

# **Pengaruh Variasi Waktu Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Mn Pada Air Minum Di Desa Pilangkenceng Kecamatan Pilangkenceng Kabupaten Madiun Pada Tahun 2024**

Atika Lailatul Masruroh<sup>1</sup>, Hery Koesmantoro<sup>2</sup>, Sunaryo<sup>3</sup>, Hurip Jayadi<sup>4</sup>

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia  
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya  
Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Program Studi Sanitasi Program Diploma III Kampus Magetan  
E-mail : [atikalailatul123@gmail.com](mailto:atikalailatul123@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Air dengan kadar Mn tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan hati dan ginjal serta gangguan lingkungan seperti bau dan rasa pada air minum dan noda kuning pada pakaian putih. Oleh karena itu, perlu diturunkan dengan metode aerasi. Menurut Hartini, 2012 metode aerasi dapat menurunkan kadar Mn dengan itu penulis ingin melakukan penelitian ini. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui variasi waktu antara aerasi gelembung aerator dan penurunan kadar Mn.

Jenis penelitian ini adalah pra eksperimen dan menggunakan desain penelitian one group pretest-posttest only design. Ada empat kelompok yang berbeda dalam waktu aerasi yaitu sebelum perlakuan, 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Untuk masing-masing kelompok, pengulangan dilakukan 6 kali jumlah total sampel adalah 24 sampel. Untuk analisis data, digunakan uji anova satu arah.

Kadar Mn sebelum perlakuan aerasi sebesar 0,205 mg/l, kemudian kadar Mn rata-rata meningkat sebesar 8% dengan variasi waktu aerasi 1 jam sebesar 0,221 mg/l, kadar Mn turun sebesar 28% dengan variasi waktu aerasi 2 jam sebesar 0,148 mg/l, kemudian variasi waktu aerasi 3 jam turun sebesar 20% dengan kadar Mn sebesar 0,164 mg/l, Berdasarkan hasil uji one-way anova didapatkan hasil p-value > 0,05 maka ada pengaruh penurunan kadar Mn.

Didapatkan hasil yang signifikan yaitu dengan variasi waktu aerasi 2 jam. Pemeriksaan pH dan suhu air sebelum dan setelah perlakuan aerasi diperlukan untuk mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap penurunan kadar Mn.

**Kata Kunci** : Mn, Aerasi, *Bubble Aerator*

***"The Effect of Varying Aeration Time on Reducing Mn Levels in Clean Water in Pilangkenceng Village, Pilangkenceng District, Madiun Regency in 2024"***

Atika Lailatul Masruroh<sup>1</sup>, Hery Koesmantoro<sup>2</sup>, Sunaryo<sup>3</sup>, Hurip Jayadi<sup>4</sup>

Ministry of Health of the Republic of Indonesia  
Health Polytechnic of the Ministry of Health Surabaya  
Sanitation Study Program Diploma III Program, Magetan Campus  
Department of Environmental Health  
E-mail : [atikalailatul123@gmail.com](mailto:atikalailatul123@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Air with high Mn levels can cause liver and kidney health problems as well as environmental disturbances such as odor and taste in drinking water and yellow stains on white clothes. Therefore, it needs to be lowered using the aeration method. According to Hartini, 2012 the aeration method can reduce Mn levels, so I want to do this research. The aim of the research was to determine the variation in time between aeration of the aerator bubbles and the decrease in Mn levels.*

*This type of research is pre-experimental and uses a one group pretest-posttest only design research design. There were four groups that differed in aeration time, namely before treatment, 1 hour, 2 hours and 3 hours. For each group, repetition was carried out 6 times, the total number of samples was 24 samples. For data analysis, a one-way ANOVA test was used.*

*The Mn level before aeration treatment was 0.205 mg/l, then the average Mn level increased by 8% with a 1 hour aeration time variation of 0.221 mg/l, Mn levels decreased by 28% with a 2 hour aeration time variation of 0.148 mg/l, then the variation in aeration time of 3 hours decreased by 20% with Mn levels of 0.164 mg/l. Based on the results of the one-way ANOVA test, the p-value was > 0.05, so there was an effect of decreasing Mn levels.*

