

Teknik Kimia

## PENGARUH PEMAKAIAN KLOORIN TERHADAP KADAR MANGAN (Mn) DAN BESI (Fe) PADA *POST-CHLORINASI* DI PT XYZ

Rosmiati<sup>1</sup>, Darry Christine Silowaty Purba<sup>2</sup>, Adil Barus<sup>3</sup>, Irwan Rachmiadji<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

<sup>4</sup> Agribisnis Kelapa Sawit, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 30 November 2023  
Revisi Akhir: 30 November 2023  
Diterbitkan Online: 30 November 2023

### KATA KUNCI

Kaporit, Besi, Mangan, Sungai Deli, Baku Mutu.

*Keywords:*

*Chlorine, Iron, Manganese, Deli River, Quality Standards.*

### KORESPONDENSI

E-mail: [metty@ptki.ac.id](mailto:metty@ptki.ac.id)

### A B S T R A K

Air sungai Deli yang digunakan sebagai air baku PT. XYZ Deli Tua terdapat zat mangan dan besi dengan kadarnya cukup tinggi serta melebihi ambang baku mutu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas kaporit dalam menurunkan kadar mangan dan besi sehingga memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010. Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari 2 titik lokasi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Deli Tua. Sampel air baku diambil dengan menggunakan pompa air submersible (pompa celup) yang berada di dasar sungai Deli. Penelitian dilakukan dengan eksperimen jar test di laboratorium. Metode analisis untuk menentukan kadar mangan berdasarkan 1-(2-Pyridylazo)-2-Naphthol PAN Method tahun 1977 dan kadar besi mengacu pada FerroZine Rapid Liquid Method tahun 1970 dengan menggunakan metode Spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan kadar mangan dan besi yang cukup tinggi hingga melebihi standar yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 dengan kadar Mn maksimal 0,4 mg/L dan kadar Fe maksimal 0,3 mg/L. Setelah dilakukan penambahan bahan kimia kaporit ke dalam sampel air sungai Deli dari IPA Deli Tua untuk penurunan Mn dan Fe dapat efektif menurunkan kadar Mn sebesar 82,29 dan Fe sebesar 62,87% dan memenuhi standar baku mutu yang digunakan.

### A B S T R A C T

The water of the Deli river used as raw water for PT. XYZ Deli Tua contains manganese and iron, which levels were quite high and exceeded the quality standard. The purposes of the research are to determine the effectiveness of caporite to reduce levels of manganese and iron to reach levels that meet the standards Minister of Health Regulation Number 492 of 2010. The sample used in this study was the water of the Deli river used as a source of raw water for PT. XYZ Medan water treatment plant (WTP) location in Deli Tua. Raw water was taken using a submersible water pump located at the bottom of the Deli river. The analytical method used as a reference manganese levels was based on 1-(2-Pyridylazo)-2-Naphthol PAN Method 1977, for determining iron levels was based on the FerroZine Rapid Liquid Method 1970, and for both methods using the Spectrophotometric method. The results showed that iron and manganese levels were quite high, exceeding the standards Minister of Health Regulation Number 492 of 2010 with a maximum standard of manganese level is 0.4 mg/L and a maximum standard of iron content is 0.3 mg/L. After adding a certain dose of chlorine to Deli river water in the Deli Tua WTP, it was found that chlorine effectively reduced Mn 66,6% and Fe 43,03% and meet the quality standards.

## PENDAHULUAN

PT XYZ merupakan satu-satunya badan yang berfungsi untuk menyediakan air minum untuk masyarakat. Untuk memperoleh air minum yang bersih, instalasi pengolahan air minum melakukan proses pengolahan air baku dengan penambahan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan gas klorin dimana akan menghasilkan Air Reservoir yang telah dapat di distribusikan kepada masyarakat. Berdasarkan penggunaan gas klorin yang berfungsi sebagai pembunuh bakteri, mikroorganisme, dan tumbuhan organik yang terdapat dalam air dan menurunkan kadar mangan (Mn) maupun Besi (Fe). Air yang dikonsumsi oleh masyarakat Deli tua didistribusi dari PT XYZ[1].

Salah satu penentuan kualitas air pada parameter kimia adalah kadar mangan dan besi. Ambang batas Mn yang diperbolehkan dalam air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. no. 492 tahun 2010 adalah 0,4 mg/L. Mangan yang melebihi ambang batas dapat menyerang saraf sehingga dapat menyebabkan sindrom parkinson bagi orang lanjut usia. Oleh karena itu, menentukan kadar senyawa mangan (Mn) yang terkandung dalam air sangat penting untuk dilakukan[2].

