

ANALISIS KANDUNGAN (Fe) DAN (Mn) PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) 1 DAN 3 PT HANARIDA TIRTA BIRAWA SIDOARJO

¹⁾Mohamad Wafiq Nafii Alfian, ²⁾ Muchammad Adiono, ³⁾ Evi Suaebah, ⁴⁾Fitriana, ⁵⁾Lydia Rohmawati

- ¹⁾ Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: mohamadwafiq21013@mhs.unesa.ac.id
²⁾ PT Hanarida Tirta Birawa, Sidoarjo, email: muchammad.adiono79@gmail.com
³⁾ Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: evisuaebah@unesa.ac.id
⁴⁾ Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: fitrianafitriana@unesa.ac.id
⁵⁾ Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: lydiarohmawati@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem instalasi pengolahan air (IPA) 1 dan 3 di PT Hanarida Tirta Birawa dalam menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn). Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi mengenai berbagai bahaya logam berat yang terdapat dalam air pra olahan yang dapat memicu berbagai gangguan kesehatan, sekaligus memberikan informasi hasil pengolahan air yang dilakukan di PT Hanarida Tirta Birawa. Sampel air diambil dari kedua IPA kemudian dilakukan pengujian kadar Fe dan Mn skala laboratorium. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata kadar Fe pada IPA 1 dan 3 masing-masing adalah 0,11 Mg/L dan 0,09 Mg/L, sedangkan untuk Mn adalah 0,044 Mg/L dan 0,046 Mg/L. Setelah melalui proses pengolahan, kadar Fe dan Mn mengalami penurunan yang sangat signifikan, mencapai efisiensi penurunan sebesar 94-96% untuk Fe dan 97-98% untuk Mn. Kadar Fe dan Mn pada air olahan jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023, yaitu 0,2 Mg/L untuk Fe dan 0,1 Mg/L untuk Mn. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengolahan air di PT Hanarida Tirta Birawa telah beroperasi dengan sangat baik dan menghasilkan air minum yang memenuhi standar kualitas air minum yang berlaku serta telah memenuhi standar internasional ISO 9001:2000.

Kata Kunci: Kadar Fe, Kadar Mn, Instalasi Pengolahan Air, Industri Air

Abstract

This research aims to analyze the performance of water treatment installation systems (IPA) 1 and 3 at PT Hanarida Tirta Birawa in reducing iron (Fe) and manganese (Mn) levels. This research is very important to carry out information about the various dangers of heavy metals contained in pre-treated water which can trigger various health problems, as well as providing information on the results of water treatment carried out at PT Hanarida Tirta Birawa. Water samples were taken from both IPAs and then tested for Fe and Mn levels on a laboratory scale. The analysis results show that the average Fe content in IPA 1 and 3 is 0.11 Mg/L and 0.09 Mg/L respectively, while for Mn it is 0.044 Mg/L and 0.046 Mg/L. After going through the processing process, Fe and Mn levels decreased very significantly, reaching a reduction efficiency of 94-96% for Fe and 97-98% for Mn. The levels of Fe and Mn in processed water are far below the maximum limits stipulated in the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 2 of 2023, namely 0.2 Mg/L for Fe and 0.1 Mg/L for Mn. These results indicate that the water treatment system at PT Hanarida Tirta Birawa has operated very well and produces drinking water that meets applicable drinking water quality standards and meets the international standard ISO 9001:2000

Keywords: Fe content, Mn content, water treatment plant, water industry

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital yang menjadi sumber keberlangsungan hidup seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Peran dan fungsi air sebagai kebutuhan dasar menempati urutan kedua setelah udara (Rasid *et.al.*, 2024). Fungsi air digunakan untuk pemenuhan kebutuhan fisiologis, produksi pangan, dan industri. Maka dari itu kebutuhan akan air bersih turut mengalami peningkatan (Amalia, 2020). Akan tetapi pemenuhan kebutuhan air bersih pada saat ini terhambat oleh banyaknya kontaminan pada sungai dan ekosistem perairan.

Berdasarkan pada hasil penelitian (Iswandi, 2024) melaporkan bahwa kontaminasi air sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah pembuangan limbah domestik secara langsung ke sungai. Hal tersebut menjadi penyebab, kualitas air sungai menurun drastis dan tidak lagi memenuhi standar untuk konsumsi. Selain itu, aktivitas industri juga berkontribusi besar terhadap pencemaran sungai, terutama karena minimnya pengolahan limbah industri sebelum dialirkan menuju sungai. Berbagai faktor-faktor tersebut menyebabkan kualitas air semakin memburuk dan tidak layak untuk dikonsumsi serta dapat memicu gangguan kesehatan.