*Significant results were obtained with variations in aeration time of 2 hours. Checking pH and air temperature before and after aeration treatment is necessary to determine the effect of pH and temperature on reducing Mn levels.*

**Keywords:** *Mn, Aeration, Bubble Aerator*

**PENDAHULUAN**

Air sangatlah penting pada kehidupan manusia di muka bumi dan berperan dalam meningkatkan

kualitas hidupnya. Oleh karena itu, kelangkaan air dapat berdampak signifikan terhadap kesehatan dan kerawanan sosial. Air merupakan

kebutuhan pokok dan menjadi landasan kehidupan di muka bumi. Tanpa air proses keberlangsungan kehidupan di bumi tidak akan terjadi. Selain udara, air adalah zat paling penting. Sekitar tiga perempat tubuh manusia sendiri terdiri dari air, dan manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari 4 sampai 5 hari tanpa mengkonsumsi air. Tubuh manusia mengandung lebih dari 60% air. Oleh karena itu, air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi kelangsungan hidup manusia. Selain digunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan membersihkan, air juga digunakan atau dimanfaatkan oleh sejumlah industri, pertanian, proteksi kebakaran, rekreasi, transportasi dan kebutuhan lainnya. Mayoritas permukaan Bumi terdiri dari air atau lautan. Bumi memiliki cekungan yang dipenuhi dengan air, membentuk lautan, danau, kolam, sungai, mata air, dan banyak lagi. Air ada di seluruh permukaan bumi, baik di udara, di dalam tanah, maupun di daratan, dan memainkan peran penting dalam menentukan kesuburan tanah. (Sinambela, 2020).

Sumber daya alam seperti air dan tanah dapat diperbaharui secara alami, akan tetapi jumlah air yang tersedia di bumi masih terbatas. Air rumah tangga yang bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, segar, dan tidak berasa, yang memenuhi persyaratan higienis dan dapat dikonsumsi setelah dimasak. Sebagai bagian dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 4, kualitas air minum harus memenuhi dua parameter. Parameter wajib termasuk persyaratan kimia, mikrobiologi, fisik, dan radioaktif, serta parameter tambahan. Standar ini disesuaikan dengan kondisi lingkungan hidup lokal. (Awliahasanah et al., 2021).

Sumber Air Minum sangat beragam, termasuk air laut, air hujan, air permukaan seperti sungai, rawa, dan danau, serta air tanah, misalnya dari sumur bor. Sumur gali merupakan salah satu jenis sumur yang sering digunakan masyarakat, yang memompa air tanah dari kedalaman 7-10 meter untuk keperluan air minum di rumah tangga. Air minum, baik yang diolah maupun tidak, harus memenuhi

standar higienis dan layak konsumsi. Dalam penggunaan air tanah dari sumur dengan kedalaman 0-15 meter, sering kali ditemui masalah kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn). Mangan adalah logam yang umum ditemukan di kerak bumi dan biasanya terdapat bersama besi. Mangan larut dalam air tanah dan air permukaan dengan kandungan oksigen rendah, sehingga kadar mangan dalam air tetap sesuai dengan standar lingkungan. Namun, jika kandungan mangan dalam air melebihi baku mutu, hal ini dapat menimbulkan dampak negatif, seperti bau logam dan bau aneh pada air minum, mengubah warna pakaian putih menjadi cokelat, dan menyebabkan gangguan fungsi hati. (Awliahasanah et al., 2021).