Sementara itu, Standar kadar maksimum besi di dalam air minum sesuai dengan Peraturan menteri Kesehatan RI no. 492 tahun 2010 yaitu 0,3 mg/L. Apabila kadar besi dikonsumsi melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan Pemerintah dengan terus menerus dengan jangka waktu yang cukup lama, maka dapat mengakibatkan sirosis pada hati, hemokromatosis, diare, koma, iritasi, dan sakit perut. Selain itu, Fe yang terakumulasi di dalam *alveolus* dapat mengakibatkan berkurangnya fungsi paru-paru sehingga menyebabkan kematian. Bila konsentrasi mangan dan besi dalam air melebihi standar yang telah ditetapkan, maka perlu dilakukan proses pengolahan air untuk menurunkan kadar besi dan mangan yang terkandung didalam air tersebut. Salah satu teknik penurunan kadar mangan dan besi antara lain menggunakan klor. Klorin biasanya digunakan karena efektif dan ekonomis, stabil dandaya simpan cukup lama.

Klorin yang ditambahkan ke dalam air akan mengoksidasi mangan dan besi menjadi bentuk senyawa yang tidak dapat larut dalam air, sehingga mudah diendapkan dan dipisahkan. Oleh sebab itu kadar mangan dan besi dalam air dapat menurun setelah penambahan klorin. Pemakaian kaporit atau kalsium hipoklorit untuk mengoksidasi atau menghilangkan besi dan mangan relatif sangat mudah karena kaporit berupa serbuk atau tablet yang mudah larut dalam air. Oksidasi mangan dan besi dengan klorin dapat dilakukan dengan efektif walaupun pada kondisi pH rendah.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Air

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia dan dapat diperoleh dari berbagai sumber sesuai dengan kondisi setempat. Status sumber air di setiap daerah tergantung pada kondisi alam dan aktivitas manusia di daerah tersebut. Masyarakat yang tinggal di dataran rendah dan daerah rawa seperti Sumatera dan Kalimantan hanya memiliki sedikit akses air bersih untuk kebutuhan rumah tangga, terutama air minum. Hal ini karena sumber air di kawasan ini adalah air gambut yang tidak memenuhi syarat kualitas air bersih sesuai parameter baku mutu air[2].

### 2. Sumber Air

Sumber air baku untuk air bersih secara garis besar dapat dibagi menjadi empat bagian yaitu air laut, air atmosfer atau air hujan, air permukaan dan air tanah. Masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari segi kualitas dan kuantitas[3].

### 3. Air Tanah

Pada umumnya air tanah mempunyai mutu cukup baik dan apabila dilakukan pengambilan yang baik serta bebas dari pengotoran bisa digunakan langsung. Untuk melindungi pemakaian air dari bahaya terkontaminasi melalui air dibutuhkan proses klorinasi. Air tanah dibagi atas tiga bagian besar, yaitu air tanah dangkal, air tanah dalam, serta mata air[4].

### 4. Air permukaan

Air permukaan meliputi sungai, danau serta mata air. Sumber air permukaan terdiri dari air sungai dan danau. Sumber air permukaan yang terdiri dari air sungai dan danau, ialah sumber air yang utama dan sangat penting dalam mendukung aktivitas penduduk, mulai dari sumber air baku air untuk aktivitas rumah tangga, perkotaan, industri, irigasi hingga pembangkit tenaga listrik[5].

### 5. Air Hujan

Dalam kondisi murni, air hujan sangat bersih, adanya pengotoran udara disebabkan oleh kotoran-kotoran industri, polusi serta lain sebagainya. Air hujan memiliki sifat agresif terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir karena pada umumnya air hujan memiliki pH rendah, sehingga bisa mempercepat terjadinya korosi. Air hujan juga mempunyai sifat lunak (*soft water*) karena kurang memiliki larutan garam dan zat mineral, sehingga akan boros dalam konsumsi sabun dan terasa kurang segar.

### 6. Air Laut

Memiliki sifat asin, karena terkandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan kondisi ini maka air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum sebab tidak memenuhi syarat untuk air minum.

