

Analysis of Drinking Water Quality in One of the Spings in Umbul Songo, Kopeng, Semarang District

Analisis Kualitas Air Minum pada Salah Satu Sumber Mata Air di Umbul Songo, Kopeng Kabupaten Semarang

Rani Rachma Astining Putri^{1*}, Roifah Fajri², Nurafni Rindiani³, Olinda Ayu Safitri⁴, Titi Wahyuni⁵, Ekowati Murwaningsih⁶

^{1,2,3,4,5} Departement of Environmental Science, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sebelas Maret University, Surakarta, Indonesia

⁶ Gunung Merbabu National Park, Boyolali, Indonesia

*surel: ranirachmaap@student.uns.ac.id

ABSTRACT

Springs have a very crucial role for rural communities, especially for those who depend on clean water sources from nature. One example is Umbul Songo Spring, which is the main source of water needs for residents in Getasan Subdistrict, Semarang Regency. The purpose of the research conducted was to determine the quality of spring water at point A of Umbul Songo in terms of physical parameters, chemical parameters, and biological parameters based on Permenkes No. 2 of 2023 concerning the Implementation of Government Regulation Number 66 of 2014 concerning Environmental Health. The research location is Kopeng Village, Getasan Subdistrict, Semarang Regency, Central Java with one of the nine springs in the area, located at coordinates S07°24.186' E110°25.315'. This study used comparative descriptive analysis, which compares the parameters of laboratory test results with applicable quality standards. The results of the water quality analysis at one of the Umbul Songo springs at point A show that the physical parameters and chemical parameters of the water have met the drinking water quality standards set. However, the results of the analysis on biological parameters are not yet in accordance with the applicable drinking water quality standards, namely Total Coliform.

Keywords:

Water Springs Quality,
Physical, Chemical and
Biological Parameters,
Total Caliform

Received: February 14th 2025

Reviewed: February 15th 2025

Polished: February 28th 2025

ABSTRAK

Mata air memiliki peranan yang sangat krusial bagi masyarakat pedesaan, terutama untuk mereka yang bergantung pada sumber air bersih dari alam. Salah satu contohnya adalah Mata Air Umbul Songo, yang menjadi sumber utama kebutuhan air bagi penduduk di Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui kualitas mata air di titik A Umbul Songo ditinjau dari parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi berdasarkan berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Lokasi penelitian di Desa Kopeng, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dengan salah satu dari sembilan mata air di kawasan tersebut, yang berada pada koordinat S07°24.186' E110°25.315'. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif komparatif, yaitu membandingkan parameter hasil uji laboratorium dengan standar kualitas yang berlaku. Hasil analisis kualitas air pada salah satu sumber mata air Umbul Songo pada titik A menunjukkan bahwa parameter fisik dan parameter kimia air sudah memenuhi standar baku mutu air minum yang ditetapkan. Namun, hasil analisis pada parameter biologi belum sesuai dengan baku mutu air minum yang berlaku, yaitu Total Coliform.

Kata Kunci:

Kualitas Mata Air,
Parameter Fisik, Kimia, dan Biologi,
Total Caliform

Diterima: 14 Februari 2025

Direview: 15 Februari 2025

Dipublikasi: 28 Februari 2025



PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peran penting bagi keberlangsungan hidup seluruh makhluk di bumi, termasuk manusia, hewan, dan tumbuhan. Bagi manusia, air menjadi komponen yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci, hingga untuk menunjang keperluan pada berbagai sektor, seperti pertanian dan industri. Oleh karena itu, pemenuhan dan pemanfaatan sumber daya air perlu dilakukan secara bijaksana sehingga keberlanjutan sumber daya air tetap terjaga sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup lainnya [1].

Komposisi tubuh manusia yang sebagian besar terdiri atas air menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kebutuhan manusia terhadap air. Dimana, kandungan air pada tubuh orang dewasa sekitar 55-69% dari berat badan, tubuh anak-anak sekitar 65% dan tubuh bayi sekitar 80% dari berat badannya [2]. Selain itu, tingginya permintaan akan air oleh manusia juga dapat disebabkan oleh kebutuhan air minum harian manusia yang berkisar antara 2 - 3 liter/hari. Akan tetapi, disamping permintaan terhadap air tersebut, saat ini pemenuhan kebutuhan air terutama untuk keperluan air minum memiliki beberapa kendala, salah satunya yang berkaitan dengan jumlah ketersediaan air bersih dan higienis. Kondisi ini pada dasarnya dapat disebabkan oleh terjadinya peningkatan jumlah penduduk yang tidak sejalan dengan jumlah air yang tersedia [3], sebab peningkatan jumlah penduduk akan menyebabkan terjadinya peningkatan terhadap permintaan air. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian dan ketersediaan sumber daya air.