Menurut penelitian (Sunarsih *et al.*, 2018) air yang tidak layak dikonsumsi dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang mungkin akan timbul jika mengkonsumsi air yang tidak memenuhi standar kelayakan yang telah ditetapkan, gangguan kesehatan tersebut diantaranya diare pada anak usia dini, infeksi mata dan kulit *trachoma* serta leptospirosis (Iswandi, 2024). Beberapa indikasi gangguan kesehatan tersebut timbul dikarenakan mengkonsumsi air yang tidak memenuhi standar kelayakan yang telah ditetapkan serta telah terkontaminasi polutan organik dan anorganik seperti (logam berat).

Logam berat yang sering dijumpai dalam air diantaranya adalah Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Besi ataupun Mangan yang terlarut dalam air akan menyebabkan reaksi biologi pada saat proses reduksi anaerobik (Leonard, 2023). Apabila air yang terpapar Besi dan Mangan berinteraksi dengan Oksigen atau udara maka akan terjadi reaksi oksidasi besi atau mangan, dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan sedimentasi atau pengendapan koloid dari hasil reaksi yang tidak diharapkan (Fitri, 2017). Endapan yang dihasilkan dari reaksi reduksi tersebut akan membuat sistem perpipaan mengalami masalah, selain itu juga menimbulkan tumbuhnya mikroorganisme seperti *crenotherix* dan *clonotrix* yang akan mengganggu pendistribusian air pada pipa, mangan (Mn) juga menyebabkan adanya perubahan pada rasa dan aroma logam pada air (Fitri, 2017). Dari berbagai bahaya yang ditimbulkan oleh zat anorganik (logam berat) tersebut pengolahan air memegang peranan yang penting untuk menyediakan air bersih yang layak dan memenuhi standar kelayakan serta aman untuk kebutuhan konsumsi.

Berdasarkan pada regulasi yang telah berlaku, air yang digunakan untuk kebutuhan konsumsi harus memenuhi standar kelayakan. Apabila air tidak memenuhi regulasi yang telah ditetapkan maka mengindikasikan air tersebut tidak layak untuk dijadikan sebagai air bersih yang layak untuk dikonsumsi (Al Kholif *et.al* 2020). Untuk air yang layak dikonsumsi telah diatur dalam Permenkes No 2 tahun 2023. Adapun syarat air yang layak untuk dikonsumsi harus memenuhi indikator kelayakan yang ditinjau secara fisik, kimiawi dan mikroorganisme (bakteriologis) dimana syarat tersebut menjadi mutlak, apabila terdapat salah satu yang tidak terpenuhi maka air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi (Ariyanti *et.al* 2020). Untuk memperoleh air yang layak dikonsumsi maka perlu sebuah sistem pengolahan yang baik dan tepat sehingga hasil pengolahan air tersebut sesuai dengan regulasi dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

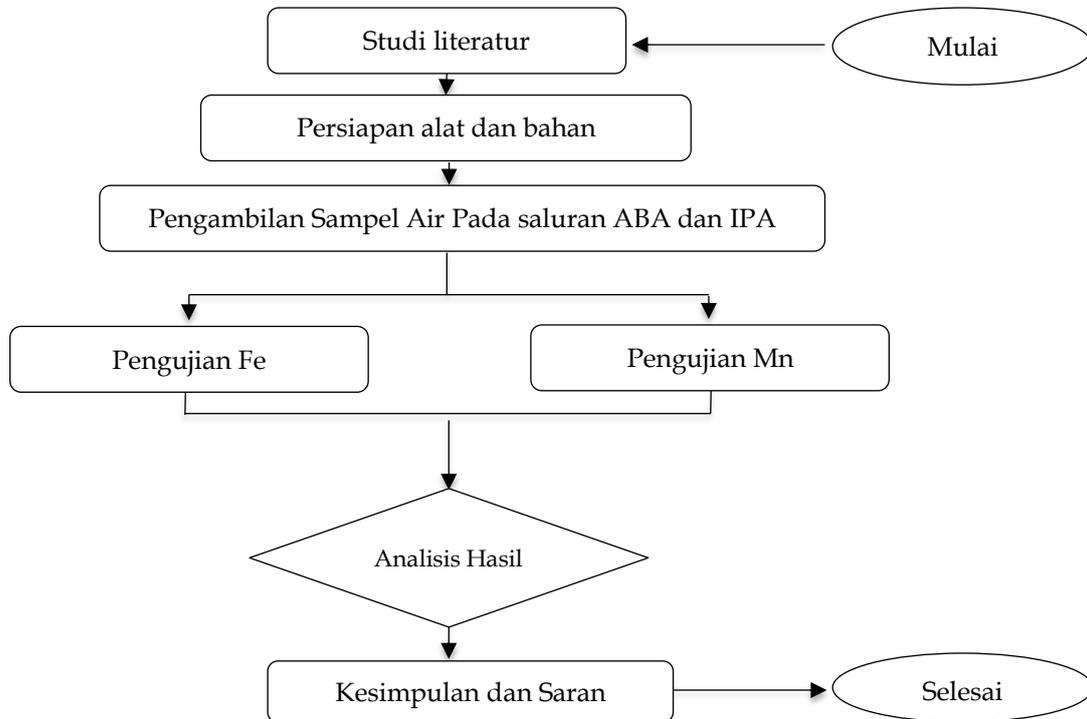
Pengolahan air PT Hanarida Tirta Birawa mengolah air baku yang dialirkan dari sungai pelayaran Desa Tawang Sari Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo. Sistem pengolahan air yang dimiliki PT Hanarida Tirta Birawa memiliki 3 plan Instalasi Pengolahan Air (IPA). Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008, standar air sungai Pelayaran masuk ke dalam kelas II. Kategori tersebut membuat air