### 7. Kualitas Air

Kualitas air merupakan suatu kondisi yang dialami oleh suatu perairan yang akan diujikan sifat fisik, kimia dan biologi kemudian hasil pengujian tersebut akan disesuaikan dengan kebutuhan sesuai peruntukannya. Kualitas air dapat diketahui dari tiga sifat fisika, sifat kimia dan sifat biologi.

Agar air tidak menimbulkan penyakit, maka air tersebut hendaknya diusahakan memenuhi persyaratan-persyaratan kesehatan, paling tidak diusahakan mendekati persyaratan tersebut yang tercantum dalam Permenkes RI No 492 tahun 2010. Air sehat mempunyai persyaratan fisik, kimia dan bakteriologis.

a. Syarat Fisik :

- 1) Air tidak boleh berwarna
- 2) Air tidak boleh berasa
- 3) Air tidak boleh berbau
- 4) Suhu air hendaknya dibawah sela udara ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ )

b. Syarat Kimia :

Air bersih tidak boleh mengandung racun, zat - zat mineral ataupun zat - zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batasan yang sudah ditentukan. Beberapa persyaratan kimia antara lain ialah : pH, total *solid*, zat organik, CO<sub>2</sub> agresif, kesadahan, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), *chlorida* (Cl), nitrit, *flourida* (F) dan logam berat.

c. Syarat - syarat bakteriologis :

Air bersih tidak boleh mengandung kuman patogen serta parasitik yang dapat mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini ditandai dengan tidak terdapatnya bakteri *E coli* ataupun *Fecal coli* dalam air[6], [7].

Tabel 1 Persyaratan Kualitas Air Minum Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/Per/IV/2010

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Bau	-	Tidak Berbau
2	Rasa	-	Tidak Berasa
3	Warna	TCU	15
4	Kekeruhan	NTU	5
5	pH	-	6,5 – 8,5
6	Zat Organik	mg/l	10
7	Besi (Fe)	mg/l	0,3
8	Mangan (Mn)	mg/l	0,4
9	Klorin	mg/l	5

## 8. Desinfektan

Desinfeksi merupakan proses untuk membebaskan air minum dari mikroba patogen tersebut. Berbagai metoda yang digunakan untuk disinfeksi ialah kimiawi serta fisik. Desinfeksi secara kimiawi adalah memberikan bahan kimia ke dalam air sehingga akan terjadinya kontak antara bahan kimia tersebut dengan mikroba yang berakibat matinya mikroba. Bahan kimia yang digunakan untuk proses disinfeksi disebut disinfektan. Bahan kimia yang umum digunakan sebagai disinfektan adalah klor dan senyawanya, brom, iodine dan ozon. Namun bahan – bahan kimia yang paling umum digunakan pada pengolahan air minum adalah klor dan ozon[8].

## 9. Klorin

Klorin merupakan bahan yang umum digunakan untuk disinfektan karena efektif pada konsentrasi rendah, murah serta membentuk sisa klor bila digunakan pada dosis yang memadai. Klorin banyak digunakan dalam pengolahan air bersih serta air limbah sebagai oksidator dan disinfektan. Sebagai oksidator, klorin digunakan untuk menghilangkan bau serta rasa pada pengolahan air bersih[9]. Klorinasi ialah salah satu wujud pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman serta mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorinasi merupakan proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dalam proses purifikasi air. Polutan yang sering ditemui pada air sungai adalah bakteri Coliform Total dan *Escherichia coli*[10]. Keberadaan Coliform Total dan *Escherichia coli* di dalam sistem penyediaan air minum domestik telah menjadi masalah yang serius sejak lama. Adanya kandungan bakteri Coliform Total dan *Escherichia coli* dalam air menimbulkan berbagai gangguan kesehatan. Oleh karena itu, menurut Permenkes RI No. 492 Tahun 2010, kandungan bakteri *Escherichia coli* dan coliform total dalam air minum maksimum yang diperbolehkan adalah 0 koloni/100 ml sampel[11].

## METODOLOGI

### 1. Metode Penambahan Klorin

- Sampel air dimasukkan ke dalam wadah lalu diaduk kemudian dituangkan sampel air ke beaker glass sebanyak 1000 mL
- Sampel air diukur kadar mangan (Mn) dan besi (Fe) sebelum diinjeksikan klorin
- Sampel air diambil kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan diaduk, kemudian dituangkan sampel air ke dalam beaker glass 1000 mL sebanyak 1000 mL kemudian dipipet larutan klorin 1% yang akan diinjeksikan dengan dosis larutan klorin 1 ppm.
- Kemudian larutan klorin yang akan diinjeksikan, dimasukkan ke dalam beaker glass yang telah berisi sampel air dan diaduk selama 5 menit sampai homogen. Dilakukan berulang – ulang dengan volume sampel air yang sama dengan dosis klorin yang berbeda – beda.
- Sampel didiamkan selama 30 menit ditempat gelap agar berkontak dengan air lalu diukur kadar mangan (Mn), besi (Fe) dan sisa klor.