Air merupakan sumber daya vital yang mendukung kehidupan manusia, ekosistem, dan aktivitas ekonomi. Air dapat diperoleh dari berbagai tempat, termasuk air permukaan seperti sungai, danau, dan mata air, serta air bawah permukaan seperti sumur. Air tanah sendiri adalah air yang berada di atas lapisan geologi yang tidak tembus air hingga mencapai muka air tanah (*water table*) di bawah permukaan tanah [4] & [5]. Sementara itu, mata air didefinisikan sebagai fenomena alami di mana air tanah mengalir secara alami dari akuifer ke permukaan bumi akibat tekanan atau perbedaan elevasi [6]. Mata air memiliki peranan yang sangat penting bagi masyarakat sekitar karena biasanya dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan sehari-hari, termasuk sebagai sumber air minum, kegiatan domestik, irigasi, hingga kebutuhan industri kecil [7]. Selain itu, mata air sering menjadi sumber air bersih yang berkelanjutan, memberikan manfaat ekologis dengan mendukung keberlanjutan aliran sungai dan kehidupan di sekitarnya.

Mata air memiliki peran yang sangat penting bagi masyarakat pedesaan, khususnya bagi mereka yang mengandalkan sumber air bersih langsung dari alam [8]. Salah satu contohnya adalah Mata Air Umbul Songo, yang berada di kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu. Sumber air ini menjadi penyedia utama kebutuhan air bagi masyarakat di Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Ketiadaan sumur gali maupun sumur bor di wilayah tersebut menjadikan Umbul Songo satu-satunya sumber air untuk keperluan sosial dan komersial [9]. Umbul Songo memiliki sembilan titik mata air, dan salah satu titik dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu seperti aksesibilitas, biaya, dan waktu [10]. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri No. 580/KPT/UM/1974, kawasan Umbul Songo yang seluas 16,4 hektar ditetapkan sebagai sumber air utama bagi delapan dusun, yaitu Dusun Sleker Kopeng, Dusun Samirono, Dusun Selo Batur, Dusun Plalar Wetan Kopeng, Dusun Plalar Kulon Kopeng, Dusun Wates, Dusun Gedad Wates, dan Dusun Sidomukti Kopeng. Mata air ini melayani sekitar 1.492 pengguna untuk kebutuhan minum maupun kebutuhan domestik lainnya, dengan Dusun Sleker Kopeng sebagai pengguna terbanyak yang mencakup sekitar 500 orang. Ketergantungan yang tinggi terhadap Umbul Songo menunjukkan betapa vitalnya peran sumber air ini dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menjaga dan memastikan kualitas mata air Umbul Songo agar tetap layak digunakan. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya pembangunan komersial di kawasan wisata Kopeng, kebutuhan akan air diperkirakan akan terus meningkat, sehingga pengelolaan sumber daya air ini menjadi semakin penting.

Penggunaan air untuk berbagai keperluan harus mempertimbangkan parameter kualitas air yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan [11]. Sumber mata air di lokasi penelitian telah

