

PENGOLAHAN AIR SUMUR GALI YANG TERCEMAR BESI (FE) DAN MANGAN (MN): STUDI KASUS DI KELURAHAN KOYA TIMUR, KOTA JAYAPURA

Treatment of Dug Well Water Contaminated With Iron (Fe) and Manganese (Mn): A Case Study in Koya Timur Village, Jayapura City

**Akbar Ilham Pamungkas¹, Auldry F. Walukow², Novita Medyati³, Sri Mulyono⁴,
Renold Mofu^{5*}**

^{1,4,5} Jurusan Sanitasi, Poltekkes Kemenkes Jayapura

² Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Universitas Cenderawasih

³ Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas
Cenderawasih

Email: renoldmofu74@gmail.com

ABSTRACT

Clean water quality is influenced by groundwater pollution, this pollution results in a decrease in water quality so that it does not meet health requirements. The clean water quality standards are 0.2 mg / l for Fe and 0.1 mg / l for manganese. The city of Jayapura itself common pollution is iron (Fe) and manganese (Mn) in addition to other physical and chemical criteria. This pollution is because the soil in Jayapura tends to be swampy and calcareous. The study aimed to treatment of dug well water contaminated with Fe and Mn by *bubble aerator* method, electrolysis, and *ion changer* case study of community wells in East Koya Village, Jayapura City. This study used pure experiments of three treatments, namely bubble aerator, electrocoagulation, and *ion changer* with purposive sampling techniques. Test analysis using one-way Anova followed by Post Hoc test. The variant homogeneity test showed a p-value of 0.049 while the One-Way Anova test showed a significant difference in iron and manganese after treatment with a *p-value* of 0.000. However, what is effective in treatment iron and manganese contamination according to drinking water and clean water quality standards in accordance with Indonesian Minister of Health Regulation No. 2 of 2023 is an *ion changer* with a filtration duration of 90 minutes with an effectiveness in reducing Fe by 99.83% and Mn by 97%, while bubble aerators are only effective in treatment Mn filtration for 90 minutes with a decrease of 99%. The study concluded treatment of dug well water contaminated with Fe and Mn in accordance with clean water and drinking water quality standards is an ion changer.

Keywords: water pollution, iron, manganese, bubble aerator, electrocoagulation, and ion changer.

ABSTRAK

Kualitas air bersih sangat dipengaruhi oleh pencemaran air tanah, pencemaran ini mengakibatkan turunnya kualitas air sehingga tidak memenuhi syarat kesehatan. Adapun baku mutu air bersih yakni 0,2 mg/l untuk Fe dan 0,1 mg/l untuk mangan. Kota Jayapura sendiri pencemaran yang umum terjadi ialah Besi (Fe) dan Mangan (Mn) di samping kriteria fisik dan kimia lainnya. Pencemaran ini dikarenakan tanah di Jayapura cenderung merupakan tanah rawa dan berkapur. Tujuan penelitian ini adalah pengolahan air sumur gali yang tercemar Fe dan Mn dengan metode bubble aerator, elektrolisis dan *ion changer* studi kasus sumur warga di Kelurahan Koya Timur, Kota Jayapura. Penelitian ini menggunakan eksperimen murni tiga perlakuan yakni *bubble aerator*, elektrokoagulasi dan *ion changer* dengan teknik purposive sampling. Analisa uji

menggunakan *One Way Anova* dilanjutkan dengan uji *Post Hoc*. Uji homogenitas varian menunjukkan p-value sebesar 0,049, sedangkan pada uji *One Way Anova* terdapat perbedaan yang bermakna baik pada besi dan mangan setelah dilakukan perlakuan dengan p-value sebesar 0,000. Namun yang efektif dalam pengolahan cemaran besi dan mangan sesuai baku mutu air minum dan air bersih sesuai dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023 ialah *ion changer* dengan lama filtrasi 90 menit dengan efektivitas penurunan Fe sebesar 99,83% dan Mn sebesar 97% sedangkan *bubble aerator* hanya efektif melakukan pengolahan Mn filtrasi selama 90 menit dengan penurunan sebesar 99%. Kesimpulan penelitian ini adalah pengolahan air sumur gali yang tercemar Fe dan Mn sesuai dengan baku mutu air bersih dan air minum ialah *ion changer*.