sungai pelayaran perlu diolah agar memenuhi standar kualitas air minum. Dari serangkaian proses pengolahan turut dipantau juga kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) terlarut, dimana kadar dari kedua senyawa tersebut diawasi oleh regulasi dengan ketat. Pemantauan kadar Besi dan Mangan dilakukan pengamatan dan pengukuran sampel dalam skala laboratorium. Dimana sampling dilakukan pada saluran Air Baku (ABA) dan saluran Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk mengetahui kadar dari Fe dan Mn dalam Air.

II. METODE

A. Rancangan Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengambilan sampel air pada saluran Air Baku, IPA 1 dan IPA 3



Gambar 2 Alur Penelitian

1. Pengujian Fe

- Pertama sampel air diambil dari saluran Air Baku (ABA) serta saluran Instalasi Pengolahan Air (IPA) 1 dan 3
- Kemudian sampel air diletakan dalam gelas *beaker* sebanyak 20 mL
- Berikutnya air pada gelas *beaker* dituangkan pada kuvet sebanyak 10 mL yang telah diberi label sampling, kuvet pertama untuk ABA, kuvet kedua untuk IPA 1 dan Kuvet ketiga untuk IPA 3
- Setelah itu tambahkan *Iron Reagent Powder Pillows* pada masing masing kuvet dan diaduk hingga larut
- Kemudian tunggu selama 3 menit agara larutan homogen
- Selanjutnya masing-masing kuvet dimasukkan kedalam spektrofotometri Hach DR 3900 dan tekan tombol "READ" kemudian catat hasil yang ditampilkan pada layar
- Setelah selesai pengujian buang sisa larutan pada tempat pembuangan yang aman dan cuci kuvet untuk pengujian berikutnya.

2. Pengujian Mn

- Pertama sampel air diambil dari saluran Air Baku (ABA) serta saluran Instalasi Pengolahan Air (IPA) 1 dan 3
- Kemudian sampel air diletakan dalam gelas *beaker* sebanyak 20 mL

- c) Berikutnya air yang di yang berada pada gelas *beaker* kemudian dituangkan pada kuvet sebanyak 10 mL yang telah diberi label sampling, kuvet pertama untuk ABA, kuvet kedua untuk IPA 1 dan Kuvet ketiga untuk IPA 3
- d) Setelah itu tambahkan *Ascorbic Acid* pada masing masing kuvet dan diaduk hingga larut
- e) Setelah diberi *Ascorbic Acid* teteskan sebanyak 12 tetes *Alkaline Cyanide Reagent Solution* pada masing-masing kuvet.
- f) Berikutnya tambahkan sebanyak 12 tetes *PAN Indicator Solution 0,1 %* kedalam masing-masing kuvet hingga larut.
- g) Setelah itu tunggu selama 2 menit hingga larutan homogen
- h) Setelah larutan homogen, masukan kedalam spektrofotometri Hach DR 3900 kemudian tekan "READ" dan catat hasil yang ditampilkan dalam layar
- i) Terakhir larutan yang telah selesai diuji, kemudian dibuang pada tempat yang aman, dan kuvet dicuci hingga bersih

B. Variabel Operasional Penelitian

- 1) Variabel Kontrol : Standar Baku mutu
- 2) Variabel Bebas : Air Baku
- 3) Variabel Respon : Nilai pengukuran Kadar Fe dan Mn Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA)

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang ditetapkan dalam penelitian ini menerapkan penggunaan Observasi. Perolehan data melalui penelitian kuantitatif, yaitu data hasil pengukuran dari spektrofotometri HACH DR 3900. Pengambilan data dilakukan selama 21 hari pada bulan september 2024

D. Teknik Pengolahan Data

Data yang telah dihimpun kemudian dikelompokkan sesuai dengan parameter pengukuran Fe terpisah dengan pengukuran Mn. Masing-masing data yang didapatkan dari pengujian sampel kemudian dikumpulkan. Selanjutnya data tersebut disajikan dalam bentuk tabel. Kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik berupa diagram garis dan histogram untuk melihat penurunan serta efisiensi kadar Fe dan Mn selama pengolahan air. Dengan menerapkan persamaan berikut.

$$\text{Penurunan} = (\text{Nilai Awal} - \text{Nilai Akhir}) \quad (1)$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{(\text{Nilai Awal} - \text{Nilai Akhir})}{\text{Nilai Awal}} \times (100\%) \quad (2)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Pengambilan sampel dilakukan selama bulan september 2024. Sampling diambil pada saluran Air Baku (ABA) dan saluran Instalasi Pengolahan Air (IPA) 1 dan 3 yang terdapat di dalam laboratorium *Quality Control* PT Hanarida Tirta Birawa.