Unsur pertama dari golongan VIIB adalah mangan, logam berwarna abu-abu keperakan, dengan massa atom 54,94 g/mol, nomor atom 25, dan berat jenis 7,43 g/cm<sup>3</sup>. pada konteks kualitas air, senyawa mangan kerap ditemukan dalam bentuk valensi 2, valensi 4, dan valensi 6. Senyawa mangan dan besi di badan air alami dan sistem

pengolahan air bergantung pada tingkat keasaman (pH) air. Dalam kondisi tereduksi di sistem air alami, mangan dan besi biasanya memiliki valensi dua dan larut dalam air. Akibatnya, sistem pada pengolahan air, senyawa mangan dan besi divalen dioksidasi melalui berbagai cara untuk membentuk senyawa dengan valensi bertambah tinggi, yang tidak larut dalam air dan dapat dipisahkan secara fisik. Senyawa mangan seperti MnCO<sub>3</sub> dan Mn(OH)<sub>2</sub> memiliki valensi dua dan relatif sulit larut didalam air, sedangkan senyawa mangan seperti garam MnCl<sub>2</sub>, MnSO<sub>4</sub>, dan Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> larut dengan baik dalam air. (Hartini, 2021).

Industri pengolahan air minum sering mengoksidasi besi atau mangan, yang menyebabkan masalah pada air minum karena penggunaan air tanah sebagai sumber air baku. Beberapa metode yang digunakan termasuk prosedur aerasi dan filtrasi, proses filtrasi dengan klorinasi, dan pada proses oksidasi menggunakan kalium permanganat dengan zeolit mangan (manganese greensand). Pemilihan metode ini tergantung

pada konsentrasi besi atau mangan serta kondisi air baku yang digunakan. Proses aerasi dan filtrasi biasanya melibatkan penggunaan aerator, bak pengendap, dan filter. Aerator yaitu sebuah alat yang menggabungkan oksigen dengan air, sehingga mangan atau besi yang terkandung dalam air baku bereaksi dengan oksigen dan membentuk senyawa besi (Fe valensi 3) dan sehingga mangan atau besi dalam air baku berinteraksi dengan oksigen. Proses oksidasi mangan sangat dipengaruhi oleh pH air; semakin tinggi pH air, semakin cepat reaksi oksidasi terjadi. Setelah proses aerasi terkadang reaksi ini memerlukan beberapa jam, tergantung pada karakteristik air baku (Hartini, 2021).

Bubble aerator adalah alat yang digunakan untuk mengurangi kadar Fe dan Mn dalam proses aerasi. Alat ini mudah dibuat karena mesin bubble mudah ditemukan di pasaran. Penelitian yang dilakukan oleh (Bangun et al., 2022) melaporkan bahwa penggunaan aerasi gelembung secara efektif menurunkan kadar Fe hingga 76,47% dari 4,25 mg/L menjadi 1,00 mg/L setelah 60 menit.

Hasil studi pendahuluan kadar Mn Air Minum di Desa Pilangkenceng Kecamatan Pilangkenceng Kabupaten Madiun sebesar 0,797 mg/l yang melebihi standart baku mutu yaitu 0,1 mg/l dalam PERMENKES RI No 2 Tahun 2023. Pada penelitian yang akan dilaksanakan, penulis ingin menurunkan konsentrasi Mn pada Air Minum, karena masih banyak Air Minum dalam kehidupan sehari-hari yang kadar Mn-nya belum memenuhi syarat mutu. Metode yang digunakan adalah aerasi dengan bubble aerator. Dengan latar belakang ini, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Waktu Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Mn Pada Air Minum Di Desa Pilangkenceng Kecamatan Pilangkenceng Kabupaten Madiun Pada Tahun 2024”.

## **METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini memakai pra-eksperimen. Karena tidak ada variabel kontrol, jenis penelitian ini digunakan. Untuk penelitian ini, digunakan desain one group pretest-

posttest. Sebelum perlakuan aerasi, kandungan Mn pada air sampel diperiksa, dan kemudian dilakukan replikasi untuk setiap variasinya. Hasil penelitian akan dibandingkan dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh pemerintah.