Kata Kunci: pencemaran air, besi, mangan, *bubble aerator*, elektrokoagulasi dan *ion changer*

PENDAHULUAN

Sumber daya air tanah merupakan komponen penting dari sumber daya air global. Konsumsi air tanah dalam jangka panjang yang melebihi tingkat standar untuk zat besi dan mangan dapat menyebabkan penyakit kronis, yang mengancam kesehatan manusia. [1] Lebih jauh Wang et al memaparkan permasalahan besi dan mangan terdapat di daerah Sanjiang yang umumnya merupakan lahan rawa terbesar di China. Di samping itu Ivanova et al (2014) juga menyebutkan permasalahan yang sama terkait besi dan mangan di Siberia Barat.[2]

Indonesia sendiri pencemaran air akibat besi dan mangan terdapat di beberapa daerah. Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup (2022) menguraikan data akses air minum layak pada rumah tangga tertinggi adalah DKI Jakarta dengan 99,86%, Bali dengan 97,56% dan Yogyakarta sebesar 95,69% sedangkan di posisi yang terbawah adalah Papua dengan persentase 64,92% dan Bengkulu sebesar 67,39%. Data tersebut menunjukkan bahwa Papua memiliki permasalahan yang cenderung paling dominan memiliki risiko gangguan kesehatan akibat air minum. [3]

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sebagaimana dikutip oleh Greenpeace (2022) menyampaikan bahwa Indeks kualitas air di tahun 2022 dengan skor 53,88. Skor ini meningkat dari tahun sebelumnya yang mendapatkan nilai 52,82. Meskipun begitu, capaian nilai di tahun 2022 belum memenuhi target nilai indeks kualitas air yaitu 55,03. Permasalahan buruknya kualitas air di Indonesia dipengaruhi oleh konsumsi air yang berlebih, terbatasnya sumber air bersih, pencemaran limbah rumah tangga, dan kegiatan industri. Jumlah penduduk yang kian banyak dan ekspansi industri yang makin besar membutuhkan pasokan air yang tidak sedikit. Air yang dibutuhkan tidak hanya digunakan untuk kepentingan rumah tangga, namun juga industri.[4]

Kualitas air sumur di Kota Jayapura ditemukan banyak mengandung besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang melebihi ambang batas yang telah ditentukan sehingga menyebabkan perubahan warna menjadi kuning kecokelatan dan berbau.[5] Salah satu penyebab pencemaran ini karena Papua termasuk Jayapura ialah jenis tanah yang cenderung merupakan daerah yang tinggi zat kapur [6]; zat kapur inilah yang kemudian teroksidasi menjadi pencemaran tersebut [7]. Di samping itu, pencemaran lainnya seperti pencemaran limbah rumah tangga dan industri yang tidak dikelola dengan baik. [5]

Realitas masyarakat di Jayapura untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih masyarakat di khususnya di Kelurahan Koya Timur masih menggunakan sumur gali sebagai sumber air. Berdasarkan pengamatan awal yang dilakukan, Kelurahan Koya Timur masih banyak masyarakat yang menggunakan sumur gali sebagai sumber air bersih. Air sumur gali yang digunakan masyarakat memiliki warna air kuning

kecoklatan serta memiliki bau dan rasa khas (amis). Masyarakat di wilayah Koya Timur masih banyak yang belum atau hanya mengolah air dengan cara sangat sederhana seperti menggunakan saringan pasir sederhana. Pengolahan sederhana ini belum efektif untuk menurunkan kadar Fe dan Mn secara maksimal.

Beberapa penelitian terbaru mengidentifikasi mekanisme absorpsi Fe dan Mn, misalnya Mudzielwana, Gitari & Ndungu menggunakan modifikasi kaolin Clay [8]; magnetik dengan nano komposit [9], [10]. Lebih jauh El kady, Shorky & Hamad mengungkapkan bahwa mekanisme absorpsi dengan memanfaatkan sifat logam yang ada di Fe dan Mn yang dapat diikat oleh beberapa senyawa dan memanfaatkan medan magnet. menemukan bahwa absorpsi ini dipengaruhi oleh waktu kontak, dosis absorben dan pH awal [9]. Untuk itulah kemudian peneliti menggunakan metode *bubble aerator* yang merupakan alat penyembur oksigen sebagai pengikat Fe dan Mn [11], [12], sementara elektrokoagulasi dan *ion changer* diharapkan dapat mengangkat Fe dan Mn dengan mekanisme magnetik [9], [13] Untuk itulah kemudian penelitian ini menerapkan proses absorpsi tersebut dengan menggunakan *bubble aerator*, *elektrolisis* dan *ion changer* pada sumur gali di Kelurahan Koya Timur Kota Jayapura. Tujuan penelitian ialah menganalisa pengolahan air sumur gali menggunakan *bubble aerator*, elektrolisis dan *ion changer*

METODE

Penelitian ini menggunakan eksperimen murni dengan tiga perlakuan yakni *bubble aerator*, *elektrokoagulasi* dan *ion changer*. Ketiga perlakuan ini dilakukan filtrasi dengan tiga kali pengukuran yakni 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Sampel air sumur gali diambil di perumahan warga di Kelurahan Koya Timur Kota Jayapura, rancang bangun alat dan pemeriksaan air sebelum dan sesudah di Poltekkes Kemenkes Jayapura. Cara uji kadar besi dalam air (SNI 6989.4-2009) dan Cara uji kadar mangan dalam air (SNI 06-6989.5-2004). Analisa data menggunakan *One Way Anova* dan *Post Hoc*.

Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya ialah:

- Bubble aerator: Fine *bubble aerator* dan aerator yamano Ip 60.
- Elektrokoagulasi: Adaptor DC 24 volt 3 Amper, dan batang aluminium sebagai Katoda dan Anoda.
- Perakitan Alat Filter Air Tabung Filter Air FRP 1054: Dalam satu unit tabung filter air terdiri dari Tabung Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) dengan ukuran diameter 10 Inch dan Tinggi 54 Inch; 3 way valve head; Top Strainer; Buttom strainer.
- Waterbath
- Ph Meter
- Spektrofotometer

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini secara rinci pada Tabel 1 berikut:

Bahan	Jumlah
HCL pekat	2 ml
Larutan hidroksilamin	1 ml
Buffer Ammonium Asetat	50 ml
Larutan fenantrolin	2 ml
Larutan induk besi (Fe) dan larutan referensi Fe	Secukupnya

Aquadest	35 ml
Reagen khusus mn	5 ml
H ₂ O ₂ 30%	1 tetes
Amonium persulfat	1 gr

Prosedur

1. Prosedur Uji Besi (Fe)

- Siapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori 0,45 µm dan diawetkan. Contoh uji siap diukur.
- Siapkan contoh uji untuk pengujian besi total, dengan tahapan sebagai berikut: homogenkan contoh uji, pipet 50,0 ml contoh uji ke dalam gelas piala 100 ml atau *Erlenmeyer* 100 ml;
- Tambahkan 5 ml HNO₃ pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *Erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup;
- Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 ml-20 ml;
- Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 ml. HNO₃ pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dan warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih;
- Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala;
- Pindahkan contoh uji masing-masing ke dalam labu ukur 50,0 ml (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan;
- Contoh uji siap diukur serapannya;
- Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 248,3 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran;
- Catat hasil pengukuran.

2. Prosedur Uji Mangan (Mn)

- Homogenkan contoh uji, pipet 50,0 ml contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 ml atau *erlenmeyer* 100 ml;
- Tambahkan 5 ml hno₃, pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup;
- Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 ml dan 20 ml;
- Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih/ keruh) maka tambahkan lagi 5 ml HNO₃ pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih;
- Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala;
- Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 50,0 ml (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan;
- Contoh uji siap diukur serapannya
- Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 279,5 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran;
- Catat hasil pengukuran

HASIL

1. Parameter Fisik dan Kimia

Pengukuran parameter fisik dan kimia air sumur gali di Kelurahan Koya Timur dijelaskan pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisik dan Kimia Air Sumur Gali Di Kelurahan Koya Timur Distrik Muara Tami

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu*	Keterangan
Ph*	6,59	6,5- 8,5	Sesuai baku mutu
TDS*	591,4	<300 mg/l	Melebihi Baku Mutu
Salinitas**	414,2	3334	Sesuai Baku Mutu
Conductivity**	559,2	500	Melebihi baku mutu
Suhu*	26,15	20,1-28,6 °C	Sesuai Baku Mutu
Fe*	5,9	0,2 mg/l	Melebihi
Mangan *	0,2	0,1 mg/l	Melebihi

Sumber: data primer 2023

*Baku mutu [8]

** Baku buku [9]

Tabel 2 diatas menggambarkan bahwa Ph, salinitas dan suhu sesuai dengan baku mutu, sedangkan *Total Dissolved Solids* dan *Conductivity* melebihi baku mutu.

2. Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali sebelum dan Setelah Dilakukan Filtrasi dengan Menggunakan *Bubble Aerator*, *Elektrolisis* dan *Ion Changer*.

Penurunan Fe pada air sumur gali sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi dengan metode *bubble aerator* secara detail dijabarkan pada table 4 dibawah ini:

Tabel 4 Penurunan Fe Air Sumur Gali Sebelum dan Sesudah Filtrasi Di Kelurahan Koya Timur

Metode	Waktu (Menit)	Awal mg/l	Akhir mg/l	Penurunan		Anova one way (p-value)*	Baku Mutu**
				Kadar (mg/l)	Persentase (%)		
Bubble Aerator	30	5.9	3.38	2.52	42.71	0,0001	0,2
	60		3.14	2.76	46.61		
	90		2.75	3.15	53.38		
Elektrolisis	30	5.9	5.5	0.4	6.7	0,0001	0,2
	60		5.0	0.9	15.25		
	90		4.3	1.6	27.19		
Ion Changer	30	5.9	0.06	5.84	98.98	0,0001	0,2
	60		0.025	5.87	99.49		
	90		0.010***	5.89	99.83		

