

Integrated Analysis of Water Quality in Treatment Plants: Physicochemical and Biological Assessments

Analisis Terpadu Kualitas Air di Instalasi Pengolahan: Penilaian Fisikokimia dan Biologis

Aditya Yoga Pratama¹, Inggit Marodiyah²

* Email corresponding author: pratamawama2211@gmail.com

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Mojopahit No. 666 B, Sidowayah, Celep, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271

Abstract. *Water treatment plants (WTPs) play a crucial role in ensuring access to safe drinking water, essential for human health and well-being. This study focuses on the IPA Kedunguling, operated by the Regional Drinking Water Company Sidoarjo, which serves the residents of Sidoarjo city. The objective was to evaluate the water treatment process and quality using physical, chemical, and biological assessments in accordance with Ministry of Health Regulation No. 2/2023 and Government Regulation No. 66/2014. The process involves raw water intake at the Intake, followed by treatment at the WTP and distribution to residents. Laboratory tests revealed that chemical and biological parameters met regulatory standards; however, Total Dissolved Solid (TDS) levels exceeded permissible limits, highlighting a potential area for improvement. This study underscores the importance of continuous monitoring and optimization of water treatment processes to ensure the provision of safe drinking water to communities.*

Keywords – *Water treatment plants, water quality assessment, regulatory compliance, drinking water safety, continuous monitoring.*

Abstrak. Instalasi pengolahan air (IPA) memainkan peran penting dalam memastikan akses terhadap air minum yang aman, yang sangat penting bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Studi ini berfokus pada IPA Kedunguling, yang dioperasikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Sidoarjo, yang melayani penduduk kota Sidoarjo. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi proses dan kualitas pengolahan air dengan menggunakan penilaian fisik, kimia, dan biologi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2/2023 dan Peraturan Pemerintah No. 66/2014. Prosesnya meliputi pengambilan air baku di Intake, diikuti dengan pengolahan di WTP dan distribusi ke penduduk. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa parameter kimia dan biologi telah memenuhi standar peraturan; namun, tingkat Total Dissolved Solid (TDS) melebihi batas yang diizinkan, yang menunjukkan adanya potensi untuk perbaikan. Studi ini menggarisbawahi pentingnya pemantauan berkelanjutan dan optimalisasi proses pengolahan air untuk memastikan penyediaan air minum yang aman bagi masyarakat.

Kata Kunci – Instalasi pengolahan air, penilaian kualitas air, kepatuhan terhadap peraturan, keamanan air minum, pemantauan berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup khususnya manusia [1]. Jumlah air yang tersedia di bumi selalu konstan, artinya tidak bertambah atau berkurang seiring berjalannya siklus hidrologi [2]. Air memiliki beragam fungsi dan menunjukkan ruang lingkup yang luas dalam kaitannya dengan keberadaan manusia. Wacana tentang fungsi air berkaitan dengan pemanfaatannya sebagai sumber air yang tidak tercemar untuk berbagai kebutuhan sehari-hari individu, meliputi kegiatan seperti pembersihan, tugas kuliner, mandi, dan aplikasi tambahan, termasuk irigasi, praktik pertanian, pembangkit listrik, dan lain-lain. Secara umum kualitas air menunjukkan kondisi atau kualitas air yang berhubungan dengan suatu kebutuhan atau kegiatan tertentu. Oleh karena itu, kualitas air akan berbeda-beda tergantung pada setiap aktivitas [3]. Kualitas air yang baik harus meliputi persyaratan kesehatan yang meliputi uji fisika, kimia dan biologi, sehingga konsumsi air tidak menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan [2].

Setiap tahun pertumbuhan penduduk semakin meningkat yang dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat [4]. Dalam hal ini PDAM Delta Tirta Sidoarjo sebagai perusahaan jasa penyedia layanan air bersih harus selalu memeriksa kualitas airnya sebelum didistribusikan ke pelanggan [5]. PDAM Delta Tirta Sidoarjo memiliki beberapa Instalasi Pengolahan Air (IPA) dalam mengolah airnya. Salah satu IPA yang akan dibahas pada laporan ini yaitu IPA Kedunguling yang terletak di Desa Durung Banjar, Kecamatan Candi,

Kabupaten Sidoarjo [6]. IPA Kedunguling menggunakan air sungai sebagai air baku yang kemudian melewati proses pengolahan pada beberapa unit seperti intake, bak pengumpul, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, disinfeksi, dan reservoir sampai dapat didistribusikan ke pelanggan [7]. Air hasil olahan tersebut harus selalu diperiksakualitasnya melewati uji fisika, kimia, dan biologi yang mana sesuai dengan standar PERMENKES No.2/2023 tentang PP No.66/2014 tentang kesehatan lingkungan.

Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap sistem pengolahan IPA Kedunguling dalam mengendalikan kualitas airnya. Tujuan dari Praktek Kerja Lapangan (PKL) ini adalah untuk menganalisa kualitas air distribusi pada IPA Kedunguling menggunakan uji fisika, kimia, dan biologi. Serta membandingkan kualitas air distribusi dengan standar PERMENKES No.2/2023 tentang PP No.66/2014 tentang kesehatan lingkungan.

II. METODE

Jenis Penelitian

Objek dalam penelitian ini yaitu air distribusi hasil olahan IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo. Penelitian ini menggunakan metode observasi, wawancara, dan survei, menggunakan kerangka kualitatif deskriptif yang didasarkan pada penyelidikan berbasis laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan kondisi yang dialami oleh peserta penelitian dengan memanfaatkan data yang diperoleh dari catatan kualitas distribusi air PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Sumber-sumber data ini menjalani analisis selanjutnya melalui pengujian fisika, kimia, dan biologis. Parameter yang diuji sesuai dengan standar PERMENKES No.2/2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No.66/2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Alat dan Bahan

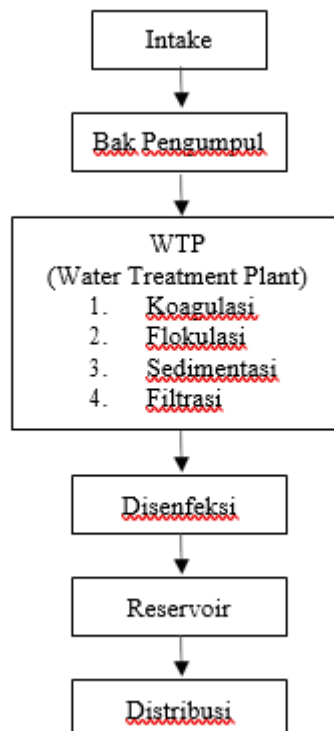
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi turbidimeter, spektrofotometer, konduktivitasmetes, pH meter, dll. Sedangkan bahan yang digunakan berupa sampel air IPA Kedunguling, air aquades, dan tisu.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan November 2023 dan uji laboratorium seperti uji fisika, kimia, dan biologi dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Air Karangpilang PDAM Surabaya. Sedangkan lokasi pengambilan sampel air dilakukan di IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo. Data yang diperoleh kemudian akan dibandingkan dengan standar baku mutu PERMENKES No.2/2023.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alur Pengolahan IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo



Gambar 1. Alur Proses Pengolahan Air IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo

Intake

Intake merupakan bangunan untuk pengambilan air baku yang nantinya akan dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA). Pada intake ini terdapat penyaring yang berfungsi untuk memisahkan sampah dll. IPA Kedunguling menggunakan air sungai yang berasal dari saluran avur (pembuangan) sebagai air baku.

Bak Pengumpul

Bak pengumpul berfungsi sebagai tempat pengumpulan air baku yang telah diambil dari intake sebelum air melewati proses pengolahan. Bak pengumpul ini berbentuk seperti sumur.

Koagulasi

Unit koagulasi adalah tempat terjadinya pengadukan cepat dengan aliran deras. IPA Kedunguling menggunakan media klorin dan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) sebagai koagulan untuk membentuk flok.

Flokulasi

Pada unit flokulasi terjadi pengadukan lambat dimana air diputar dengan menggunakan sistem *laminar flow* (naik turun). Flokulasi berfungsi sebagai tempat terjadinya pembentukan flok.

Sedimentasi

Air dari unit flokulasi selanjutnya dialirkan ke unit sedimentasi yang arah alirannya ke atas. Unit ini berfungsi untuk menyaring flok yang terbentuk dimana terdapat sarang tawon (*tube settler*) yang dipasang miring untuk mencegah flok yang mengendap kembali naik ke permukaan.

Filtrasi

Setelah dilakukan proses pengendapan pada unit sedimentasi, air disaring kembali pada unit filtrasi untuk menyaring flok yang tidak mengendap. IPA Kedunguling menggunakan media pasir silika sebagai filter.

Disinfeksi

Selanjutnya dilakukan penambahan klorin sebagai disinfektan yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen dalam air, sehingga air dapat dikonsumsi dan didistribusikan.

