



EFEKTIVITAS PASIR SILIKA, PASIR KERANG DAN ZEOLIT SEBAGAI MEDIA FILTRASI DENGAN ALIRAN UP FLOW DALAM MENURUNKAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) PADA AIR TANAH (SUMUR GALI) DI RASAU JAYA

Selvia Helen¹, Asmadi^{1✉}, Abdul Syukur¹

¹⁾ Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak

E-mail: asmadi.griyahasada@gmail.com

ABSTRACT

The high content of iron (Fe) and manganese (Mn) in well water can cause various damage to household appliances and has the potential to cause health problems such as skin problems and irritation. This research aims to evaluate the effectiveness of silica sand, shell sand and zeolite as a filtration medium with an up-flow system in lowering iron and manganese levels. The method used in this study is an experiment. The population in this study was dug well water. The research was carried out by taking a sample of dug well water. Data analysis technique using univariate and bivariate analysis. Research results show that the highest effectiveness is achieved by silica sand which reduces iron content up to 60.03% and manganese 99.98% at a filtration time of 95 minutes. Zeolite and shellfish sand also show good results but their effectiveness is slightly lower than silica sand. The conclusion from this study is that silica sand filtration media is the most effective in lowering both parameters, followed by zeolite and shell sand, with an up-flow system with a thickness of 100 cm of filter media and a minimum time variation of 95 minutes, capable of improving the quality of dug well water.

Keywords : Environmental, Filtration, Silica Sand, Shell Sand, Zeolite, Well Water, Iron, Manganese

ABSTRAK

Tingginya kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur gali dapat menyebabkan berbagai kerusakan pada peralatan rumah tangga dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan seperti masalah kulit dan iritasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pasir silika, pasir kerang dan zeolit sebagai media filtrasi dengan sistem *up-flow* dalam menurunkan kadar besi dan mangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Populasi pada penelitian ini air sumur gali. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel air sumur gali. Teknik Analisis data menggunakan analisis univariat dan bivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas tertinggi dicapai pasir silika yang menurunkan kadar besi hingga 60,03% dan mangan 99,98% pada waktu filtrasi 95 menit. Zeolit dan pasir kerang juga menunjukkan hasil yang baik tetapi efektivitasnya sedikit lebih rendah dibandingkan pasir silika. Kesimpulan dari penelitian ini adalah media filtrasi pasir silika paling efektif menurunkan kedua parameter, diikuti dengan zeolit dan pasir kerang, dengan sistem aliran *up-flow* ketebalan media filter 100 cm dan variasi waktu minimal 95 menit mampu meningkatkan kualitas air sumur gali.

Kata kunci : Lingkungan, Filtrasi, Pasir Silika, Pasir Kerang, Zeolit, Air Sumur, Besi, Mangan

Pendahuluan

Air merupakan komponen penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Kebutuhan akan air bersih yang memenuhi standar kesehatan sangat penting untuk menjaga kualitas hidup dan mencegah berbagai penyakit. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, air untuk kebutuhan rumah tangga harus memenuhi Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL), yang mencakup parameter seperti kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Meskipun

distribusi air bersih telah meningkat di beberapa daerah, penyediaan air bersih yang memadai di Indonesia masih terbatas, terutama di daerah pedesaan, sehingga banyak masyarakat yang bergantung pada sumber air alternatif seperti air hujan, air sungai, dan sumur gali (Badan Pusat Statistik, 2023). Kabupaten Kubu Raya, khususnya di Kecamatan Rasau Jaya, akses terhadap air bersih dari PDAM sangat terbatas, dan banyak penduduk yang menggunakan air sumur sebagai sumber utama (Statistik Kesejahteraan Rakyat, 2023). Air tanah yang diambil dari

sumur gali berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan, sehingga lebih mudah terkontaminasi. Salah satu masalah yang sering ditemukan adalah tingginya kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air sumur gali, yang menyebabkan kualitas air tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Konsentrasi besi dalam air tanah bervariasi antara 0,01 mg/L hingga sekitar 25 mg/L, sementara rata-rata konsentrasi mangan melebihi 1,0 mg/L (Pakasi, 2019).

Berdasarkan hasil uji awal, kadar besi dan mangan di air sumur yang digunakan oleh masyarakat Rasau Jaya melebihi batas yang ditetapkan oleh peraturan kesehatan, yaitu 0,2 mg/L untuk besi dan 0,1 mg/L untuk mangan (Permenkes No. 2, 2023). Kadar besi yang tinggi dapat merusak peralatan rumah tangga dan menyebabkan gangguan kesehatan, seperti iritasi pada kulit dan mata. Sementara itu, paparan mangan dapat menyebabkan masalah kesehatan serius seperti gangguan saraf dan pembekuan darah (Fitriah, Kasim, 2022).