Sumber Data Primer 2023

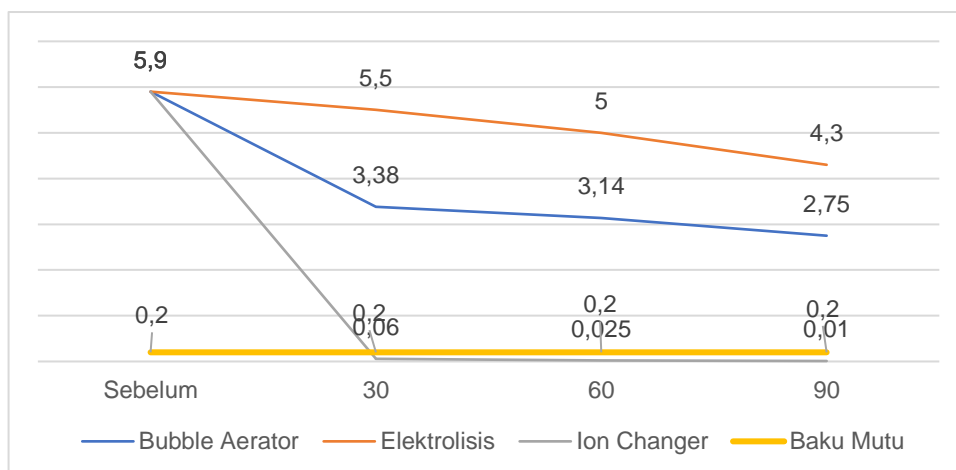
*One Way Anova

**Permenkes No. 2 Tahun 2023

***dibawah baku mutu sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023

Tabel 4 diatas memperlihatkan bahwa kadar besi air sumur gali sebelum filtrasi diatas baku mutu air minum dan air bersih yakni 5,9 mg/l > 0,2 mg/l; semua metode memperlihatkan terjadinya penurunan kadar besi setelah dilakukan filtrasi baik dengan waktu filtrasi 30 menit, 60 menit maupun 90 menit dengan *p-value* sebesar 0,000 (secara jelas digambarkan pada gambar 1). Metode *ion changer* memiliki persentase penurunan baik secara kadar dan persentase dari metode *bubble aerator* dan elektrolisi baik dengan waktu filtrasi 30 menit kadar turun sebesar 5,84 mg/l (98,89%), waktu filtrasi 60 menit kadar turun sebesar 5,87 mg/l (99,49%), dan waktu filtrasi 90 menit kadar turun sebesar 5,89 mg/l (99,83%). Metode *ion changer* dengan waktu filtrasi selama 90 menit yang

mampu menurunkan kadar besi dibawah baku mutu air bersih dan air minum sesuai dengan Permenkes No. 2 Tahun 2023 dengan hasil 0,01 mg/l <0,2 mg/l;



Sumber: data primer 2023

Gambar 1. Penurunan besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi

Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa semua intervensi secara signifikan mampu mengurangi kadar Fe air sumur gali namun hanya *ion changer* dengan durasi filtrasi 90 menit yang memiliki nilai dibawah baku mutu air minum

3. Kadar Mn air sumur gali sebelum dan setelah filtrasi

Penurunan Mn pada air sumur gali di Kelurahan Koya Timur setelah dilakukan filtrasi dengan metode *bubble aerator*, elektrolisis dan *ion changer* dijabarkan pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kadar Mn Air Sumur Gali Sebelum Dan Sesudah Filtrasi Di Kelurahan Kota Timur

Metode	Waktu (Menit)	Sebelum (mg/l)	Setelah (mg/l)	Penurunan		P-value*	Baku Mutu**
				Kadar (mg/l)	Persentase (%)		
<i>Bubble Aerator</i>	30	0,2	0,016	0,184	92	0,000	0,1
	60		0,011	0,189	94,5		
	90		0,002***	0,198	99		
Elektrolisis	30	0,2	0,2	0	0	0,000	0,1
	60		0,19	0,01	5		
	90		0,13	0,07	35		
<i>Ion Changer</i>	30	0,2	0,015	0,185	92,5	0,000	0,1
	60		0,012	0,188	94		
	90		0,006***	0,194	97		