Tabel 1 Hasil Pengujian Fe IPA 1

Hari ke-	ABA (awal) (Mg/L)	IPA 1 (akhir) (Mg/L)	Penurunan (Mg/L)	Efisiensi (%)	Standar Baku Mutu (Mg/L)
1	0,38	0,09	0,29	76%	0,2
2	0,38	0,12	0,26	68%	
3	0,29	0,09	0,20	69%	
4	0,24	0,12	0,12	50%	
5	0,23	0,08	0,15	65%	
6	1,60	0,14	1,46	91%	
7	0,64	0,19	0,45	70%	

Analisis kandungan (Fe) dan (Mn) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) 1 dan 3 PT. Hanarida Tirta Birawa Sidoarjo

8	0,48	0,11	0,37	77%
9	0,87	0,09	0,78	90%
10	0,36	0,07	0,29	81%
11	0,55	0,09	0,46	84%
12	0,58	0,13	0,45	78%
13	0,47	0,11	0,36	77%
14	0,32	0,17	0,15	47%
15	0,31	0,12	0,19	61%
16	0,37	0,16	0,21	57%
17	0,24	0,12	0,12	50%
17	0,18	0,01	0,17	94%
19	0,21	0,10	0,11	52%
20	0,27	0,17	0,10	37%
21	0,38	0,08	0,30	79%

Tabel 2 Data Hasil Uji Fe IPA 3

Hari ke-	ABA (awal) (Mg/L)	IPA 3 (akhir) (Mg/L)	Penurunan (Mg/L)	Efisiensi (%)	Standar Baku Mutu (Mg/L)
1	0,38	0,06	0,32	84%	0,2
2	0,38	0,08	0,30	79%	
3	0,29	0,12	0,17	59%	
4	0,24	0,18	0,06	25%	
5	0,23	0,11	0,12	52%	
6	1,60	0,06	1,54	96%	
7	0,64	0,13	0,51	80%	
8	0,48	0,05	0,43	90%	
9	0,87	0,20	0,67	77%	
10	0,36	0,09	0,27	75%	
11	0,55	0,12	0,43	78%	
12	0,58	0,07	0,51	88%	
13	0,47	0,05	0,42	89%	
14	0,32	0,10	0,22	69%	
15	0,31	0,02	0,29	94%	
16	0,37	0,11	0,26	70%	
17	0,24	0,04	0,20	83%	
17	0,18	0,10	0,08	44%	
19	0,21	0,03	0,18	86%	
20	0,27	0,03	0,24	89%	
21	0,38	0,17	0,21	55%	

