

SKRIPSI

**PERBANDINGAN KADAR *TOTAL SOLID* AIR SUMUR PADA
SARINGAN PASIR KONVENSIONAL DENGAN VARIASI
KETEBALAN PASIR TAHUN 2024**



Oleh:
AHMAD IHSAN SEPTIAWANDY
PO.71.34.2.20.001

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN PALEMBANG
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TAHUN 2024**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagian besar orang di Indonesia menggunakan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, air sumber (mata air), dan lainnya jika mereka tidak memiliki sumber air bersih. Di daerah lain di Indonesia, PDAM menangani air bersih. Oleh karena itu, air tanah dan air sungai yang digunakan masyarakat selama musim kemarau seringkali tidak aman untuk diminum; di beberapa tempat, mereka bahkan dianggap tidak layak karena keruh dan lumpur. Penyakit infeksi seperti typhus abdominalis, cholera, diare dan dysentri baciller disebabkan oleh air yang kotor dan tercemar (Ramadhani et al., 2013).

Terdapat data kasus penyakit infeksi seperti diare di Provinsi Sumatera Selatan dalam publikasi oleh Badan Pusat Statistik Sumsel (2023) yaitu dari tahun 2019-2022 yang berada pada jumlah tertinggi kedua di bawah Kota Palembang. Hal itu disebabkan karena faktor-faktor seperti air yang tidak memadai, air yang tercemar oleh tinja, kurangnya sarana kebersihan yang memadai, pembuangan tinja yang tidak higienis, kebersihan individu dan lingkungan yang buruk, dan penyimpanan makanan yang tidak sesuai (Sumolang et al., 2019). Dengan kata lain, diare merupakan masalah kesehatan yang perlu diperhatikan di wilayah tersebut.

Dikutip dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, air yang digunakan untuk menjaga kebersihan diri seseorang dan rumah tangga merupakan air untuk keperluan sanitasi dan higiene. Adapun Air bersih yang

digunakan masyarakat harus memenuhi syarat fisik, kimia, bakteriologis, dan radioaktif untuk memenuhi standar (Soerahman et al., 2012).

Pada umumnya air sumur manapun bisa digunakan pada keseharian kita, namun lain hal jika terjadi musim kemarau, air sumur akan mengendap dan akan keruh. Pada syarat fisik air, air boleh digunakan untuk kebutuhan sehari-hari jika air itu jernih, tidak berbau dan memiliki pH tidak kurang dari 6,5 dan tidak lebih dari 8,5 sebab air yang pH-nya di bawah 6,5 atau di atas 8,5 akan membuat rasa air tidak enak dan beberapa zat kimia berubah menjadi racun yang merugikan (Ristiana et al., 2009). Selain itu, logam besi akan larut dalam air dengan pH rendah, sehingga jika bereaksi dalam air, akan terbentuk ion *ferro* dan *ferri*. *Ferri* akan mengendap dan tidak dapat dilihat dengan mata dan tidak akan larut dalam air, sehingga air menjadi berwarna, berbau, dan berasa (Hamidah & Cindramawa, 2020). Untuk itu perlu dilakukan pengolahan agar air bisa digunakan sebagai air bersih.

Keberadaan garam anorganik dan sejumlah kecil bahan organik dalam air dikenal sebagai kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) (Rusydi, 2018). *Total Suspended Solid* (TSS) biasanya berasal dari bahan anorganik, yaitu ion-ion yang biasa ditemukan di perairan. TSS terdiri dari lumpur, pasir halus, dan jasad renik, yang terutama dihasilkan dari erosi tanah atau kikisan tanah yang terbawa ke badan air (Siswoyo et al., 2015). Air adalah pelarut universal yang dapat melarutkan berbagai zat, termasuk gas, cair, padat, dan mikroorganisme. Karena sifatnya yang unik, air sulit didapat dalam keadaan murni karena dapat melarutkan berbagai zat terlarut dan tidak terlarut.

Menteri Kesehatan telah menetapkan kadar zat terlarut dan zat tidak terlarut (Total Solid /TS) yang diperbolehkan dalam air sebagai air bersih berdasarkan nilai

ambang batas (NAB) atau baku mutu sehingga tidak membahayakan kesehatan manusia (Earnestly, 2018). Hal itu tercantum dalam Permenkes RI No 2 Tahun 2023 dimana standar baku mutu untuk air yang digunakan dengan parameter *Total Solid* adalah <300 mg/l.