Sumber: data primer 2023

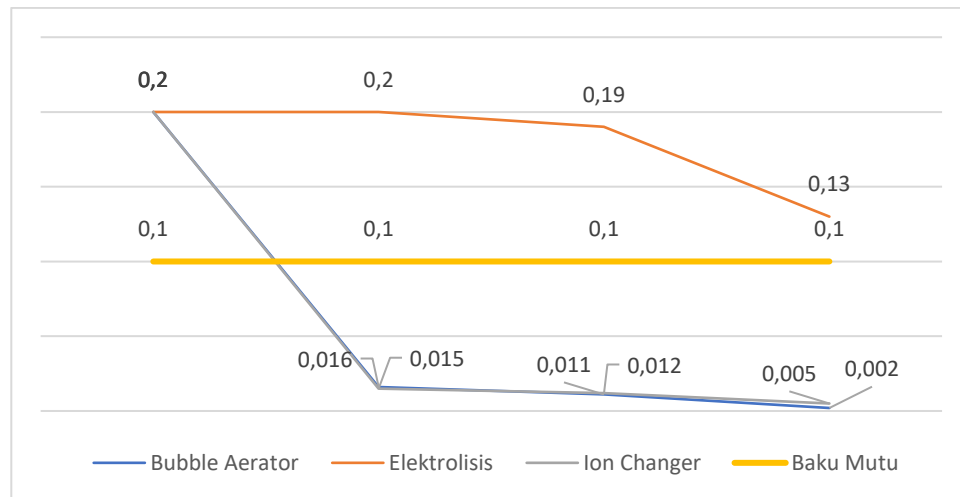
*One Way Anova

** Permenkes No. 2 Tahun 2023

*** dibawah baku mutu

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar mangan (Mn) air sumur gali sebelum filtrasi sebesar 0,2 mg/l. kadar tersebut diatas baku mutu air bersih dan air minum (0,2 mg/l >0,1 mg/l); Terjadi penurunan kadar mangan (Mn) air sumur gali di Kelurahan Koya Timur pada semua metode dan waktu filtrasi dengan *p-value* 0,000. Penurunan kadar mangan baik pada kadar dan persentase terbesar ialah pada metode *bubble aerator* dengan waktu filtrasi 90 menit yakni kadar turun sebesar

0,198mg/l dan persentase turun sebesar 99% (terlihat pada gambar 2); dan Metode filtrasi *bubble aerator* dan *ion changer* dengan waktu filtrasi 90 menit memiliki penurunan paling signifikan dan dibawah baku mutu air sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023 yakni 0,002 mg/l untuk *bubble aerator* dan 0,006 mg/l untuk *ion changer*.



Sumber: data primer 2023

Gambar 2. Grafik Penurunan Mangan setelah filtrasi

Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa metode *bubble aerator* dan *ion changer* dengan durasi 90 menit filtrasi menunjukkan hasil memenuhi baku air minum terhadap penurunan mangan

PEMBAHASAN

1. Parameter Fisik dan Kimia

Temuan penelitian terhadap parameter fisik dan kimia air sumur gali di Kelurahan Koya Timur, Distrik Muara Tami menemukan bahwa Ph, Salinitas dan Suhu sesuai dengan baku mutu air minum dan air bersih menurut Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan Permen Kehutanan dan Lingkungan Hidup No. 22 tahun 2021 sedangkan *Total Dissolved Solids/* TDS (kekeruhan) dan *Conductivity* tidak memenuhi baku mutu.[14], [15]

Ketidaksesuaian parameter fisik dan kimia pada air sumur yang ditemukan peneliti sejalan dengan hasil beberapa penelitian yang mengungkapkan bahwa air di daerah rawa cenderung tidak sesuai dengan parameter baik fisik maupun kimia [16]–[20]

Mairizki, Putra & Suryadi, (2023) di Pulau Bengkalis Riau menemukan air tanah dengan TDS sebesar 26,4-1217 mg/l, Ph 6,44-68, kadar Fe 0,05-4,4 mg/l dan berwarna kuning hingga kecokelatan [17]. Penelitian Agustina, Chandra & Aquarista (2021) di Banjarmasin juga menemukan zat besi melebihi baku buku yakni sebesar 10 mg/l dan memiliki kekeruhan (TDS) sebesar 357 mg/l [18]. Sementara di Wilayah kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak ditemukan kualitas fisik dan kimia sumur gali yang melebihi baku mutu air seperti TDS 938,1 mg/l, Besi 0,31 mg/l, mangan 1,02 mg/l [19], sedangkan di Waai, Salahutu Maluku Tengah sebagai mana temuan Kololu, M., & Matakupan, Z. (2023) juga mengonfirmasi temuan penelitian khususnya terkait dengan khususnya pada salinitas TDS, Salinitas, Ph.[20]

2. Kadar Fe dan Mn Air Sumur Gali sebelum dan setelah penyaringan menggunakan Bubble Aerator, Elektrolisis dan Iron Changer