Tabel 3 Hasil Pengujian Mn IPA 1

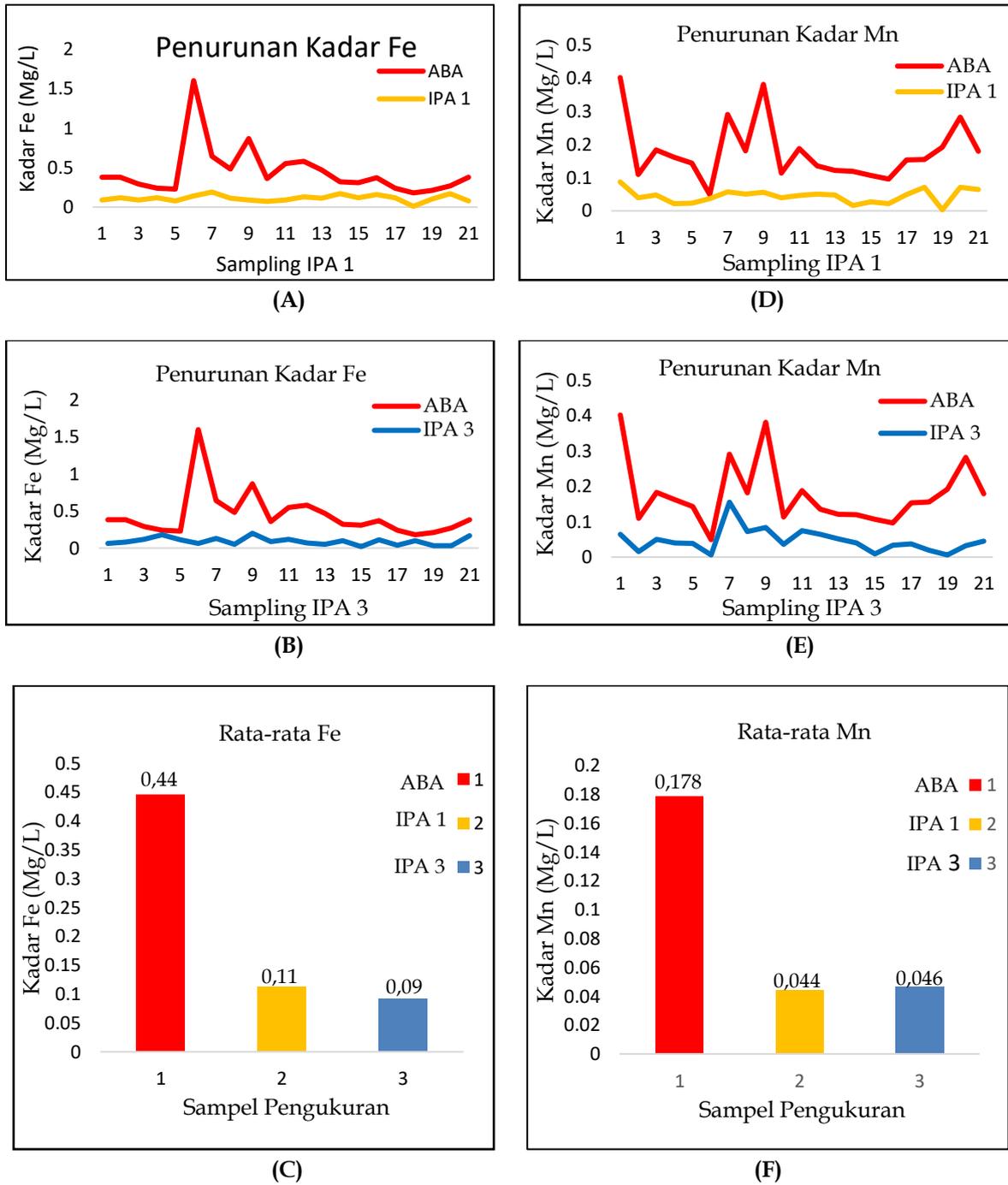
Hari Ke-	ABA (awal) (Mg/L)	IPA 1 (akhir) (Mg/L)	Penurunan (Mg/L)	Efisiensi (%)	Standar Baku Mutu (Mg/L)
1	0,401	0,087	0,314	78%	0,1
2	0,109	0,039	0,070	64%	
3	0,183	0,048	0,135	74%	
4	0,162	0,022	0,140	86%	

Analisis kandungan (Fe) dan (Mn) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) 1 dan 3 PT. Hanarida Tirta Birawa Sidoarjo

5	0,143	0,023	0,120	84%
6	0,049	0,036	0,013	27%
7	0,290	0,057	0,233	80%
8	0,181	0,051	0,130	72%
9	0,381	0,056	0,325	85%
10	0,113	0,040	0,073	65%
11	0,188	0,046	0,142	76%
12	0,135	0,051	0,084	62%
13	0,121	0,048	0,073	60%
14	0,119	0,016	0,103	87%
15	0,107	0,027	0,080	75%
16	0,096	0,021	0,075	78%
17	0,153	0,049	0,104	68%
17	0,155	0,071	0,084	54%
19	0,192	0,003	0,189	98%
20	0,282	0,071	0,211	75%
21	0,179	0,064	0,115	64%

Tabel 4 Hasil Pengujian Mn IPA 3

Hari Ke-	ABA (awal) (Mg/L)	IPA 3 (akhir) (Mg/L)	Penurunan (Mg/L)	Efisiensi (%)	Standar Baku Mutu (Mg/L)
1	0,401	0,064	0,337	84%	0,1
2	0,109	0,015	0,094	86%	
3	0,183	0,050	0,133	73%	
4	0,162	0,040	0,122	75%	
5	0,143	0,039	0,104	73%	
6	0,049	0,006	0,043	88%	
7	0,290	0,155	0,135	47%	
8	0,181	0,072	0,109	60%	
9	0,381	0,084	0,297	78%	
10	0,113	0,036	0,077	68%	
11	0,188	0,074	0,114	61%	
12	0,135	0,064	0,071	53%	
13	0,121	0,051	0,070	58%	
14	0,119	0,040	0,079	66%	
15	0,107	0,009	0,098	92%	
16	0,096	0,033	0,063	66%	
17	0,153	0,037	0,116	76%	
17	0,155	0,019	0,136	88%	
19	0,192	0,006	0,186	97%	
20	0,282	0,032	0,250	89%	
21	0,179	0,045	0,134	75%	