Reservoir

Reservoir adalah tempat pengumpulan air bersih yang sudah melewati proses pengolahan sebelum didistribusikan ke pelanggan.

B. Kualitas Air Distribusi

Air distribusi adalah air hasil olahan IPA yang telah melewati beberapa unit pengolahan dan disimpan di unit penampungan yaitu reservoir. Sistem distribusi air difasilitasi oleh pemanfaatan pipa yang sudah ada sebelumnya, yang digunakan untuk memompa dan mengangkut air ke konsumen [1]. Sampel pengukuran kualitas air distribusi pada penelitian ini diambil dari reservoir IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo, yang kemudian dilakukan uji laboratorium seperti uji fisika, kimia, dan biologi.

Uji Parameter Fisika

Air dapat dianggap memiliki atribut yang baik jika memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh pemeriksaan karakteristik fisika, yang mencakup tidak adanya aroma atau rasa yang terlihat, transparansi atau kekurangannya, suhukhas, dan tidak adanya bahan padat atau *Total Dissolved Solid* (TDS), atau keberadaan minimal TDS.

Peningkatan kecepatan parameter-parameter ini dapat berfungsi sebagai indikasi penurunan kaliber air. Perubahan warna air dari warna coklat menjadi warna hitam dapat dikaitkan dengan keberadaan zat-zat seperti besi dan sianida, yang berasal dari limbah yang dibuang oleh fasilitas industri. Adanya bau yang tidak sedap di dalam air merupakan indikator kontaminasi yang disebabkan oleh bakteri *E. Coli*. Selain itu, jika air sudah tercemar dengan logam berat dan bakteri *E. Coli* otomatis akan memiliki rasa. [8]. Hasil uji laboratorium untuk parameter fisika disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Parameter Fisika Kualitas Air Distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo.

No	Parameter	Satuan	Standar Maksimal Sesuai PERMENKES No.2/2023	Hasil	Limit Deteksi	Keterangan
1	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	28	-	MBM
2	<i>Total Dissolved Solid</i>	mg/L	< 300	328	2.5	TMBM
3	Kekeruhan	NTU	< 3	1.3	0.01	MBM
4	Warna	TCU	10	6.4	0.05	MBM
5	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	-	MBM

Keterangan : MBM = Memenuhi baku mutu TMBM = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Berdasarkan hasil pengujian parameter fisika pada Tabel 1 menunjukkan bahwa indikator suhu, kekeruhan, warna, dan bau sudah memenuhi standar baku mutu. Sedangkan indikator *Total Dissolved Solid* (TDS) tidak memenuhi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa air distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo sudah layak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum.

Uji Parameter Kimia

Bahan-bahan kimia di sekitar kita memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya yaitu penggunaan PAC dan klorin pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) sebagai bahan kimia pelarut dan disinfektan. Namun penggunaan dengan kadar berlebih dapat menimbulkan efek yang tidak diinginkan, seperti produk samping dari hasil klorinasi yaitu *Trihalomethanes* (THM) [9].

Selain itu bahan-bahan kimia juga dapat digunakan menjadi pupuk kimia untuk membantu meningkatkan produktivitas pertanian. Namun, pemanfaatan pupuk kimia yang berlebihan memiliki kemampuan untuk mencemari air di daerah pertanian, yang kemudian menyebabkan kontaminasi sungai. Sedangkan air sungai ini menjadi salah satu sumber air baku dalam pengolahan air bersih seperti yang dilakukan IPA Kedunguling [10].

Maka dari itu perlu dilakukan pula pengujian kualitas air terhadap parameter kimia yang sesuai dengan standar PERMENKES No.2/2023. Indikator yang diuji antara lain pH, Nitrat (sebagai NO₃), Nitrit (sebagai NO₂), Kromium Valensi (Cr⁶⁺), Besi (Fe), Mangan (Mn), Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Fluorida (F), dan Aluminium (Al). Hasil uji laboratorium untuk parameter kimia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Parameter Kimia Kualitas Air Distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo.