Filtrasi, juga dikenal sebagai penyaringan, adalah proses untuk menghilangkan zat padat tersuspensi yang diukur dengan kekeruhan dari air melalui media berpori. Proses ini terjadi karena partikel tidak dapat masuk ke dalam ruang pori, sehingga partikel berkumpul dan menempel pada permukaan butiran media, yang membuat air lebih bersih (Mashadi et al., 2018).

Adapun bahannya menggunakan bahan-bahan alami yang mudah didapat seperti ijuk, batu kerikil dan pasir. Ijuk dapat digunakan sebagai media untuk menyaring kotoran halus dan menurunkan kadar kekeruhan, yang pada gilirannya akan menurunkan kadar TDS dan TSS (Adi et al., 2014).

Batu kerikil yang terdapat di mana saja bahkan di pekarangan rumah kita pun bisa digunakan sebagai penyaring air. Batu kerikil disini bekerja sebagai filter air untuk menyaring kotoran kasar dan membuat celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah (Fajri et al., 2017). Selanjutnya media pasir kuarsa yang mengurangi bau dan warna air. Pasir kuarsa berfungsi untuk menghilangkan sifat fisik seperti kekeruhan, lumpur, atau bau dari air karena butiran memiliki pori-pori dan celah yang dapat menyerap dan menahan partikel dalam air (Adi et al., 2014).

Menurut Fitriani (2014) dalam Izza Shafira (2023), pasir yang memiliki kandungan kuarsa lebih dari atau sama dengan 90,8% sangat cocok untuk penyaringan. Sebelum digunakan, pasir harus dibersihkan dari kotoran atau tanah dan dibersihkan dengan baik.

Menurut SNI 3981:2008 oleh Badan Standardisasi Nasional (2008) yaitu untuk menyaring partikel berukuran besar, media pasir akan digunakan; proses ini dipengaruhi oleh ukuran dan kapasitas saringnya. Ketebalan media juga akan memengaruhi kecepatan aliran media dan kualitas filturnya. Semakin kecil ukuran butiran media selama proses penyaringan air, semakin baik hasilnya.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sutrisno et al. (2020) yang meneliti efisiensi penurunan TDS menggunakan variasi ketinggian/ketebalan pasir sebagai media saring dengan variasi ketinggian media pasir silika 8 cm, 13 cm, dan 17 cm menunjukkan penurunan TDS 50% dengan konsentrasi TDS tersisa kurang dari 860 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ketinggian media pasir silika 12 cm dan 17 cm, penurunan kadar TDS tertinggi mencapai 58,58%. Namun dari penelitian ini dilakukan perlakuan adsorpsi, pertukaran ion, dan filtrasi yang belum mencapai kondisi jenuh pada setiap perlakuan. Oleh karena itu, perbedaan ketinggian media tidak terlalu berdampak pada efisiensi penurunan kadar TDS.

Menurut penelitian Sutrisno et al. (2015) dalam Sutrisno et al. (2020) dibuat ketebalan 20 cm arang aktif diperoleh efisiensi 68,22%, sedangkan ketebalan 10 cm memiliki efisiensi 66,33%. Ini karena lebih banyak media arang aktif, semakin banyak kadar TDS yang diadsorpsi oleh arang aktif. Pada penelitian Fuadi (2016) juga diperoleh kesimpulan semakin tebal pasir saringan, semakin baik kualitas TDS air sumur bor.

Dalam penelitian lain seperti yang dilakukan oleh Izza Shafira (2023), ditemukan bahwa dalam wadah berisi sampel kontrol dengan proses filtrasi menggunakan media kombinasi (arang sekam padi-pasir silika) menurunkan TDS lebih tinggi daripada reaktor dengan media filter tunggal. Hal tersebut dipengaruhi

oleh proses pengawetan sampel, prosedur sampling, dan fluktuasi akibat aliran yang berkelanjutan yang menyebabkan penurunan TDS. Penyisihan nilai TDS pada wadah filter yang menggunakan media arang sekam padi 10 cm dan pasir silika 20 cm yang digambarkan dalam grafik yaitu sampel kontrol dengan kadar TDS sebesar 537 mg/l menurun menjadi 280,7 mg/l dalam waktu kontak selama 1 jam, dan 257,7 mg/l selama 2 jam waktu kontak. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan media filtrasi memengaruhi penurunan kadar TDS. Dengan kata lain arang sekam padi memiliki peran kecil dalam penurunan kadar TDS, karena pori-pori dan ukuran bulir arang sekam padi lebih kecil. Ukuran pasir silika yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 40-60 mesh.