Gambar 3 Grafik Penurunan Fe Pada IPA 1 (A) dan IPA 3 (B), Rata-rata Kadar Fe ABA, IPA 1 dan IPA 3 (C), Grafik Penurunan Mn IPA 1(D) dan IPA 3 (E), Rata-rata Kadar Mn ABA, IPA 1 dan IPA 3 (F)

B. Pembahasan

1. Pembahasan Analisis Kadar Fe (Besi)

Berdasarkan sajian grafik tersebut, dapat diamati bahwa fluktuasi kadar Fe pada air baku cukup signifikan pada setiap titik sampling. Kadar Fe pada air baku menunjukkan variasi yang cukup besar dan melebihi batas ambang regulasi yang telah ditetapkan sehingga dapat memicu berbagai dampak negatif yang telah disebutkan sebelumnya. Dari sajian tabel dan grafik pengukuran Fe dapat ditentukan bahwa kadar rata-rata Fe pada air baku memiliki nilai rata-rata yang cukup tinggi yaitu 0,44 Mg/L. Tentu saja nilai tersebut masih belum memenuhi persyaratan air yang layak untuk dikonsumsi, Dimana syarat dari Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 yang menetapkan indikator air yang layak harus memiliki nilai kadar

Fe maksimal sebesar 0,3 Mg/L. Hal ini juga sesuai dengan regulasi yang ditetapkan badan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) yang menetapkan konsentrasi zat besi maksimum yang diperkenankan sebesar 0.3 Mg/L. Nilai awal pada tabel pengukuran merupakan nilai air baku yang belum diolah sehingga menunjukkan variasi yang sangat beragam, dan secara rata-rata kandungan Fe pada air baku cukup tinggi dan tidak memenuhi standar kelayakan sebagai air konsumsi. Sehingga untuk memenuhi standar kelayakan perlu sebuah sistem pengolahan yang baik sehingga air memenuhi standar.

Dari data tersebut juga dapat dianalisis bahwa setelah melalui pengolahan pada sistem instalasi menampilkan hasil yang sangat memuaskan. Dimana rata rata kandungan air secara berurutan IPA1 dan IPA3 memiliki rata-rata kadar Fe sebesar 0,11 Mg/l dan 0,09 Mg/l dimana hasil penurunan kadar Fe paling baik berada pada sistem instalasi pada IPA 3 dengan rata-rata penurunan sebesar 0,35 Mg/L sedangkan pada IPA 1 nilai rata-rata penurun sebesar 0,33 Mg/L. Secara umum, proses pengolahan air pada IPA 1, dan 3 berhasil menurunkan kadar Fe pada air baku dengan sangat baik sehingga air hasil pengolahan tersebut memenuhi standar yang telah ditetapkan untuk air bersih layak konsumsi sebesar 0,2 Mg/L.

Adapun untuk nilai efisiensi penurunan kadar Fe pada ketiga IPA menunjukkan variasi kinerja yang signifikan. IPA 3 berhasil mencapai efisiensi tertinggi sebesar (96%), yang berarti hampir sebagian besar Fe dalam air baku berhasil dihilangkan melalui proses pengolahan. IPA 1 juga menunjukkan kinerja yang baik dengan efisiensi tertinggi mencapai (94%). Perbedaan efisiensi ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan karakteristik air baku, dosis koagulan, waktu detensi, atau kondisi peralatan pada masing-masing IPA.

Sehingga dari keseluruhan proses pengolahan air PT Hanarida Tirta Birawa menunjukkan performa yang sangat baik dan telah memenuhi standar baku mutu ISO 9001: 2000 suatu standar internasional untuk sistem manajemen kualitas. Dimana dalam ISO 9001:2000 memiliki 8 klausul yang telah direvisi dari sebelumnya. Pada sistem manajemen kualitas ISO 9001:2000 ini mengharuskan perusahaan untuk menetapkan rencana-rencana dan menerapkan proses-proses pengukuran, pemantauan, analisis, dan peningkatan yang diperlukan agar menjamin kesesuaian dari produk, menjamin kesesuaian dari sistem manajemen kualitas, dan meningkatkan terus-menerus efektivitas dari sistem manajemen kualitas. Dari perolehan data, visualisasi tersebut menunjukkan bahwa PT Hanarida Tirta Birawa telah memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023.

2. Pembahasan Analisis Kadar Mn (Mangan)

Mn (OH₂) adalah salah satu zat anorganik yang sulit terurai dan terlarut dalam air, akan tetapi dalam ikatan tertentu seperti MnCl₂ dan MnSO₄ mampu larut dalam air (Leonard, 2023). Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menganjurkan kandungan konsentrasi maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,5 mg/dm³ dalam air, sedangkan pada air minum kandungannya harus lebih rendah sebesar 0,4 Mg/dm³ (Jurczynski *et al.*, 2024). Sedangkan untuk beberapa negara menetapkan standar kadar Mn yang ditetapkan Eropa Maksimum 0,05 Mg/dm³; WHO kadar maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,5 Mg/dm³, diinginkan pada 0,1 Mg/dm³ untuk air konsumsi sedangkan pada negara Singapura standar yang ditetapkan hingga 0,4 Mg/dm³.