## HASIL PENELITIAN

### Kadar Mn Sebelum dan Setelah diberi Perlakuan Variasi Aerasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam



**Gambar 1**  
**Hasil Kadar Mn Sesudah Perlakuan Aerasi**

Dapat diketahui bahwa penurunan kadar Mn yang paling signifikan menggunakan variasi waktu aerasi 2 jam mendapatkan hasil perbedaan penurunan kadar Mn sebesar 0,148 mg/l Hasil Analisis Statistika dengan Uji (One-Way Anova)

**Tabel 1**  
**Hasil Uji Homogenitas**

Lavene statistic	Nilai p
.544	.658

Sumber : data primer hasil uji aplikasi SPSS

Berdasarkan Tabel I bahwa hasil perhitungan uji homogenitas menunjukkan nilai  $\rho = 0,658$ . Hal ini ditunjukkan dari hasil  $\rho > \alpha = 0,05$ . Sehingga data tersebut dikatakan homogen sehingga dapat dilanjutkan uji statistic anova satu arah untuk mengetahui pengaruh setelah diberi perlakuan dengan waktu aerasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

**Tabel 2**

### Uji One-Way Anova

#### Kadar Mn

	Jumlah Kuarat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuarat Tengah (KT)	F Hitung	Signif.
Perlakuan	.021	3	.007	5079.458	.000
Sisa	.000	20	.000		
Total	.021	23			

Sumber : data primer hasil uji aplikasi SPSS

Berdasarkan hasil Tabel 2 diketahui bahwa nilai  $p\text{-value} = 0,00$  ( $\rho < 0,05$ ) maka dapat diartikan bahwa secara statistic H1 diterima, sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan terhadap penurunan pada kadar Mn

pada Air Minum dengan menggunakan perlakuan aerasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam .

## **PEMBAHASAN**

### **Kadar Mn pada Air Minum Sebelum Diberi Perlakuan Aerasi**

Dari hasil kadar Mn pada Air Minum diberi perlakuan aerasi didapatkan hasil rata rata sebesar 0,205 mg/l dengan kadar terendah yaitu 0,203 mg/l dan tertinggi 0,206 mg/l. hasil kadar Mn tersebut menunjukkan bahwa memiliki kadar yang cukup tinggi. Pada saat pengambilan sampel Air Minum sebelum dilakukan perlakuan aerasi. Kondisi fisik sampel tersebut ialah air berbau karat.

Menurut (Asmawati, 2022) masalah yang serius telah lama terjadi terkait dengan keberadaan besi dan mangan dalam sistem penyediaan Air Minum rumah tangga. Kedua unsur ini umumnya terlarut dalam bentuk divalen atau sebagai ion ferous dan manganous dalam air. Sering kali, mereka terikat dalam senyawa kompleks dengan zat organik. Jika besi atau mangan terikat pada senyawa kompleks

dengan zat organik, mereka lebih mudah dioksidasi daripada jika mereka terikat pada senyawa dengan zat organik biasa.

### **Kadar Mn pada Air Minum Setelah Diberi Perlakuan Aerasi Selama 1 jam**

Dari hasil analisis, didapati bahwa kadar Mn dalam Air Minum setelah mengalami perlakuan aerasi selama 1 jam adalah rata-rata 0,221 mg/l, dengan peningkatan rata-rata sebesar 0,016 mg/l (0%). Kadar Mn yang tetap tinggi setelah proses aerasi ini disebabkan oleh sifat mangan yang sulit larut dalam air dan reaksi oksidasi yang memerlukan waktu yang lama. Meskipun mangan biasanya berada dalam bentuk senyawa  $MnCO_3$  dengan valensi dua, senyawa ini juga sulit larut didalam air dan mengalami oksidasi yang lambat, bahkan setelah satu jam perlakuan aerasi.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Hartini, 2012) penurunan terhadap Mn tidak terjadi secara maksimal yang diakibatkan kurangnya suplai oksigen dalam air. Untuk meningkatkan kandungan oksigen,

perlu meningkatkan waktu injeksi udara ke dalam air baku untuk memaksimalkan kontak air-udara, sehingga jumlah oksigen terlarut dapat ditingkatkan. Proses oksidasi mangan yang memerlukan waktu lama sering kali membutuhkan waktu tinggal yang lebih panjang atau bahkan bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses oksidasi hingga mencapai konsentrasi yang diinginkan. pH air juga berpengaruh terhadap kecepatan reaksi oksidasi besi atau mangan; semakin tinggi pH air, semakin cepat reaksi oksidasi tersebut terjadi.