Temuan peneliti sebagaimana terlihat pada tabel 2 dan tabel 3 khususnya terkait dengan Fe dan Mn yang dijadikan sampel penelitian menunjukkan diatas baku mutu. Kadar Fe dan Mn air sumur pada daerah rawa cenderung tinggi sebagaimana yang ditemukan di beberapa negara seperti Shinjian China [1]; Siberia Barat [2]; Papua Nugini [21] dan Indonesia [22], [23]. Di Indonesia sendiri kadar Fe dan Mn juga tinggi di daerah yang berawa seperti Pulau Kalimantan [18]; Sumatera [17], Sulawesi [22] dan Papua [23], [24]. Tingginya kadar ini menurut Wang et al (2023) disebabkan karena pada daerah rawa cenderung kurang memiliki kadar oksigen dan mineral tertentu yang berfungsi meningkatkan senyawa besi dan mangan sehingga larut di dalam air[1]. Temuan ini sekaligus mengonfirmasi temuan-temuan penelitian sebelumnya.

Peneliti menemukan bahwa penurunan kadar Fe paling efektif adalah *ion changer* dengan estimasi waktu 90 menit (lihat tabel 2 dan gambar 1). temuan ini sejalan dengan penelitian Septiyani et al (2020) yang menemukan hal serupa pada penggunaan iron changer. Sedangkan Efektivitas penggunaan *bubble aerator* dengan penurunan kadar besi air sumur. [25]–[27]

Sementara metode yang efektif menurunkan kadar Mn sesuai baku mutu air bersih dan air minum ialah metode *bubble aerator* dan iron changer dengan estimasi waktu yang sama yakni 90 menit. Temuan ini sejalan dengan temuan penelitian yang dilakukan oleh Putriani, et al, (2020) dan Dinasari, Purnaini & Asbanu, (2022) yang mengungkapkan keefektifitas *bubble aerator* dalam mengurangi kadar besi dan mangan di air sumur dengan p-value 0,000. [25], [27] Sementara Septiyani et al (2020) yang menentukan efektivitas penggunaan *ion changer* dalam mengurangi kadar Fe dan Mn pada air tanah (sumur gali maupun sumur bor). [28]

Efektivitas pada *bubble aerator* disebabkan oleh karena aerator berfungsi menyemburkan oksigen yang nantinya akan bereaksi dengan Fe dan Mn sehingga membentuk senyawa baru yakni FeO_2 , dan MnO_2 . [27] Efektivitas penggunaan iron changer disebabkan oleh kemampuan ion baik anion dan kation dalam mengikat Fe dan Mn yang bersifat logam. [28] Temuan ini sejalan dengan kondisi geografis di Kelurahan Koya Timur yang berada pada daerah rawa-rawa sehingga kadar oksigen dan ion lainnya yang diperlukan dalam mengurai kandungan Fe dan Mn secara alami tidak tercukupi.

3. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini diantaranya pengambilan sampel yang digunakan hanya satu air sumur gali dan tidak melakukan pemeriksaan pada semua pengukuran fisik maupun kimia pada sampel penelitian.

SIMPULAN

Penurunan Fe pada sumur gali yang sesuai baku mutu hanya dengan menggunakan metode *ion changer* dengan waktu filtrasi 90 menit sedangkan kadar Mn yang sesuai baku mutu air minum dapat dilakukan dengan metode *bubble aerator* dan *ion changer* dengan waktu filtrasi 90 menit. Hasil ini diharapkan dapat diterapkan oleh pemangku kepentingan baik Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan hidup, dan universitas yang memiliki program studi kesehatan masyarakat dan/ atau sanitasi yang ada di Kota Jayapura dalam menurunkan kadar Fe dan Mn di air sumur gali.

REKOMENDASI

Dinas Kesehatan dan dinas lingkungan Hidup Kota Jayapura dapat menerapkan temuan penelitian khususnya pada penggunaan *ion changer* dalam memperbaiki kualitas air sumur gali warga yang ada di sekitar Kelurahan Koya Timur, dan daerah