Mangan sendiri sebenarnya dibutuhkan oleh tubuh manusia, biasanya mangan diperoleh dari konsumsi sayur, rempah-rempah, sedangkan beberapa makanan memiliki kandungan mangan yang cukup tinggi seperti Kacang-kacangan, dan makanan laut seperti kerang. Mangan dibutuhkan oleh tubuh untuk diedarkan pada organ-organ tubuh melalui darah menuju ginjal, hati dan pankreas dalam tubuh. Meskipun memiliki manfaat yang baik dalam tubuh mangan juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan dalam tubuh.

Kadar Mn juga turut diperhatikan dalam proses pengolahan air dikarenakan dari beberapa penelitian menyatakan bahwa kadar Mn yang berlebihan dapat memicu gangguan kesehatan. jika dalam tubuh kelebihan zat Mangan maka dapat mengakibatkan gangguan pada syaraf, bronkitis serta sirosis hati (Tri, 2019). Menurut Fitri, (2017) Manga permanganat dapat berperan sebagai oksidator yang kuat sehingga dapat mengganggu membran mocus, menyebabkan kerongkongan menjadi terganggu, menimbulkan penyakit

manganism' serupa dengan parkinson, gangguan pada persendian terutama tulang, kardiovaskuler, hipertensi, masalah kulit dan berbagai gangguan kesehatan lainnya. Adapun peningkatan kadar Mn pada ekosistem perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Peningkatan kadar mangan (Mn) pada air sungai Pelayaran Sidoarjo yang menjadi sumber air baku PT Hanarida Tirta Birawa dipicu oleh beberapa faktor antara lain yaitu kondisi hidrologi, aktivitas industri, dan proses biokimia. Beberapa Unsur tersebut diperkirakan berkontribusi pada akumulasi dan pelepasan Mn ke dalam sistem air, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi Mn. Variasi debit akibat operasi pintu bendungan dapat memicu remobilisasi mangan (Mn) yang terakumulasi dalam sedimen dasar sungai, seperti yang telah dilaporkan oleh (Munger *et.al* 2017). Proses ini cenderung terjadi pada daerah peralihan antara zona oksis dan anoksis dalam sedimen. Mn yang terbawa oleh aliran air kemudian dapat secara spasial dan temporal akan hanyut terbawa hingga mencapai badan air penerima termasuk sumber air baku PT Hanarida Tirta Birawa. Meskipun saat ini kualitas air baku masih memenuhi standar, fluktuasi musiman dan tahunan dalam debit sungai dapat menyebabkan perubahan konsentrasi Mn yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan kualitas air yang lebih intensif, terutama pada musim kemarau ketika debit sungai cenderung rendah.

Dari Tabel pengukuran Mn dapat diperoleh rata-rata nilai Mn pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) pada IPA 1 dan IPA 3 yaitu sebesar 0,044 Mg/l dan 0,046 Mg/L. sedangkan nilai rata-rata penurunan pada IPA 1 menunjukkan kinerja paling baik dengan nilai sebesar 0,133 Mg/L sedangkan pada IPA 3 memiliki nilai rata-rata penurunan sebesar 0,131 Mg/L. Sedangkan untuk efisiensi pada IPA 1 memiliki nilai paling tinggi sebesar (98%) dan pada IPA 3 sebesar (97%) dimana hal tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar Mn berhasil dihilangkan melalui proses pengolahan serta menunjukkan sistem pengolahan yang sangat baik.