Untuk mengatasi masalah ini, salah satu metode yang dapat digunakan adalah pengolahan air melalui filtrasi. Penelitian sebelumnya Jenti et al. (2014) telah menunjukkan bahwa filtrasi dapat mengurangi kadar besi dan mangan dalam air dengan menggunakan berbagai media filter yaitu kerikil, pasir kwarsa dan karbon aktif. Pemilihan teknologi pengolahan perlu disesuaikan dengan mutu air baku dan target air olahan; filtrasi berfungsi menangkap partikel halus yang lolos dari sedimentasi (Handawijaya, 2026).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas filtrasi dengan menggunakan media pasir silika, pasir kerang, dan zeolit dalam sistem aliran *up flow*, serta untuk menentukan jenis media yang paling efektif dalam menurunkan kadar besi dan mangan pada air sumur di Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan ekonomis bagi masyarakat di daerah yang masih bergantung pada air sumur, sekaligus meningkatkan kualitas air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan metode pengolahan air yang optimal dan dapat diterapkan secara luas untuk meningkatkan kualitas air bersih di daerah-daerah yang memiliki permasalahan serupa. Pentingnya pengendalian mutu air juga terlihat pada penelitian air tahu di Pontianak Selatan

yang menempatkan higiene penjual, sanitasi peralatan, dan sanitasi lingkungan sebagai faktor yang perlu diperhatikan dalam pengujian angka kuman (Putri et al., 2024).

Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Quasi experimental* (eksperimen semu). Metode ini digunakan karena sesuai dengan kondisi sampel penelitian, di mana sampel yang diteliti memiliki kelompok pembandingan atau kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Lokasi penelitian di Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya. Waktu Penelitian dilakukan pada Agustus 2024.

Populasi dalam penelitian ini adalah air sumur gali dengan perlakuan menggunakan saringan dari media pasir silika, pasir kerang dan zeolit dalam penurunan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air sumur gali masyarakat yang terletak di Kecamatan Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sumur gali masyarakat Kabupaten Kubu Raya yang dihitung menggunakan rumus Federer sehingga menjadi 34 sampel.

Teknik pengumpulan data primer diperoleh dari hasil pemeriksaan kadar besi dan mangan pada sampel air sumur gali dan data sekunder diperoleh dari data bersifat umum dan menunjang penulisan penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pipa PVC sebagai wadah media filter, drum air sebagai tempat penampungan air baku, dan media filter pasir silika, pasir kerang dan zeolit.

Data yang diperoleh dianalisis secara univariat, yaitu mendeskripsikan hasil pengukuran variabel parameter Fe dan Mn baik sebelum maupun sesudah pengolahan dan analisis bivariat, untuk menguji penurunan kadar besi dan mangan pada air sumur gali.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data kadar Fe dan Mn sebelum dan setelah pengolahan dengan pasir silika

Kode sampel	Sebelum	Setelah Perlakuan dengan Pasir Silika (mg/L)				
		65	75	85	95	105
Parameter Besi (Fe)						
S1	4,54	4,55	3,49	3,88	3,63	3,37
	9	6	6	8	5	4
S2	4,56	4,49	4,41	2,11	0,10	3,33
	2	6	3	7	9	7
Rata-rata	4,55	4,52	3,95	3,00	1,81	3,35
	5	6	4	2	7	5
Efektifitas		0,64	13,2	34,0	60,0	26,3
		3		6	3	3
Parameter Mangan (Mn)						
S1	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	5	3	3	1	1
S2	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	4	3	2	1	1
Rata-rata	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	4	3	2	1	1
Efektifitas		99,8	99,8	99,9	99,9	99,9
		0	6	8	5	5

Sumber : Data Primer, 2024

Ket : S1 : Silika pengulangan 1

S2 : Silika pengulangan 2

Berdasarkan rata-rata pada tabel 1 persentase efektivitas penurunan kadar besi dengan media filter pasir silika yang paling efektif di waktu 95 menit yaitu 60,03% dan kadar mangan di waktu 95 menit yaitu 99,95%.