lainnya yang memiliki kadar Fe dan Mn diatas ambang baku mutu air bersih. Penerapannya dapat melibatkan unsur institusi pendidikan baik Poltekkes Kemenkes Jayapura maupun Universitas Cenderawasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Wang, M. Wang, L. Yang, T. Yang, J. Li, And Y. Chen, “Distribution Characteristics And Genesis Of Iron And Manganese Ions In Groundwater Of Eastern Sanjiang Plain, China,” *Water (Switzerland)*, Vol. 15, No. 11, 2023, Doi: 10.3390/W15112068.
- [2] I. S. Ivanova, O. E. Lepokurova, O. S. Pokrovskii, And S. L. Shvartsev, “Iron-Containing Groundwater In The Upper Hydrodynamic Zone In The Central Part Of West-Siberian Artesian Basin,” *Water Resour.*, Vol. 41, No. 2, Pp. 163–177, 2014, Doi: 10.1134/S0097807814020080.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup, *Status Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2022*. 2023.
- [4] Aviaska Wienda Saraswati, “Hari Air Sedunia: Seberapa Bagus Kualitas Air Indonesia?,” 2023. <https://Greeneration.Org/Publication/Green-Info/Hari-Air-Sedunia-Kualitas-Air-Indonesia/>
- [5] S. Mulyono, A. H. Markus, And W. Mulyani, “Laundry Wastewater Treatment Using Active Carbon Media From Coconut Shell, Matoa Shaws Powder, Iron And Lingua Wood,” *Biolink (Jurnal Biol. Lingkung. Ind. Kesehatan)*, Vol. 9, No. 1, Pp. 106–115, 2022, Doi: 10.31289/Biolink.V9i1.6357.
- [6] F. K. Sri Mulyono, Wiwiek Mulyan, “Efektifitas Media Penukar Ion Zeolit Dan Ferolit Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur_2020,” *J. Penelit. Kesehat. Suara Forikes*, Vol. 11, Pp. 95–100, 2020, Doi: [Http://Dx.Doi.Org/10.33846/Sf11nk416](http://Dx.Doi.Org/10.33846/Sf11nk416).
- [7] Q. Nugrahayu And A. Purnomo, “Penurunan Kandungan Zat Kapur Dalam Air Tanah Dengan Menggunakan Media Zeolit Alam Dan Karbon Aktif Menjadi Air Bersih,” *J. Tek. Pomits*, Vol. 02, No. 2, Pp. 124–126, 2013, Doi: 10.12962/J23373539.V2i2.4410.
- [8] R. Mudzielwana, W. M. Gitari, And P. Ndungu, “Removal Of As(Iii) From Synthetic Groundwater Using Fe-Mn Bimetal Modified Kaolin Clay: Adsorption Kinetics, Isotherm And Thermodynamics Studies,” *Environ. Process.*, Vol. 6, No. 4, Pp. 1005–1018, 2019, Doi: 10.1007/S40710-019-00397-4.
- [9] M. El Kady, H. Shokry, And H. Hamad, “Effect Of Superparamagnetic Nanoparticles On The Physicochemical Properties Of Nano Hydroxyapatite For Groundwater Treatment: Adsorption Mechanism Of Fe(Ii) And Mn(Ii),” *Rsc Adv.*, Vol. 6, No. 85, Pp. 82244–82259, 2016, Doi: 10.1039/C6ra14497g.
- [10] A. Mushtaq *Et Al.*, “Magnetic Hydroxyapatite Nanocomposites: The Advances From Synthesis To Biomedical Applications,” *Mater. Des.*, Vol. 197, P. 109269, 2021, Doi: 10.1016/J.Matdes.2020.109269.
- [11] P. Yu, J. Wang, J. Chen, J. Guo, H. Yang, And Q. Chen, “Successful Control Of Phosphorus Release From Sediments Using Oxygen Nano-Bubble-Modified Minerals,” *Sci. Total Environ.*, Vol. 663, Pp. 654–661, 2019, Doi: 10.1016/J.Scitotenv.2019.01.265.
- [12] M. Arshadi, F. Pourhossein, S. M. Mousavi, And S. Yaghmaei, “Green Recovery Of Cu-Ni-Fe From A Mixture Of Spent PcbS Using Adapted A. Ferroxidans In A Bubble Column Bioreactor,” *Sep. Purif. Technol.*, Vol. 272, No. December 2020, P. 118701, 2021, Doi: 10.1016/J.Seppur.2021.118701.
- [13] T. Rajeshkumar, R. Jose, And G. Rajaraman, “Magnetic Coupling In Oximate Bridged {Mn^{III}} Clusters Bridged By Diamagnetic Dicyano-Metallato Linkers: A Theoretical Perspective,” *Polyhedron*, Vol. 206, No. June, P. 115346, 2021, Doi: 10.1016/J.Poly.2021.115346.
- [14] Peraturan Menteri Kesehatan Ri, “Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.” 2023.
- [15] Peraturan Pemerintah Ri, *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. 2021.