No	Parameter	Satuan	Standar Maksimal Sesuai Hasil PERMENKES No.2/2023	Hasil	Limit Deteksi	Keterangan
1	pH	-	6.5-8.5	7.4	-	MBM
2	Nitrat (sebagai NO ₃)	mg/L	20	5.6	0.1017	MBM
3	Nitrit (sebagai NO ₂)	mg/L	3	0.063	0.0111	MBM
4	Kromium Valensi (Cr ⁶⁺)	mg/L	0.01	TTD	0.0099	MBM
5	Besi (Fe)	mg/L	0.2	TTD	0.1160	MBM
6	Mangan (Mn)	mg/L	0.1	0.03	0.000172	MBM
7	Arsen (As)	mg/L	0.01	TTD	0.006074	MBM
8	Kadmium (Cd)	mg/L	0.003	TTD	0.000189	MBM
9	Timbal (Pb)	mg/L	0.01	TTD	0.003704	MBM
10	Fluorida (F)	mg/L	1.5	0.58	0.1156	MBM
11	Aluminium (Al)	mg/L	0.2	0.03	0.008957	MBM

Keterangan : MBM = Memenuhi baku mutu TMBM = Tidak Memenuhi Baku Mutu
 TTD = Tidak Terdeteksi – yang disebabkan hasil analisa dibawah limit deteksi

Berdasarkan hasil pengujian parameter kimia pada Tabel 2 dengan indikator antara lain pH, Nitrat (sebagai NO₃), Nitrit (sebagai NO₂), Kromium Valensi (Cr⁶⁺), Besi (Fe), Mangan (Mn), Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Fluorida (F), dan Aluminium (Al), menunjukkan bahwa semua indikator sudah memenuhi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa air distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo sudah layak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum.

Uji Parameter Biologi

Indikator bakteri yang digunakan pada uji parameter biologi ini adalah bakteri *E. Coli* dan total *Coliform*. Bakteri *E. Coli* umumnya bukan merupakan patogen penyebab penyakit karena bakteri ini terdapat pada usus manusia. Namun, jika keberadaan bakteri *E. Coli* diidentifikasi di dalam air, konsumsi air yang terus-menerus dan berkepanjangan dapat memberikan pengaruh pada manifestasi penyakit yang meliputi peradangan usus, diare, serta infeksi yang terkait dengan saluran kemih dan empedu. Kehadiran bakteri *E. Coli* dalam air dapat dikaitkan dengan fakta bahwa sumber air alami sering menampung bakteri, termasuk air sungai, air permukaan, dan air tanah. Kelimpahan dan keragaman bakteri bervariasi tergantung pada lokasi geografis spesifik mereka dan faktor lingkungan yang menjadi sasaran mereka. Saat ini kualitas lingkungan perairan semakin memburuk sehingga mempengaruhi kualitas sumber air yang digunakan sebagai air baku. Penyebabnya karena pencemaran lingkungan yang semakin meningkat [11].

Kebersihan air sangat terkait dengan konsentrasi bakteri *Coliform* di dalamnya. Peningkatan jumlah bakteri *Coliform* dalam air menghasilkan penurunan kualitas air yang sesuai, dan sebaliknya. Salah satu penyebab bakteri

Coliform mencemari air bersih adalah dari kotoran atau bangkai hewan atau tumbuhan mati yang tercampur di dalam air. Mengingat bahwa IPA Kedunguling menggunakan air sungai sebagai air bakunya, hal ini tentu sudah tidak asing lagi. Hal ini menjadikan bakteri koliform sebagai indikator pengujian karena jumlah koloni tentunya berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen [11].

Berdasarkan hal tersebut PERMENKES No.2/2023 menetapkan standar air bersih mensyaratkan *E.Coli* dan *Coliform* harus 0 dalam 100 ml. Hasil uji laboratorium untuk parameter biologi disajikan pada Tabel 3. Tabel 3. Uji

Parameter Biologi Kualitas Air Distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo.

No	Parameter	Satuan	Standar Maksimal Sesuai PERMENKES No.2/2023	Hasil	Limit Deteksi	Keterangan
1	Total <i>Coliform</i>	CFU/100ml	0	0	1	MBM
2	<i>E.Coli</i>	CFU/100ml	0	0	1	MBM