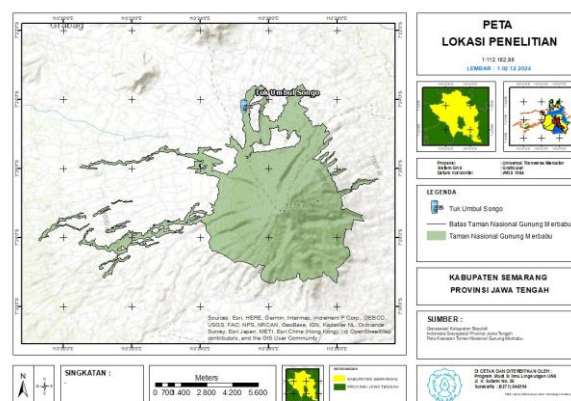
dimanfaatkan oleh masyarakat setempat, baik untuk kebutuhan air bersih maupun sebagai tempat rekreasi alami. Kualitas air merupakan indikator penting yang menentukan pemanfaatan berbagai sumber air. Penilaian kualitas ini didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika mencakup karakteristik yang dapat diamati secara langsung, seperti kekeruhan, kandungan partikel atau padatan, warna, rasa, bau, dan suhu. Sementara itu, parameter kimia berkaitan dengan kandungan senyawa dalam air, seperti oksigen terlarut, bahan organik, mineral, logam, pH, nutrisi, dan tingkat kesadahan. Selain itu, parameter biologi menilai keberadaan mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, dan patogen lainnya. Hasil pengujian terhadap parameter-parameter ini menentukan apakah air mata air berada dalam kondisi baik atau sudah mengalami pencemaran [12]. Air tanah dan air permukaan merupakan sumber daya yang rentan terhadap kontaminasi oleh bakteri patogen, terutama dalam kondisi di mana pengelolaan dan perlindungan terhadap sumber daya air tidak memadai. Kontaminasi ini dapat memicu penyakit seperti *Acute Gastrointestinal Illness*, yang ditandai dengan gejala diare, muntah, dan gangguan pencernaan lainnya [13].

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui kualitas mata air di titik A Umbul Songo ditinjau dari parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi berdasarkan berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 November 2024 di Umbul Songo, sebuah mata air yang terletak dalam Kawasan Taman Nasional Gunung Merbabu. Secara administratif, Umbul Songo berada di Desa Kopeng, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, dengan ketinggian sekitar 1.500–1.700 meter di atas permukaan laut [4]. Lokasi pengambilan sampel difokuskan pada titik A (Gambar 2.2), salah satu dari sembilan mata air di kawasan tersebut, yang berada pada koordinat $S07^{\circ}24.186'$ $E110^{\circ}25.315'$ (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2.2 Titik A Umbul Songo

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, botol sampel kaca dengan ukuran 500 ml untuk parameter biologi, botol sampel plastik dengan ukuran 600 ml untuk parameter fisika dan kimia, *tally sheet*, kamera, alat tulis, dan cooler box. Adapun bahan yang digunakan adalah sampel air yang diambil dari titik A Umbul Songo, yang selanjutnya diuji di laboratorium untuk parameter fisika, kimia, dan biologi.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui pengambilan langsung sampel air di mata air titik A Umbul Songo kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium terhadap sampel air tersebut. Sedangkan, data sekunder diperoleh melalui berbagai sumber literatur maupun dokumen-dokumen lain yang berkaitan dengan penelitian, seperti jurnal, artikel ilmiah, dan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Kedua jenis data tersebut kemudian akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif.

Parameter

Penelitian pada sumber mata air Umbul Songo mencakup beberapa parameter, yaitu fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika meliputi bau, total zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu, dan warna. Parameter kimia terbagi menjadi kimia anorganik dan organik. Kimia anorganik mencakup kandungan besi, fluorida, kesadahan, klorida, mangan, nitrat, nitrit, amonia, aluminium, sianida, serta pH. Sementara itu, kimia organik mengukur zat organik. Parameter biologi meliputi *Total Coliform* dan keberadaan bakteri *Escherichia coli*.

Tabel 2.1 Parameter dan Buku Mutu Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
Parameter Fisika			
1	Bau	-	Tidak Berbau
2	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	<300
3	Kekeruhan	NTU	<3
4	Rasa	-	Tidak Berasa
5	Suhu	°C	Suhu Udara $\pm$ 3
6	Warna	TCU	10
Parameter Kimia			
KIMIA AN-ORGANIK			
1	Besi	mg/l	0.2
2	Fluorida	mg/l	1.5
3	Kesadahan	mg/l	500
4	Chlorida	mg/l	250
5	Mangan	mg/l	0.1
6	Nitrat	mg/l	20
7	Nitrit	mg/l	3
8	Amonia	mg/l	1.5
9	Alumunium	mg/l	0.2
10	Sianida	mg/l	0.07
11	pH	mg/l	6.5-8.5
KIMIA ORGANIK			

1	Zat Organik	mg/l	10
Parameter Biologi			
1	Total Coliform	CFU/100 ml	0
2	Escherichia coli	CFU/100 ml	0

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif komparatif, yaitu membandingkan parameter hasil uji laboratorium dengan standar kualitas yang berlaku. Perbandingan ini bertujuan untuk menentukan kelayakan mata air sebagai sumber air untuk kebutuhan domestik, terutama air minum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisika

Kualitas air merupakan salah satu komponen yang berperan penting terhadap proses pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya air terutama yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Penentuan kualitas air ini pada dasarnya dilakukan untuk mengetahui dan memastikan kelayakan sumber daya air tersebut untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Dimana, penentuan kualitas air ini dapat dilakukan melalui proses analisis terhadap beberapa parameter lingkungan, meliputi parameter fisika, biologi, dan kimia. Parameter fisika menjadi salah satu parameter kualitas air yang dapat diamati dan dianalisis berdasarkan pada sifat-sifat fisik atau sifat yang dapat dilihat secara kasat mata seperti bau, suhu, warna, rasa, kekeruhan, TSS atau *Total Suspended Solid* [15] dan TDS atau *Total Dissolved Solid*. Disamping itu, dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan juga dijelaskan bahwa kualitas air yang baik seharusnya memenuhi persyaratan pengukuran kualitas air berdasarkan parameter fisika terutama terkait dengan persyaratan air minum, meliputi kondisi air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, memiliki suhu normal, tidak memiliki angka kekeruhan yang tinggi, serta memiliki nilai TDS atau Total zat padat terlarut yang rendah.

Tabel 3.1 Hasil Uji Parameter Fisika di Sumber Mata Air Umbul Songo

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Hasil pemeriksaan Laboratorium
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau
2	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	<300	72
3	Kekeruhan	NTU	<3	1.98
4	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa
5	Suhu	°C	Suhu Udara $\pm$ 3	25.9
6	Warna	TCU	10	<1

Sumber: Uji Laboratorium (2024)

a) Bau

Bau merupakan salah satu parameter fisika air yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air, terutama untuk kebutuhan air minum. Hal ini disebabkan, kualitas air yang baik seharusnya tidak berbau karena bau yang ditimbulkan pada suatu sumber air dapat mengindikasikan kehadiran zat-zat organik yang telah mengalami pembusukan, mikroorganisme, maupun akibat pencemaran dari bahan kimia serta zat-zat padat yang terdapat dalam air tersebut [15]. Bau yang terkandung dalam air pada penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan uji organoleptik, yaitu suatu metode pengujian yang berperan penting dalam menganalisis kualitas dan mutu suatu produk melalui pengamatan dengan menggunakan panca indra manusia seperti pada variabel bau, warna, rasa, R. R. A. Putri, R. Fajri, N. Rindiani, O. A. Safitri, T.i Wahyuni, E. Murwaningsih, 2025, Analisis Kualitas Air Minum....

hingga tekstur produk [16]. Hasil pengujian kualitas air di salah satu sumber mata air Umbul Songo (Tabel 3.1) tersebut menunjukkan bahwa air tersebut telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan melalui Permenkes No. 2 Tahun 2023 untuk air minum, sebab air tersebut tidak memiliki bau.

b) Total Zat Padat Terlarut (TDS)

Total zat padat terlarut atau dapat pula disebut sebagai *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan salah satu parameter fisika air yang disebabkan oleh terlarutnya zat-zat padat seperti ion, senyawa, maupun koloid di dalam air, dimana pada kondisi normal konsentrasi kelarutan zat padat ini sangat rendah sehingga tidak dapat dilihat secara kasat mata (Addzikri & Rosariawari, 2023). TDS juga menjadi salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air yang terdapat di suatu perairan atau sumber air. Hal ini dikarenakan, tingginya kadar TDS yang terkandung dalam air memiliki interaksi negatif dengan beberapa parameter lingkungan air yang dapat menimbulkan toksisitas pada organisme-organisme yang hidup didalamnya Krisno et al., (2021) juga dapat memberikan dampak yang buruk terhadap kondisi kesehatan manusia apabila air tersebut dikonsumsi (Addzikri & Rosariawari, 2023). Oleh karena itu, TDS dapat digunakan sebagai parameter yang mengindikasikan tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu sumber air, dimana semakin tinggi nilai TDS yang dihasilkan maka tingkat pencemaran di sumber air tersebut akan semakin tinggi pula.