- [16] R. Chandrawijaja, "Air Segar Untuk Penduduk Di Daerah Rawa Dengan Metode Menara Berlipat," *Info-Teknik*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–6, 2001, Doi: [Http://Dx.Doi.Org/10.20527/Infotek.V2i1.444.G367](http://dx.doi.org/10.20527/infotek.V2i1.444.G367).
- [17] F. Mairizki, A. Y. Putra, A. Suryadi, N. Sahrofah, And Ainun, "Kualitas Fisikokimia Air Tanah Dangkal Di Bantan Air, Bengkalis, Riau," *J. Katalisator*, Vol. 8, No. 1, Pp. 24–41, 2023, Doi: [Http://Doi.Org/10.22216/Jk.V5i2.5717](http://doi.org/10.22216/jk.V5i2.5717).
- [18] N. Agustina And M. Febriza Aquarista, "Kualitas Air Rawa Terhadap Keluhan Kesehatan Masyarakat Desa The Quality Of Water Swamp On Complaints Health Villagers," *J. Kesehat.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 220–227, 2021, [Online]. Available: [Http://Ejurnal.Poltekkes-Tjk.Ac.Id/Index.Php/Jk](http://ejournal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/jk)
- [19] S. Munfiah, Nurjazuli, And O. Setiani, "Kualitas Fisik Dan Kimia Air Sumur Gali Dan Sumur Bor Di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur Ii Kabupaten Demak Physical And Chemical Water Quality Of Dug And Bore Well In The Working Area Of Public Health Center Ii Guntur Demak Regency," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 154–159, 2013, [Online]. Available: [Https://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkli/Article/View/8553](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/view/8553)
- [20] Z. Matakupan, M. Kololu, R. Limehuwey, N. Hattu, And D. J. Puradimaja, "Karakterisasi Akuifer Dan Analisis Parameter Fisik-Kimia Air Tanah Daerah Pesisir," Vol. 3, No. 2, Pp. 273–288, 2023, [Online]. Available: [Http://Journal.Itera.Ac.Id/Index.Php/Jstvc/Article/View/1197](http://journal.itera.ac.id/index.php/jstvc/article/view/1197)
- [21] G. A. Ayoko, K. Singh, S. Balarea, And S. Kokot, "Exploratory Multivariate Modeling And Prediction Of The Physico-Chemical Properties Of Surface Water And Groundwater," *J. Hydrol.*, Vol. 336, No. 1–2, Pp. 115–124, 2007, Doi: 10.1016/J.Jhydrol.2006.12.013.
- [22] Y. E. Pratiwi And Y. D. Hartono, "Efektivitas Limbah Serat Batang Sagu Dalam Mengurangi Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur The Effectiveness Of Sago Stem Fiber Waste In Reducing Iron (Fe) Content In Ground Water," *Instek*, Vol. 5, No. 2, Pp. 13–18, 2022, Doi: 10.51454/Instek.V5i2.728.
- [23] M. M. T. Afasedanya And E. Cresli, "Kualitas Airtanah Untuk Kebutuhan Konsumsi Warga Sekitar Kampus 1 Dan Kampus 2 Politeknik Amamapare Timika - Papua Tengah," *J. Tek. Amata*, Vol. 4, No. 1, Pp. 69–73, 2023, Doi: 10.55334/Jtam.V4i1.91.
- [24] E. Karapa And N. Medyati, "Analisis Potensi Pencemaran Airtanah Di Daerah Dok Iv Kota Jayapura Potential Analysis Of Groundwater Pollution In The Dok Iv Of Jayapura City," Vol. 5, No. 2, Pp. 158–167, 2023, Doi: [Https://Doi.Org/10.35970/Jppl.V5i2.1979](https://doi.org/10.35970/jppl.V5i2.1979).
- [25] D. Putriani, E. P. Afliansyah, M. Karsina, And A. Walid, "Penurunan Kandungan Zat Besi Dalam Air Sumur Galian Dengan Menggunakan Metode Aerasi," *Tin Terap. Inform. Nusant.*, Vol. 1, No. 3, Pp. 133–136, 2020, [Online]. Available: [Http://Ejurnal.Seminar-Id.Com/Index.Php/Tin/Article/View/433](http://ejournal.seminar-id.com/index.php/tin/article/view/433)
- [26] B. Haidar, B. Triyantoro, And Yulianto, "Efisiensi Variasi Lama Waktu Aerasi *Bubble Aerator* Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Air Sumur Gali Desa Purwogondo Kabupaten Jepara Tahun 2020," 2020. [Https://Repository.Poltekkes-Smg.Ac.Id/Index.Php?P=Show_Detail&Id=23135&Keywords=](https://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?P=Show_Detail&Id=23135&Keywords=)
- [27] U. Diansari, R. Purnaini, And C. Asbanu, "Perbandingan Efisiensi Cascade *Aerator* Dan *Bubble Aerator* Dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur Bor Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air," Vol. 10, No. 1, Pp. 11–21, 2022.
- [28] E. Septiyani, Y. Zevi, And N. N. Arifianingsih, "Sustainable Regeneration Of Mordenite Mineral As Ion Exchanger Sustainable Regeneration Of Mordenite Mineral As Ion Exchanger For Removal Iron And Manganese In Groundwater," *Matter Int. J. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 147–160, 2021, doi: 10.20319/mijst.2020.61.147160.