Berdasarkan hasil observasi di Kecamatan Suak Tapeh Kabupaten Banyuasin pada musim kemarau, sumur yang terbuka airnya keruh (banyak endapan). Di samping itu juga, disebabkan oleh letak geografis tanah yang relatif rendah padahal air sumur tersebut dipakai untuk keperluan sehari-hari seperti mandi dan diminum.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk melihat “Perbandingan Kadar Total Solid Air Sumur Pada Saringan Pasir Konvensional Dengan Variasi Ketebalan Pasir Tahun 2024.”

C. Pertanyaan Penelitian

- a. Bagaimana kadar *total solid* sebelum pengolahan metode konvensional?
- b. Bagaimana kadar *total solid* sesudah pengolahan metode konvensional dengan variasi ketebalan pasir?

- c. Bagaimana perbandingan kadar *total solid* berdasarkan variasi ketebalan pasir?

D. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Diketuinya efisiensi penurunan kadar *total solid* pada metode pengolahan air sumur secara konvensional (saringan pasir) dengan variasi ketebalan pasir Tahun 2024

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuinya kadar *total solid* sebelum pengolahan metode konvensional.
- b. Diketuinya kadar *total solid* sesudah pengolahan metode konvensional dengan variasi ketebalan pasir.
- c. Diketuinya perbandingan kadar *total solid* berdasarkan variasi ketebalan pasir.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang Kimia Kesehatan dan menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Palembang.

2. Manfaat Aplikatif

Sebagai bahan pembelajaran dan informasi bagi dosen, staff, dan mahasiswa Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Palembang, khususnya di bidang Kimia Air, Makanan dan Minuman. Pada masyarakat, penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi yang berguna dalam upaya meningkatkan akses masyarakat terhadap air bersih yang aman dan berkualitas.

F. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup bidang Kimia Air, Makanan dan Minuman. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan desain eksperimen sejati (*True Experimental Design*). Populasi adalah seluruh sumur di Kecamatan Suak Tapeh Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan sebanyak 30 sumur. Sampel yang digunakan yaitu air sumur yang digunakan oleh masyarakat di Kecamatan Suak Tapeh Kabupaten Banyuasin sebanyak 3 sumur. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret s.d April 2024. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Poltekkes Kemenkes Palembang Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. Teknik sampling yang digunakan yaitu *Purposive Sampling*. Metode yang digunakan yaitu Gravimetri. Setelah itu dilakukan uji normalitas data, dan menggunakan uji statistik dengan Uji T berpasangan (*Paired T-Test*) apabila data terdistribusi normal sebaliknya dengan Uji *Wilcoxon* sebagai uji alternatifnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah diketahuinya perbandingan terhadap penurunan kadar kekeruhan zat padat sebelum dan sesudah pengolahan air sumur metode penyaringan pasir yang mengubah air sumur yang keruh menjadi air bersih dengan parameter yang diukur adalah kadar *Total Solid* air. Hasil penelitian ini

dapat digunakan sebagai referensi tentang bagaimana mengetahui pengolahan secara sederhana untuk mendapatkan air bersih sesuai dengan standar yang diperbolehkan, yang selanjutnya memungkinkan operasi dan pemeliharaan sistem penyediaan air bersih yang mudah dan murah untuk masyarakat. Dengan demikian, diharapkan pemanfaatannya akan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W., Puspita Sari, S., dan Umroh. (2014). Efektivitas Filter Bahan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Masyarakat Nelayan Wilayah Pesisir Kabupaten Bangka. *AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan*, 8(2), 34.
- Adjovu, G. E., Stephen, H., dan Ahmad, S. (2023). *Spatial and Temporal Dynamics of Key Water Quality Parameters in a Thermal Stratified Lake Ecosystem: The Case Study of Lake Mead*. *Earth*, 4(3), 461-502. (pp. 4 (3), 461–502).
- Adjovu, G. E., Stephen, H., James, D., dan Ahmad, S. (2023). *Overview of the Application of Remote Sensing in Effective Monitoring of Water Quality Parameters*. *Remote Sensing* (pp. 15 (7), 1938).
- Adjovu, G., Stephen, H., James, D., dan Ahmad, S. (2023). *Measurement of total dissolved solids and total suspended solids in water systems*. *Remote Sensing, MDPI*, 15(14), 1–43.
- Asmadi, & Suharno. (2012). *Asmadi, S., Si, M., Suharno, S. K. M., & Kes, M. (2012). Dasar-dasar teknologi pengolahan air limbah. Yogyakarta: Gosyen Publishing.*
- Association, A. P. H. (1926). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (p. Vol 6).
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3981:2008. dalam Standar Nasional Indonesia.
- BAPELKES, C. (2005). Penyaringan (Filtrasi) Air Dengan Metode Saringan Pasir Cepat.
- BPS Sumsel, S. (2023). *Sumatera Selatan*. 16000.2302.
- Chen, L., Ling, F., Bakker, G., Liu, W.-T., Medema, G., van der Meer, W., dan Liu, G. (2020). Assessing the transition effects in a drinking water distribution system caused by changing supply water quality: an indirect approach by characterizing suspended solids. *Water Research*, 168, 115159.
- Crotts, A. (1996). *An Experimental technique in lowering total dissolved solids in wastewater An Experimental Technique in Lowering Total Dissolved Solids in Wastewater A Thesis Submitted in Partial Satisfaction University of Nevada Thesis Advisor : Suzanne Paulson. UNLV.*
- Dahlan, W. S. D. S. M. H. (2016). Perbandingan Pengolahan Limbah Cair Karet Dengan Koagulan Asam Formiat, Asap Cair Dan Asam Sulfat Menggunakan Teknologi Membran. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(Vol 22 No 4 (2016): Jurnal Teknik Kimia), 1–10.

