al. (2016). Kajian Penyebaran Limbah Logam Berat Mangan (Mn) dan Timbal (Pb) pada Air Tanah Bebas di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah di Batu Layang Kota Pontianak.
- Ashar, T. (2007). Analisis Risiko Asupan Oral Pajanan Mangan dalam Air Terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(No. tidak dicantumkan), No.
- Tarigan, B. L. (2015). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Mangan Pada Air Bersih di Masyarakat Desa Supul Kecamatan Kuantana Kabupaten Timor Tengah Selatan Tahun 2015. Kupang: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kupang.
- Rohim, M. (2023). Pengawasan Depo Air Minum. Michosan Cent Indonesia.
- Abduh, N. M. (2018). Ilmu dan Rekayasa Lingkungan. Makassar: CV. Sah Media, hlm. 62.
- Kusnaedi. (2010). Mengolah Air Kotor untuk Air Minum. Jakarta: PT. Niaga Swadaya, hlm. 35–38.
- Mashuri, T. M. (2017). Teknologi Pengolahan Air Sederhana. Yogyakarta: Deepublish.
- Nurlia, D. (2020). Mix Sekam Padi, Bonggol Jagung dan Tempurung Kelapa sebagai Pestisida Alami. Sukabumi: CV Jejak.
- Sagala, P. D. S. (2018). Peningkatan Mutu Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa yang Diaktivasi dengan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Tekanan Tinggi. Skripsi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Raafiandy, A. (2016). Efektifitas Pengolahan Greywater dengan Menggunakan Rapid Sand Filter (RSF) dalam Menurunkan Kekeuhan, TSS, BOD, dan COD. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Universitas Islam Indonesia, 18.
- Mulyani, H. (2017). Penuntun Praktik Analisis dan Optimasi Sistem Penyehatan Air Minum. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, hlm. 15.
- Anggreni, D. (2022). Buku Ajar Metodologi Penelitian. Mojokerto: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Majapahit Mojokerto, hlm. 58.
- Metcalf, Eddy. (1991). Wastewater Engineering Treatment and Reuse.
- Fauzan, M. W., Purnama, B. L., & Nurhayati, A. (2023). Perbedaan Jumlah tray dengan Metode Multiple Tray Areratorpiramida Terhadap Penurunan Mangan Air BERSIH PT.X. *Sanitasi Profesional Indonesia*, 4(No. tidak dicantumkan).
- Fitriani, N. B., Nurjazuli, & Budiyo. (2014). Ektivitas Diameter dan Jenis Media Silika, Zeolit, dan Karbon Aktif Pada Proses Filtrasi dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur Mi Muhammadiyah

- Ngawen Muntilan. Laporan Penelitian, Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.
- Lavinia, L. D., Sulistiyani, & Rahardjo, M. (2016). Perbedaan Efektivitas Zeolit dan Manganese Greensand untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan Chemical Oxygen Demand Limbah Cair “Laundry Zone” di Tembalang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4).
- Yuliani, Y., Hendrarini, L., & Haryono. (2019) Penyaringan dengan Variasi Media Filter untuk Menurunkan Mangan pada Air Sumur Gali. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(31).