### 2. Pengukuran Kadar Mangan (Mn) Didalam Air

- Tombol "PRGM" ditekan kemudian tombol "43" ditekan untuk analisa mangan
- Tombol "ENTER" ditekan maka layar akan menunjukkan mg/L Mn
- Kuvet pertama diisi dengan akuades (sebagai blanko) dan kuvet kedua (sebagai sampel) dengan 10 mL sampel air
- 1 bungkus *Ascorbic Acid* ditambahkan kedalam kuvet pertama dan kuvet kedua lalu dihomogenkan
- 12 tetes *Alkaline Cyanide Reagent Solution* ditambahkan masing – masing kedalam kuvet pertama dan kuvet kedua lalu dihomogenkan

- f. 12 tetes *PAN Indicator Solution* 0,1 % ditambahkan masing – masing ke dalam kuvet pertama dan kuvet kedua lalu dihomogenkan
  - g. Tombol “*TIMER*” ditekan kemudian tombol “*ENTER*” ditekan, ditunggu selama 2 menit
  - h. Kuvet blanko dimasukkan ke dalam ke dalam dudukan sampel dan ditutup
  - i. Tombol “*ZERO*” ditekan maka layar akan menunjukkan 0,00 mg/L Mn
  - j. Kuvet sampel dimasukkan ke dalam dudukan sampel dan ditutup
  - k. Tombol “*READ*” ditekan dan hasil yang ditunjukkan layar dicatat
  - l. Sisa sampel yang telah tercemar bahan kimia dan sisa kemasan bahan kimia ditampung ke dalam wadah yang aman
3. *Pengukuran Kadar Besi (Fe) Didalam Air*
- a. Tombol “*PRGM*” ditekan kemudian tombol “*33*” ditekan untuk analisa besi
  - b. Tombol “*ENTER*” ditekan maka layar akan menunjukkan mg/L Fe
  - c. Kuvet sampel pertama (sebagai blanko) dan kedua (sebagai sampel) diisi dengan 10 mL sampel air
  - d. bungkus *TPTZ Iron Reagent Powder Pillows* ditambahkan ke dalam kuvet sampel lalu diaduk hingga larut
  - e. Tombol “*TIMER*” ditekan kemudian tombol “*ENTER*” ditekan, ditunggu selama 3 menit
  - f. Kuvet blanko dimasukkan ke dalam dudukan sampel dan ditutup
  - g. Tombol “*ZERO*” ditekan maka layar akan menunjukkan 0,00 mg/L Fe
  - h. Kuvet sampel dimasukkan ke dalam dudukan dan ditutup
  - i. Tombol “*READ*” ditekan dan hasil yang ditunjukkan layar dicatat
  - j. Sisa sampel yang telah tercemar bahan kimia dan sisa kemasan bahan kimia ditampung ke dalam wadah yang aman

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisa Data

#### a. Perhitungan Kadar Air

##### 1) Perhitungan Pengenceran Klorin

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

##### 2) Perhitungan Dosis Injeksi, Dosis = $\frac{\text{Vol injeksi} \times \text{konsentrasi klorin}}{\text{Vol sampel}}$

##### 3) Menghitung % penurunan kadar mangan (Mn) setelah diinjeksi klorin

$$\% \text{ penurunan kadar mangan (Mn)} = \frac{\text{Kadar Mn awal} - \text{Kadar Mn akhir}}{\text{Kadar Mn awal}} \times 100\%$$

##### 4) Menghitung % penurunan kadar besi (Fe) setelah diinjeksi klorin

$$\% \text{ penurunan kadar besi (Fe)} = \frac{\text{Kadar Fe awal} - \text{Kadar Fe akhir}}{\text{Kadar Fe awal}} \times 100\%$$