Keterangan: MBM = Memenuhi baku mutu TMBM = Tidak Memenuhi Baku Mutu

Berdasarkan hasil pengujian parameter biologi pada Tabel 3 dengan indikator total *Coliform* dan *E.Coli*, menunjukkan bahwa kedua indikator sudah memenuhi standar baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa air distribusi IPA Kedunguling PDAM Sidoarjo sudah layak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji laboratorium kualitas air distribusi IPA Kedunguling dengan parameter kimia (11 indikator pengujian) dan biologi (2 indikator pengujian), menunjukkan bahwa semua indikator sudah memenuhi standar baku mutu sesuai PERMENKES No.2/2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No.66/2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Sedangkan pada pengujian parameter fisika, dari 5 indikator pengujian yang sudah memenuhi standar baku mutu sesuai PERMENKES No.2/2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No.66/2014 tentang Kesehatan Lingkungan terdapat satu indikator yang tidak memenuhi standar baku mutu yaitu *Total Dissolved Solid* (TDS). Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut yang berfokus pada pengendalian *Total Dissolved Solid* (TDS). Kekurangan pada laporan ini yaitu tidak adanya solusi penanganan pada indikator yang belum memenuhi standar baku mutu. Hal ini dapat menjadi saran untuk pelaksanaan penelitian yang akan mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan untuk pembimbing lapangan PDAM Sidoarjo yang telah membantu saya dalam Prkatic Kerja Lapangan (PKL) serta memberikan ilmu untuk saya. Terima kasih saya ucapkan pada dosen pembimbing yang memberikan arahan sehingga PKL beserta laporannya dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih juga saya ucapkan untuk diri saya sendiri yang sudah bekerja keras selama satu bulan untuk melakukan kegiatan PKL secara langsung dan menyusun laporan penelitian ini dengan baik.

REFERENSI

- [1] I. A. Mayudin and A. Ariesmayana, "ANALISIS KUALITAS AIR BAKU , PENGOLAHAN , DAN DISTRIBUSI PDAM TIRTA AL-BANTANI KABUPATEN SERANG," *J. Lingkungan. dan Sumberd. Alam*, vol. 4, no. 2, pp. 142–150, 2021.
- [2] Y. Rohmawati and Kustomo, "Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika , Kimia , dan Mikrobiologi , serta Dikombinasikan dengan Analisis Kemometri," *J. Chem.*, vol. 3, no. 2, pp. 100–107, 2020.
- [3] T. E. Aronggear, C. J. Supit, and J. D. Mamoto, "ANALISIS KUALITAS DAN KUANTITAS PENGGUNAAN AIR BERSIH PT . AIR MANADO KECAMATAN WENANG," *J. Sipil Tatik*, vol. 7, no. 12, pp. 1625–1632, 2019.
- [4] R. G. E. Bhaskoro and T. Ramadhan, "EVALUASI KINERJA INSTALASI PENGOLAHAN AIR MINUM (IPAM) KARANGPILANG I PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA SECARA KUANTITATIF," *J. Presipitasi*, vol. 15, no. 2, pp. 62–68, 2018.
- [5] M. Y. I. Haikal, A. H. Andriawan, and R. S. Widagdo, "Analisa Harmonisasi Pada Water Treatment Plant di PDAM Delta Tirta Sidoarjo IPA Kedunguling," *Pros. Senakama*, vol. 1, no. 1, pp. 493–500, 2022.
- [6] A. R. Al Khakim and A. Purnomo, "Kajian Efisiensi Proses dan Operasi Unit Filter pada Instalasi IPA Paket Kedunguling PDAM Kabupaten Sidoarjo," *J. Tek. POMITS*, vol. 3, no. 1, pp. 10–15, 2014.
- [7] F. Rachmawati and B. D. Marsono, "Evaluasi Teknis Instalasi Pengolahan Air Unit Ultrafiltrasi pada Instalasi

- Pengolahan Air (IPA) Siwalanpanji PDAM Sidoarjo,” *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, pp. 46–53, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.63281.
- [8] M. E. I. Pontoring, O. R. Pinontoan, and O. J. Sumampouw, “Uji Kualitas Air Bersih Dari Pt. Air Manado Berdasarkan Parameter Biologi Dan Fisik Di Kelurahan Batu Kota Kota Manado,” *J. KESMAS*, vol. 8, no. 6, pp. 484–492, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/25714>
- [9] B. Josopandojo and A. Purnomo, “Studi Kemampuan Instalasi Pengolahan Air Untuk Meminimalisasi Trihalometana (Studi Kasus IPA Siwalanpanji Kabupaten Sidoarjo),” *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, pp. 53–58, 2020.
- [10] I. G. A. H. Kumala, N. P. W. Astuti, and N. L. U. Surmadewi, “Uji Kualitas Air Minum Pada Sumber Mata Air di Desa Baturiti, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan,” *Higiene*, vol. 5, no. 2, pp. 101–105, 2019.
- [11] A. Gafur, A. D. Kartini, and R. Rahman, “Studi Kualitas Fisik Kimia dan Biologis pada Air Minum Dalam Kemasan Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016,” *Hig. J. Kesehat. Lingkungan.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–46, 2017, [Online]. Available: <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/2762>