#### **Kadar Mn pada Air Minum Setelah Diberi Perlakuan Aerasi Selama 2 jam**

Dari hasil analisis, terungkap bahwa setelah perlakuan aerasi selama 2 jam, kadar Mn dalam Air Minum rata-rata sebesar 0,148 mg/l dengan penurunan signifikan sebesar rata-rata 0,056 mg/l (28%). Meskipun demikian, penurunan kadar Mn masih tergolong rendah, yang mungkin dipengaruhi oleh beberapa faktor.

Menurut (Rosyi, 2015) pH air yang lebih tinggi dapat mempercepat reaksi oksidasi besi dengan oksigen (udara). Sebaliknya, reaksi ini akan lebih lambat pada pH air yang lebih rendah. Oleh karena itu, dalam praktiknya, peningkatan pH air yang akan diolah dapat mempercepat reaksi oksidasi tersebut. Selain itu, penghilangan CO<sub>2</sub> selama proses juga dapat menyebabkan peningkatan pH. Kelarutan logam dalam air cenderung lebih tinggi pada pH yang lebih rendah (asam), sementara pada pH yang lebih tinggi (basa), mereka cenderung lebih mudah terendapkan. Pada rentang pH 7,5-8, oksidasi besi efektif, tetapi oksidasi mangan tidak akan efektif pada pH di bawah 9,5.\

#### **Kadar Mn pada Air Minum Setelah Diberi Perlakuan Aerasi Selama 3 jam**

Dari hasil analisis, diketahui bahwa setelah perlakuan aerasi selama 2 jam, kadar Mn dalam Air Minum rata-rata yaitu 0,164 mg/l dengan penurunan yang signifikan sebesar rata-rata 0,041 mg/l (20%).

Menurut (Batara, 2017) peningkatan debit udara yang dimasukkan ke dalam air dapat mengurangi konsentrasi besi terlarut dalam air tanah. Debit udara yang lebih tinggi (liter/menit) yang diinjeksikan ke dalam air dapat menghasilkan efek dari penurunan jumlah besi terlarut yang ada dalam air tanah. Ketika lebih banyak kontak udara dengan air, debit udara dan kedalaman air meningkat. Hal ini dapat mengurangi kadar Mn dalam air melalui proses oksidasi dengan oksigen.

### **Uji One-Way Anova**

Berdasarkan hasil analisis uji anova satu arah, dengan nilai *p-value* 0,00 ( $<0,05$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa hipotesis alternatif ( $H_1$ ) diterima, yang menyiratkan bahwa adanya terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan sebelum dan setelah variasi waktu aerasi selama 1 jam, 2 jam, dan 3 jam dalam menurunkan kadar Mn dalam Air Minum.

### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar Mn pada Air Minum sebelum diberi perlakuan aerasi adalah 0,205 mg/l.
2. Setelah diberi perlakuan dengan variasi waktu aerasi 1 jam, rata-rata kadar Mn yang terukur adalah 0,221 mg/l.
3. Setelah diberi perlakuan dengan variasi waktu aerasi 2 jam, rata-rata kadar Mn yang terukur adalah 0,148 mg/l.
4. Setelah diberi perlakuan dengan variasi waktu aerasi 3 jam, rata-rata kadar Mn yang terukur adalah 0,164 mg/l.
5. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kadar Mn dengan nilai *p-value* sebesar 0,00 ( $<0,05$ ). Penurunan kadar Mn yang signifikan terjadi pada variasi waktu aerasi 2 jam.