- Dheana Rasantami, N. (2022). Karakteristik Fisik Sumur Gali di RT 10 dan RT 18 Kelurahan Makroman. dalam Karya Tulis Ilmiah (pp. 8–11).
- Earnestly, F. (2018). Analisis Kadar Klorida, Amoniak Di Sumber Air Tanah Universitas Muhammadiyah Sumbar Padang. *Jurnal Katalisator*, 3(2), 89.
- Fajri, M. N., Handayani, Y. L., dan Sutikno, S. (2017). Efektifitas Rapid Sand Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Daerah Gambut Di Provinsi Riau. *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1–9.
- Fitriani, B. (2014). Efektivitas Diameter dan Jenis Media Silika, Zeolit, dan Karbon Aktif Pada Proses Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur MI Muhammadiyah Ngawen Muntlan (*Doctoral dissertation, Diponegoro University*). *Diponegoro University*.
- Fuadi, A. (2016). Pengaruh Diameter Dan Ketebalan Pasir Pada Saringan Terhadap Total Solid Dalam Air. *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi*.
- Hamidah, W., dan Cindramawa, C. (2020). Analisis Kadar pH, Total Dissolved Solid (TDS) dan Mn pada Air Sumur Gali di Kabupaten Cirebon. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(1), 8–15.
- Hariri Ardiansyah, K. (2021). Pengaruh Penggantian Air Dengan Air Laut, Air Payau dan Air Tawar Terhadap Kuat Tekan Beton. In *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi*. Universitas Siliwangi.
- Hasrianti, dan Nurasia. (2016). Analisis Warna, Suhu, pH dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo. *Prosiding Seminar Nasional*, 02(1), 747–753.
- Huisman. (1974). mekanisme dalam proses filtrasi adalah:
- Indriani Mulia, M., dan Syafiuddin, A. (2022). Kemampuan Saringan Pasir Lambat Dikombinasikan dengan Karbon Aktif Sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Tempe. *Jurnal Sosial Sains*, 2(8), 874–888.
- Izza Shafira, C. (2023). Perbedaan Ketebalan Media Filtrasi Arang Sekam Padi dan Pasir Silika Terhadap Penyisihan TDS Air PDAM Tuban. UNIVERSITAS JEMBER. UNIVERSITAS JEMBER.
- Juandi M, J., Malik, U., Salomo, S., dan Surbakti, A. (2019). Teknologi pengolahan air gambut menjadi air bersih dengan sistem koagulan dan filtrasi di Desa Buluh Cina, Kecamatan Siak Hulu, Kampar. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 1, 325–332.
- Permenkes RI No 2 Tahun, 151 Kemenkes Republik Indonesia Hal 10 (2023).
- Khan, I., Khan, A., Khan, M., Zafar, S., Hameed, A., Badshah, S., Rehman, S., Ullah, H., dan Yasmeen, G. (2018). *Impact of city effluents on water quality of Indus River: assessment of temporal and spatial variations in the southern*

region of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Environ Monit Assess.* (p. 190(5) :267).