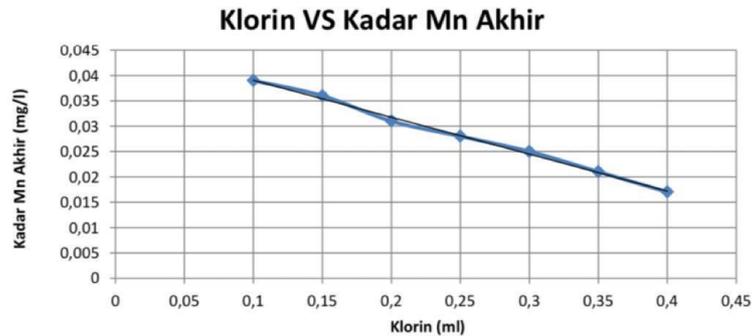
### 2. Pembahasan

Adapun data- data yang diperoleh selama praktek kerja lapangan. Di PT. Socfindo Matapao sebagai berikut

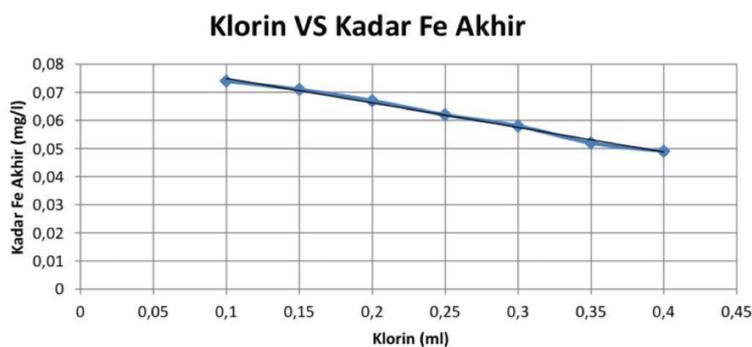
Tabel 1 Data pengamatan kadar mangan (Mn) dan kadar besi (Fe)

No	Volume Klorin (ml)	Volume Sampel (ml)	Kadar Mn Awal (mg/l)	Kadar Mn Akhir (mg/l)	Kadar Fe Awal (mg/l)	Kadar Fe Akhir (mg/l)
1	0,1	1000	0,096	0,039	0,132	0,074
2	0,15	1000	0,096	0,036	0,132	0,071
3	0,2	1000	0,096	0,031	0,132	0,067
4	0,25	1000	0,096	0,028	0,132	0,062
5	0,3	1000	0,096	0,025	0,132	0,058
6	0,35	1000	0,096	0,020	0,132	0,052
7	0,4	1000	0,096	0,017	0,132	0,049

Pada proses pengolahan air digunakan klorin sebagai desinfektan membunuh mikroorganisme dan menurunkan kadar mangan (Mn) dan besi (Fe) yang terkandung di dalam air. Apabila klorin telah ditambahkan pada air, klorin tersebut akan terhidrolisa dan bergabung dengan zat organik juga zat – zat kimia lain yang menghasilkan bermacam – macam senyawa. Sebagian dari senyawa – senyawa ini mempunyai sifat desinfektan. Salah satu desinfektan yang dipakai pada proses pengolahan air untuk menurunkan kadar mangan (Mn) dan besi (Fe) adalah larutan klorin. Penambahan larutan klorin pada pengolahan air akan menurunkan kadar mangan (Mn) sampai batas standar yang diperbolehkan yaitu 0,4 mg/l sedangkan besi (Fe) yaitu 0,3 mg/l.



Grafik 1. Hubungan Antara Klorin Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn)



Grafik 2. Hubungan Klorin Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe)