### **SARAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peneliti lain harus melanjutkan penelitian ini berdasarkan rekomendasi berikut :

1. Dilakukan pemeriksaan pH dan suhu air saat sebelum dan setelah diberikannya perlakuan aerasi, sehingga dapat mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap penurunan Mn.
2. Dilakukan penelitian dengan menambah debit udara yang kontak dengan air selama proses aerasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (N.D.). *Bab 7 Transfer Gas 7.1*.
- Asmawati, I., Nuryani, D. D., Aryastuti, N., & Yunita, D. (2022). *Efektifitas Metode Aerasi Dalam Menurunkan Kadar Besi Pada Air Tanah Di Desa Sidorejo Kecamatan Sidomulyo Tahun 2021*. Indonesian Journal of Health and Medical, 2(2), 223-233.
- Awlihasanah, R., Sari, D. N. S. N., Yanti, D., Azrinindita, E. D., Ghassani, D., Maulidia, N. S., & Sulistiyorini, D. (2021). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Mangan Pada Air Sumur Warga Kota Depok*. Jurnal Sanitasi Lingkungan, 1(2), 80–86.
- Bangun, H. A., J.Sitorus, M. E., Manurung, K., & Ananda, Y. R. (2022). *Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Aerasi-Filtrasi Pada Air Sumur Bor Masyarakat Jalan Setia Budi Kelurahan Tanjung Rejo*. Human Care Journal, 7(2), 450.
- Batara, K., Zaman, B., & Oktiawan, W. (2017). *Pengaruh Debit Udara dan Waktu Aerasi Terhadap Efisiensi Penurunan Besi dan Mangan Menggunakan Diffuser Aerator pada Air Tanah* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Handayani, A. (2023). *Analisis Kinerja Sistem Filtrasi Up Flow Dan Down Flow Menggunakan Media Filter Alami Dalam Meningkatkan Kualitas Air Sungai Di Desa Gegerung, Kabupaten Lombok Barat*.
- Hartini, E. (2021). *Cascade Aerator Dan Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur Gali*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 16(3), 377–384.
- Kholifah, S. (2022a). *Analisis Kualitas Perairan Sumber Kalibalang Kecamatan Klampok Kota Blitar Berdasarkan Cemaran Bakteri Coliform. 8.5.2017, 2003–2005*.
- Kholifah, S. (2022b). *Distribusi Kuman Coliform Pada Air Minum Dan Air Minum Rumah Tangga Non Pdam (Studi Di Dusun Gintungan, Desa Gogik, Unggaran, Kabupaten Semarang)*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Ma, M., Ibnu, M. N., Saud, L., & Nikmah, I. C. (2019). *Estimasi Koefisien Transfer Oksigen ( K L A ) Pada Metode Aerasi Fine Bubble Diffuser : Studi Kasus Pengolahan Air Lindi Tpa Manggar Kota Balikpapan*.

- 5(2).
- Malle, M. (2021). *Skripsi Gambaran Karakteristik Fisik Dan Kimia Sumber Air Minum Dengan Jarak Tpa Tamangapa Antang Kota Makassar Maya Malle K11116334*.
- Rahayu, N. I. (2020). *Statistika Penelitian Keolahagaan*. Universitas Negeri Gorontalo, April, 99.
- Rosyi, A. (2020). *Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Filtrasi Aerasi Filtrasi (Fafi) Pada Air Sumur Dalam Rsup Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Sinambela, R. H. P. (2020). *Analisa Kadar Mangan Pada Air Renaty Hanna Pratiwi Sinambela Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan*. In Karya Tulis Ilmiah. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan. Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.
- Siregar, Y. S. S. M. D. R. B. W. A. (2022). Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Yang Menarik Pada Masa Pandemi Covid 19 Di Sd Swasta Hkbp 1 Padang Sidempuan. *Jurnal Ilmiah Kampus Mengajar*.
- Siringoringo, F. (2019). Pengertian Filtrasi. *Pengertian Filtrasi*, 3–14.
- Sni 6989-59-2008. (2008). *Tentang Pengambilan Sampel Air Limbah*.
- Ulfa, R. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Teknodik*, 6115, 196–215. <https://doi.org/10.32550/Teknodik.V0i0.554>
- Wahyudin, H. K. (2022). *Optimalisasi Dosis Aluminium Sulfat Dalam Metode Jar Test Pada Ipa Di Pdam Tirta Prabujaya Kota Prabumulih*. 05, 834–838.
- Yuniarti, Dewi Putri; Komala, Ria; Aziz, S. (2019). Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabri Kelapa Sawit Di Ptpn Vii Secara Aerobik. *Universitas Pgri Palembang*, 4 Nomor 2.