Kusnaedi, K. (2010). Mengolah Air Kotor untuk Air Minum. Rineka Cipta.

Kusumawardani, Y., dan Astuti, W. (2019). Efektifitas Penambahan Media Geotekstil Pada Saringan Pasir Lambat Terhadap Penyisihan Parameter Kekeruhan, Jumlah Coli Dan Cod. *Jurnal Teknosains*, 8(2), 114.

Lestari, Siska, T. (2016). Keefektifan Penambahan Dosis Tawas Dalam Menurunkan Kadar TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair Rumah Makan.

Masduqi, dan Assomadi. (2012). Operasi dan proses pengolahan air. Jurusan Teknik Lingkungan Institute Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A., dan Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas pH, Fe dan Kekeruhan Dari Air Sumur Gali Dengan Metode Filtrasi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 105–113.

Nahrir, N. (2023). Analisis Efektivitas Ketebalan Filter Pada Sistem Instalasi Pengolahan Air. UNIVERSITAS HASANUDDIN.

Ramadhani, S., Sutanahaji, T. A., dan Widiatmono, B. R. (2013). Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (*Moringa oleifera Lamk*), *Poly Aluminium Chloride* (PAC), dan Tawas sebagai Koagulan untuk Air Jernih. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 1(3), 186–193.

Rikki Wardani, G. (2021). Analisis MPN (Most Probable Number) Bakteri Coliform Pada Air Sumur Penduduk yang Bermukim di Sepanjang Sungai Lamandau, Desa Batu Kotam, Kecamatan Bulik, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah.

Ristiana, N., Astuti, D., dan Kurniawan, T. P. (2009). Kesadahan Air Sumur Di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Kesehatan*, 2(1), 91–102.

Rosmawati. (2013). *Jurnal Biology Science and Education*. 2(2), 159–169.

Rusydi, A. F. (2018). *Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1).

Said, dan Herlambang. (1997). Pengolahan Air Bersih dengan Proses Saringan Pasir Lambat *Up Flow*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6, 672-789.

Siswoyo, Mintadi, M., dan Nicola, F. (2015). TDS (*Total Dissolved Solid*) DAN TSS (*Total Suspended Solid*) Dengan Kadar Fe 2+ Dan Fe Total Pada Air Sumur Gali Di Daerah Summersari, Puger Dan Kencong Kabupaten Jember. *Seminar Nasional Kimia*, 159–164.

- Soerahman, M., Rusmiati, dan Irawan, H. D. W. P. (2012). Perbedaan Kadar Fluor pada Air Sumur Gali Sebelum dan Sesudah Proses Koagulasi Flokulasi Kapur dan Tawas. *Widya Warta*, 2, 361–374.
- Sumolang, P. P., Nurjana, M. A., dan Widjaja, J. (2019). Analisis Air Minum dan Perilaku Higienis dengan Kejadian Diare pada Lansia di Indonesia. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 29(1), 99–106.
- Sutrisno, J., Al Kholif, M., Rohma, A. N., Kunci, K., Sumur, A., Aktif, K., Greensand, M., dan Silika, P. (2020). Penerapan Adsorpsi, Pertukaran Ion Dan Variasi Ketinggian Media Filtrasi Dalam Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(2), 69–75.
- Sutrisno, J., Asmoro, P., dan Sembodo, B. . (2015). Arang aktif ampas tebu sebagai media adsorpsi untuk meningkatkan kualitas air sumur gali. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 13(2), 9-18. *Jurnal Teknik UNIPA* (Vol. 9, Issue 2, pp. 43–56).
- Utami, F. (2018). Studi Pengolahan Air Bekas Pencucian Jeans secara Fisik-Kimia Skala Laboratorium.
- Wang, F., Han, L., Kung, H. -T., dan Arsdale, R. B. Van. (2006). *Applications of Landsat-5 TM imagery in assessing and mapping water quality in Reelfoot Lake, Tennessee* (pp. 27:23, 5269–5283). *International Journal of Remote Sensing*.
- Widiyanto, A. F., Yuniarno, S., dan Kuswanto, K. (2015). Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri Dan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246.
- Widyastuti, S., dan Sari, A. S. (2011). Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 9(1), 43–54.
- Wilder, B. H. ., Costa, H. S. ., Kosmowski, C. M. ., & Purcell, W. E. (n.d.). *Standard Methods Committee* . Retrieved February 26, 2024, from
- Yogyakarta, B. (1988). *Metoda Dasar/Pemeriksaan Kimia Air*.