Besarnya penurunan kadar mangan (Mn) dan besi (Fe) seiring dengan semakin banyak dosis yang diberikan, tetapi bila penambahan dosis kaporit berlebih akan menyebabkan kadar mangan (Mn) dan besi (Fe) akan mengalami kenaikan kembali. Semakin banyak dosis klorin yang diberikan sampai batas tertentu, maka semakin besar pula penurunan kadar mangan (Mn) dan besi (Fe), dimana dosis yang diperoleh untuk menurunkan kadar mangan (Mn) dari 0,096 mg/l menjadi 0,017 mg/l dengan klorin 2 ppm dan menurunkan kadar besi (Fe) dari 0,132 mg/l menjadi 0,049 mg/l dengan klorin 2,5 ppm sehingga air tersebut memenuhi standar mutu air yang telah ditetapkan, dengan penurunan kadar mangan (Mn) adalah 82,29% dan penurunan kadar besi (Fe) adalah 62,87%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dosis klorin yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar mangan (Mn) sebanyak 2 ppm dan besi (Fe) sebanyak 2,5 ppm untuk memenuhi standar baku mutu air.
2. Berdasarkan koefisien korelasi yang diperoleh dari Mangan (Mn) sebesar 0,9966 dan korelasi dari Besi (Fe) sebesar 0,9939 hal ini menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel sangat kuat dan pengaruh penambahan kaporit ke dalam air sampel sudah efektif dalam menurunkan kandungan Mn dan Fe karena mampu menurunkan kadarnya dari konsentrasi awal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] E. Noor, "PENINGKATAN KUALITAS PENGOLAHAN AIR BERSIH DENGAN PERBAIKAN PROSES OKSIDASI (Studi Kasus di Instalasi Pengolahan Air PT. Jababeka) Improvement of Water Treatment Plant with Optimalization of Oxidation Process (Case study at Water Treatment Plant PT. Jababeka)," *Journal of Env. Engineering & Waste Management*, vol. 2, no. 2, pp. 91–100, 2017.
- [2] N. I. Said, "METODA PENGHILANGAN ZAT BESI DAN MANGAN DI DALAM PENYEDIAAN AIR MINUM DOMESTIK," *JAI*, vol. 1, no. 3, pp. 239–250, 2005.
- [3] H. D. Wahyudi and S. Aini, "PEMANFAATAN AIR HUJAN SEBAGAI SUMBER AIR BERSIH DENGAN MENGGUNAKAN FILTER SERBUK KERAMIK," in *Seminar Ilmiah Arsitektur II*, 2021, pp. 338–345. [Online]. Available: <http://siar.ums.ac.id/>
- [4] A. Hasim, A. Hermawan, and A. Prastyo, "PENYISIHAN KADAR BESI (Fe) DAN MANGAN (Mn) DALAM AIR SUMUR DENGAN MEDIA PASIR TERLAPIS MANGAN DIOKSIDA," *JURNAL BHUWANA*, pp. 45–56, Aug. 2022, doi: 10.25105/bhuwana.v2i1.14462.
- [5] L. Febrina and A. Ayuna, "STUDI PENURUNAN KADAR BESI (FE) DAN MANGAN (MN) DALAM AIR TANAH MENGGUNAKAN SARINGAN KERAMIK," *Januari*, vol. 7, no. 1, pp. 37–44, 2015.
- [6] M. Djana, "ANALISIS KUALITAS AIR DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BERSIH DI KECAMATAN NATAR HAJIMENA LAMPUNG SELATAN," *neliti*, vol. 8, no. 1, pp. 81–87, 2021.
- [7] J. Sutrisno, "REMOVAL KADAR BESI (Fe) DALAM AIR BERSIH SECARA SPRAY AERATOR DISERTAI PEMBUBUHAN KAPORIT," *Jurnal Teknik WAKTU*, vol. 8, no. 2, pp. 80–94, 2010.
- [8] M. H. Db, D. Satyanto, and K. Saptomo, "Analisis Kualitas Air pada Jalur Distribusi Air Bersih di Gedung Baru Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor (Analysis of Water Quality of Water Distribution Channels in New Building of Faculty of Economics and Management Bogor Agricultural University (IPB))," *JSIL*, vol. 04, no. 01, pp. 13–24, 2019.
- [9] L. Ahmad Didik Meiliyadi and dan Bahtiar, "ANALISIS KUALITAS AIR MINUM DI DAERAH LINGSAR KABUPATEN LOMBOK BARAT BERDASARKAN BAKU MUTU AIR MINUM MENGGUNAKAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA ANALYSIS OF DRINKING WATER QUALITY IN LINGSAR AREA, WEST LOMBOK REGENCY ACCORDING WITH DRINKING WATER QUALITY STANDARDS USING PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS," *J. Sains Dasar*, vol. 12, no. 1, pp. 9–17, 2023.
- [10] M. Ulfah and W. Sugiri, "KUALITAS AIR BERSIH PADA SUMUR BOR DI DESA SUMBER REJO KABUPATEN BANYUASIN," *Health Care : Jurnal Kesehatan*, vol. 12, no. 1, pp. 119–127, 2023.
- [11] S. D. Kurniawati, H. Santjoko, and A. Husein, "Pasir Vulkanik sebagai Media Filtrasi dalam Pengolahan Air Bersih Sederhana untuk Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kekeruhan Air Sumur Gali," *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, vol. 9, no. 1, pp. 20–25, 2017, [Online]. Available: <http://journalsanitasi.keslingjogja.net/index.php/sanitasi>