Tabel 2. Data kadar Fe dan Mn sebelum dan setelah pengolahan dengan pasir kerang

Kode sampel	Sebelum	Setelah Perlakuan dengan Pasir Kerang (mg/L)				
		65	75	85	95	105
Parameter Besi (Fe)						
S1	4,54	4,61	4,49	4,01	3,62	4,48
	9	3	6	6	4	9
S2	4,56	4,41	4,39	4,41	4,37	4,22
	2	3	0	5	8	5
Rata-rata	4,55	4,51	4,44	4,21	4,00	4,35
	5	3	3	5	1	7
Efektifitas		0,93	2,46	7,46	12,1	4,34
			6		8	
Parameter Mangan (Mn)						
S1	2,30	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	2	7	5	5	4
S2	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	3	3	1	2	2
Rata-rata	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0	7	5	3	3	3
Efektifitas		99,6	99,7	99,8	99,8	99,8
		6	7	6	4	6

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan rata-rata pada tabel 2 persentase efektivitas penurunan kadar besi dengan media filter pasir kerang yang paling efektif di waktu 95 menit yaitu 12,18%

sedangkan kadar mangan di waktu 85 menit yaitu 99,86%.

Tabel 3. Data kadar Fe dan Mn sebelum dan setelah pengolahan dengan Zeolit

Kode sampel	Sebelum	Setelah Perlakuan dengan Zeolit (mg/L)				
		65	75	85	95	105
Parameter Besi (Fe)						
S1	4,549	4,613	4,496	4,016	3,624	4,489
S2	4,562	4,413	4,390	4,415	4,378	4,225
Rata-rata	4,555	4,513	4,443	4,215	4,001	4,357
Efektifitas		0,93	2,466	7,465	12,11	4,348
Parameter Mangan (Mn)						
S1	2,300	0,012	0,007	0,005	0,005	0,004
S2	2,300	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002
Rata-rata	2,300	0,007	0,005	0,003	0,003	0,003
Efektifitas		99,66	99,77	99,86	99,84	99,86

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan rata-rata pada tabel 3 persentase efektivitas penurunan kadar besi dengan media filter zeolit yang paling efektif di waktu 85 menit yaitu 30,97% sedangkan kadar mangan di waktu 105 menit yaitu 99,95%.

Media filter yang paling efektif menurunkan kadar besi yaitu pasir silika, dapat dilihat dari persentase penurunan yang paling optimum untuk menurunkan kadar besi yaitu 60,03%. Namun belum mencapai baku mutu yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 Tahun 2023. Media filter pasir silika dan zeolit yang paling efektif menurunkan kadar mangan, dapat dilihat dari persentase penurunan yang paling optimum untuk pasir silika dan zeolit yaitu 99,95% sehingga dikatakan sudah memenuhi syarat air bersih untuk standar baku mutu air bersih pada mangan yaitu 0,1 mg/L.

Setelah proses filtrasi menggunakan pasir silika, diperoleh penurunan kadar besi maksimal sebesar 60,03% setelah pengendapan selama 95 menit, sementara kadar mangan turun sebesar 99,95% setelah pengendapan selama 105 menit. Pasir silika terdiri dari campuran SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, TiO₂, CaO, MgO, dan K₂O (Oesman et al., 2017). Karakteristik khas pasir silika memungkinkan media ini untuk menghilangkan kontaminan dari air dengan efektif. Penelitian oleh Panigoro et al., (2019) menunjukkan bahwa ketebalan efektif pasir dalam mengurangi

kadar Fe dan Mn adalah 80 cm, dengan penurunan Fe sebesar 95,07% dan Mn sebesar 97,87%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa semakin tebal lapisan pasir, semakin besar penurunan kadar Fe dan Mn pada air sumur.

Terbentuknya flok yang mengendap di dasar botol sampel serta adanya gelembung udara di permukaan air dapat memengaruhi kadar besi dalam sampel. Gelembung udara dan flok-flok tersebut berkontribusi pada pembentukan $A(OH)_3$ dalam air sumur gali, yang menunjukkan terjadinya proses adsorpsi. Selain itu, aliran air yang terlalu besar dapat mengurangi efektivitas media filtrasi. Faktor lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian adalah pelaksanaannya yang dilakukan di luar ruangan, karena paparan udara sekitar dapat memengaruhi reaksi yang terjadi. Penelitian ini menunjukkan bahwa media filter pasir silika, pasir kerang, dan zeolit mampu menurunkan kadar mangan pada air sumur gali, namun belum efektif menurunkan kadar besi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan komposisi senyawa yang terkandung dalam besi dan mangan (Said, 2008).