Hasil pengujian (Tabel 3.1) terhadap parameter Total Zat Padat Terlarut atau TDS pada sampel air memperoleh nilai sebesar 72 mg/l, dimana hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan padatan terlarut pada sampel air dari mata air yang digunakan oleh masyarakat tersebut masih berada dibawah nilai baku mutu yang telah ditentukan dan diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, yaitu sebesar <300 mg/l. Kandungan TDS yang dihasilkan pada pengujian tersebut dapat disebabkan oleh hasil proses dekomposisi atau proses pelapukan yang terjadi oleh aktivitas organisme.

c) Kekeruhan

Kekeruhan atau turbiditas merupakan salah satu parameter kualitas air yang dapat diamati dan dianalisis secara langsung melalui visual, hal ini dikarenakan air yang keruh cenderung memiliki warna yang lebih gelap, buram, atau tidak jernih sehingga mudah untuk diamati. Kekeruhan atau turbiditas juga dapat diartikan sebagai sebuah variabel yang didasarkan pada efek cahaya yang dihasilkan oleh interaksi antara partikel-partikel zat padat yang terkandung dalam air [15]. Secara umum, kekeruhan air dapat dihasilkan oleh kehadiran senyawa organik dan zat tersuspensi yang terkandung dalam air tersebut, seperti lumpur, pasir, tanah lempung, dan sebagainya. Hasil pengujian (Tabel 3.1) terhadap parameter kekeruhan atau turbiditas pada satu sampel air memperoleh nilai kekeruhan sebesar 1.98 NTU, dimana hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kekeruhan sampel air tersebut masih berada di bawah ambang batas baku mutu untuk keperluan air minum yang telah ditetapkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, dengan kadar maksimum yang diperbolehkan <3 NTU. Diperolehnya nilai kekeruhan pada sampel tersebut dapat disebabkan oleh keberadaan zat organik maupun zat tersuspensi, seperti pasir dan kerikil yang terkandung dalam air tersebut.

d) Rasa

Rasa merupakan parameter fisika air yang juga dapat digunakan dalam menentukan kualitas suatu sumber daya air. Hal ini disebabkan, adanya rasa pada air, seperti rasa asam, manis, pahit, atau asin dapat menjadi salah satu ciri yang mengindikasikan jika kondisi kualitas air pada sumber daya air tersebut buruk [19], karena air tersebut menunjukkan kehadiran ion-ion terlarut dan zat padat yang tidak diinginkan dalam air [15]. Perubahan rasa dan bau pada air dapat disebabkan oleh pembusukan bahan organik, senyawa-senyawa kimia, kehadiran algae, tumbuhan lain, serta hewan air yang masuk pada sumber air tersebut sehingga menyebabkan air tersebut terkontaminasi [20]. Hal ini sejalan dengan pernyataan jika besi yang terkandung dalam air akan menimbulkan rasa yang sedikit asam pada air [5]. Hasil penelitian terhadap variabel rasa yang dilakukan dengan metode organoleptik menunjukkan jika tidak terdapat rasa pada sampel air yang diuji (Tabel 3.1). Oleh karena itu, dapat disimpulkan jika air tersebut telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 untuk air minum. Hal ini sejalan dengan penelitian Afrianti et al., (2022) jika air yang tidak berasa atau memiliki rasa yang tawar, tidak berbau, jernih, serta memiliki

temperatur yang stabil merupakan air yang layak untuk dikonsumsi.

e) Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter fisika air yang juga perlu diukur dan dianalisis karena memiliki peran yang penting terhadap kualitas air suatu sumber daya air. Hal ini dikarenakan, suhu atau temperatur air dapat memberikan pengaruh terhadap parameter-parameter lingkungan, baik parameter fisika, kimia, maupun biologi air. Dimana, perubahan yang terjadi pada suhu air, seperti kenaikan suhu air yang dapat menyebabkan peningkatan reaksi kimia, viskositas, volatilisasi, juga dapat menurunkan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O_2 , CO_2 , N_2 , CH_4 , dan sebagainya [22]. Mengacu pada Permenkes No.2 Tahun 2023 diketahui jika kadang maksimum yang diperbolehkan pada variabel suhu adalah ± 3 dari suhu saat pengukuran dilakukan. Hasil pengujian parameter suhu di laboratorium (Tabel 3.1) memperoleh hasil sebesar $25,9^\circ C$, dimana hasil menunjukkan bahwa sampel air tersebut memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan tersebut. Dalam hal ini, perlu diketahui jika pada dasarnya pengukuran suhu dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti lintang (latitude), ketinggian di atas permukaan laut (altitude), musim, waktu pengambilan sampel dalam satu hari, penutupan awan, kedalaman air, dan kecepatan arus [22].