Dari data tersebut telah mendukung dan memenuhi standar regulasi yang telah ditetapkan oleh peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023 dimana syarat untuk Air bersih layak konsumsi harus memiliki nilai kandungan Mn dibawah nilai maksimal yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,1 Mg/L. Hasil dari pengolahan Air tersebut juga tentu telah memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan yaitu standar baku mutu ISO 9001: 2000 suatu standar internasional untuk sistem manajemen kualitas.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Tingginya kadar Fe dalam air baku memiliki dampak negatif yang serius terhadap lingkungan, pertanian, dan kesehatan manusia. Besi dapat mencemari tanah dan tanaman, serta menyebabkan berbagai masalah kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Proses pengolahan air yang dilakukan pada sistem Instalasi Pengolahan Air (IPA) berhasil menurunkan kadar Fe secara signifikan dengan rata-rata penurunan pada IPA 1 sebesar 0,33 Mg/L sedangkan pada IPA 3 sebesar 0,35 Mg/L, sehingga air olahan memenuhi standar yang ditetapkan. IPA 3 menunjukkan kinerja terbaik dalam menurunkan kadar Fe dengan efisiensi tertinggi sebesar (96%) sedangkan efisiensi paling tinggi pada IPA 1 sebesar (94%). Dari hasil pengukuran diperoleh nilai rata-rata kadar Mn pada air baku (ABA) tergolong rendah, yaitu 0,178 mg/L namun mendekati batas ambang yang diperbolehkan. Meskipun demikian, terdapat variasi kadar Mn yang cukup signifikan pada setiap pengambilan sampel, yang dipengaruhi oleh faktor hidrologi, aktivitas industri, dan proses biokimia. Secara keseluruhan, kadar Mn pada air baku yang digunakan PT Hanarida Tirta Birawa masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh berbagai regulasi, termasuk WHO dan peraturan perundang-undangan di Indonesia. Proses pengolahan air yang dilakukan pada IPA 1 dengan rata-rata penurunan 0,133 Mg/L sedangkan IPA 3 mampu menurunkan kadar Mn sebesar 0,131 Mg/L. Dimana IPA 1 berhasil mencatatkan efisiensi tertinggi sebesar (98%) sedangkan IPA 3 (97%). Hal ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan air pada ketiga IPA memenuhi standar kualitas air minum yang berlaku dan telah memenuhi standar internasional ISO 9001:2000, yang menjamin kualitas produk dan sistem manajemen serta Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 2 Tahun 2023.

B. Saran

Mengingat fluktuasi kadar Fe dan Mn yang cukup signifikan, pemantauan berkala terhadap kadar Fe dan Mn sangat krusial, terutama pada musim kemarau atau saat terjadi perubahan hidrologi signifikan. Meninjau dari proses pengolahan air harap selalu memperhatikan K3 baik dalam skala lapangan maupun saat berkegiatan di Laboratorium. Melakukanantisipasi dan persiapan yang baik pada saat proses pengolahan air terutama pada saat musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Sugito, S., Pungut, P., & Sutrisno, J. (2020). Kombinasi Tray Aerator Dan Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Pada Air Sumur. *Ecotrophic*, 14(1), 28-36.
- Amalia, A. R. (2020). Analisis Kualitas Air Sumur Gali Ditinjau Dari Parameter Kimia (Cl Dan Fe) Di Kelurahan Mangempang Kecamatan Barru Kabupaten Barru. *Jurnal Kesehatan Panrita Husada*, 5(2), 91-104
- Ariyanti, S. P., Anas, M., & Erniwati, E. (2020). Analisis Kandungan Logam Berat pada Air Sumur Gali Dusun IV Desa Poasaa Kabupaten Konawe. *Jurnal Penelitian Pendidikan*
- Fitri Uswatun K. (2017). Pengaruh Penambahan Klorin dan Mangan Dioksida terhadap Penurunan Logam Mangan dalam Air Sumur (Kasus di Takalar). Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Bosowa.
- Iswadi, D., Febrianti, F., & Lutvi, L. (2024). Membandingkan Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Menghasilkan Kualitas Air Bersih. *Ensiklopedia of Journal*, 6(3), 64-70.
- Jurczynski, Y., Passos, R., & Campos, L. C. (2024). A review of the most concerning chemical contaminants in drinking water for human health. *Sustainability*, 16(16), 7107.
- Leonard, F. (2023). Konsentrasi Logam Berat Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu) pada Perairan Sungai Radda. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Ilmu*, 2(4), 2167-2172.
- Munger, Z. W., Shahady, T. D., & Schreiber, M. E. (2017). Effects of reservoir stratification and watershed hydrology on manganese and iron in a dam-regulated river. *Hydrological Processes*, 31(8), 1622-1635.
- Permenkes RI, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun (2023)." Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, pp. 1-179, 2023.
- Rasid, M., Pramaningsih, V., & Isworo, Y. (2024). Efektivitas Variasi Ukuran Mesh Arang Aktif Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Air Sumur Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(4), 1100-1105.
- Sunarsih, E., Faisya, A. F., Windusari, Y., Trisnaini, I., Arista, D., Septiawati, D., Ardila, Y., Purba, I. G., & Garmini, R. (2018). Analisis Paparan Kadmium, Besi, Dan Mangan Pada Air Terhadap Gangguan Kulit Pada Masyarakat Desa Ibul Besar Kecamatan Indralaya Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(2), 68. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.2.68-73>
- Tri Puji, A.R. (2019). Identifikasi Kandungan Logam Berat Pada Air Sumur Warga Di Sekitar TPA Gunung Tugel, Banyumas. Universitas Islam Indonesia
- WHO (2022) Guidelines for Drinking-Water Quality: Fourth Edition Incorporating the First and Second Addenda. *World Health Organization*, Geneva