Penelitian ini tidak sejalan dengan Panigoro et al., (2019) yang menggunakan kombinasi media filter pasir dan karbon aktif pada ketinggian media 120 cm efektif menurunkan kadar besi dan mangan dalam air sumur. Penurunan paling efektif pada kadar besi sebesar 98,12% dan mangan sebesar 97,09%.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Siringoringo, (2019) proses filtrasi sangat dipengaruhi oleh debit air, ketebalan media filter, lama pemakaian media filter dan waktu kontak. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan air dengan media filter pasir silika, pasir kerang, dan zeolit hanya menghasilkan penurunan kadar besi yang sangat kecil. Selama pengawetan sampel selama 3 hari, terbentuk flok yang mengendap dan gelembung udara di permukaan air, yang mungkin dapat memengaruhi kadar besi dan menunjukkan adanya proses adsorpsi. Debit air yang terlalu besar dan pelaksanaan penelitian di luar ruangan juga dapat mengurangi efektivitas media filter dan memengaruhi hasil.

Perbedaan kemampuan media filtrasi dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing media. Pasir silika berperan sebagai media penyaring partikel dan membantu proses penahanan kontaminan, zeolit memiliki kemampuan pertukaran ion yang dapat

membantu mengikat logam, sedangkan pasir kerang berpotensi berperan melalui kandungan kalsium karbonat. Hasil penelitian menunjukkan pasir silika memberikan efektivitas tertinggi dalam menurunkan Fe dan Mn.

Analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui analisis univariat untuk menggambarkan hasil pengukuran kadar Fe dan Mn sebelum serta sesudah perlakuan, kemudian analisis efektivitas digunakan untuk mengetahui persentase penurunan kadar masing-masing parameter. Perbedaan efektivitas antar media dibandingkan berdasarkan kemampuan penurunan kadar Fe dan Mn pada variasi waktu filtrasi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah perlakuan dan kondisi media filtrasi yang diuji dalam skala penelitian. Hasil penelitian menggambarkan efektivitas media pada kondisi eksperimen sehingga diperlukan pengujian lanjutan pada skala lapangan.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan Pasir silika merupakan media filtrasi yang paling efektif dalam mengurangi kadar besi (Fe), dengan penurunan mencapai 60,03% pada waktu pengendapan 95 menit. Selain itu, pasir silika juga paling efektif dalam menurunkan kadar mangan (Mn), dengan penurunan sebesar 99,98% pada waktu pengendapan antara 85 hingga 105 menit. Dalam penelitian ini pasir silika, pasir kerang dan zeolit belum efektif menurunkan kadar besi di air sumur gali Rasau Jaya, namun ketiga media filter tersebut mampu menurunkan kadar mangan pada air sumur.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Air Bersih 2018-2022. In *Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/21/50f9fbfde6afcd854de1cc5e/statistik-air-bersih-2018-2022.html>
- Fitriah, Kasim, P. (2022). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Bersih Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 22(2), 253–261. <https://doi.org/https://doi.org/10.32382/sulolipu.v22i2.2897>
- Jenti, U. B., Di, G., Tambak, K., Waru, R., Sidoarjo, K., Kwarsa, P., & Aktif, K. (2014). Pengaruh Penggunaan Media Filtrasi Terhadap Kualitas Air Kabupaten

- Sidoarjo Usman Bapa Jenti **) dan Indah Nurhayati *). *Teknik Waktu*, 12, 34–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.36456/waktu.v12i2.908>
- Oesman, N. M., Studi, P., & Greensand, M. (2017). Penurunan Logam Besi Dan Mangan Menggunakan Filtrasi Media. 15.
- Pakasi, F. G. (2019). Efektivitas Saringan Pasir *Up Flow* dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Baku. *Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado*, 4(1).
- Panigoro et al. (2019). Pengaruh Variasi Ketebalan Pasir Dan Karbon Aktif Pada Media Saringan Pasir Lambat Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur. 003.
- Permenkes No. 2. (2023). Permenkes No. 2 Tahun 2023. *Kemenkes Republik Indonesia*, 55, 1–175.
- Said, N. I. (2008). Metoda praktis penghilangan zat besi dan mangan di dalam air minum. *Teknologi Pengelolaan Air Minum “Teori Dan Pengalaman Praktis,”* 306–336.
- Siringoringo, F. (2019). Pengertian Filtrasi. *Pengertian Filtrasi*, 3–14.
- Statistik Kesejahteraan Rakyat. (2023). *Volume : V*.
- Putri, D. S. A., Saepudin, M., Sunarsieh, & Martini. (2024). Hubungan hygiene sanitasi pedagang air tahu terhadap angka kuman di Kecamatan Pontianak Selatan. *Jurnal Riset Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 14–21. <https://doi.org/10.14710/jrkm.2024.22139>
- Handawijaya, G. K. (2026). Pengelolaan air bersih dan limbah dalam keamanan pangan. Dalam S. Purwoko dkk., *Higiene sanitasi makanan dan tempat umum* (hlm. 106–123). Eureka Media Aksara.