f) Warna

Warna merupakan parameter fisik yang dapat diamati secara langsung maupun dengan metode-metode tertentu dan berperan sebagai salah satu variabel penentuan kualitas air karena air dengan kualitas yang baik umumnya tidak memiliki warna. Hasil pengukuran warna pada air dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu warna sebenarnya yang merupakan warna nyata yang timbul setelah proses penghilangan kekeruhan dilakukan; dan warna nampak yang merupakan warna yang timbul akibat kehadiran ion-ion terlarut dan zat-zat padat yang tersuspensi dalam air tersebut, oleh karena itu parameter warna memiliki keterkaitan dengan parameter kekeruhan. Selain itu, warna pada air juga dapat mengindikasikan adanya organisme dalam air, bahan-bahan berwarna, serta ekstrak senyawa organik dan tumbuhan yang ada didalamnya [23]. Kondisi ini sejalan dengan pernyataan warna kuning pada air yang berasal dari pegunungan disebabkan oleh adanya asam organik yang terkandung dalam air tersebut [24]. Hasil pengujian (Tabel 2.1) menunjukkan bahwa warna pada air sampel memiliki nilai <1 yang mengindikasikan jika warna air tersebut berada jauh dari ambang batas yang telah ditetapkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, yaitu 10 TCU, sehingga air tersebut memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

Parameter Kimia

Selain pengujian parameter fisika, pengujian parameter kimia juga sangat penting untuk menilai kualitas air. Berbagai parameter kimia yang ditetapkan oleh pemerintah berfungsi untuk memastikan bahwa air yang dikonsumsi aman dan layak. Pengujian kualitas air mencakup analisis terhadap parameter kimia anorganik, seperti besi (Fe), fluorida (F^-), kesadahan yang biasanya diukur dalam bentuk kalsium karbonat ($CaCO_3$), klorida (Cl^-), mangan (Mn), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amonia (NH_3), aluminium (Al), sianida (CN^-), dan pH. Selain itu, juga dilakukan pengujian terhadap parameter kimia organik yang meliputi zat organik. Semua analisis ini penting untuk memastikan bahwa kualitas air minum memenuhi standar kesehatan dan keselamatan yang ditetapkan.

Tabel 3.2 Hasil Uji Parameter Kimia di Sumber Mata Air Umbul Songo

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Hasil pemeriksaan Laboratorium
KIMIA AN-ORGANIK				
1	Besi	mg/l	0.2	0.07
2	Fluorida	mg/l	1.5	<1
3	Kesadahan	mg/l	500	62
4	Chlorida	mg/l	250	2
5	Mangan	mg/l	0.1	0.01
6	Nitrat	mg/l	20	8.4
7	Nitrit	mg/l	3	0.01

8	Amonia	mg/l	1.5	0.12
9	Alumunium	mg/l	0.2	0.00
10	Sianida	mg/l	0.07	0.006
11	pH	mg/l	6.5-8.5	7.0
KIMIA ORGANIK				
1	Zat Organik	mg/l	10	3.16

Sumber: Uji Laboratorium (2024)

a) Besi

Kandungan besi dalam air dapat menyebabkan rasa dan bau logam, serta menghasilkan warna kuning kecoklatan pada air dan pakaian, terutama jika besi mengendap dan menyebabkan kekeruhan. Besi juga dapat membentuk lapisan menyerupai minyak di permukaan air [25]. Pada umumnya, kandungan besi dalam air berasal dari wilayah dengan lapisan humus (*top soil*) yang tebal. Pergerakan air tanah melalui formasi geologi dapat mempengaruhi kadar besi yang terkandung, terutama jika air melewati batuan yang mengandung besi. Intensitas kandungan besi tergantung pada lamanya air bersentuhan dengan batuan; semakin lama kontak terjadi, semakin tinggi kadar zat terlarut dalam air. Logam besi (Fe) termasuk salah satu polutan lingkungan yang sering ditemukan di ekosistem perairan, meskipun secara alami kadarnya relatif kecil. Namun, konsumsi air dengan kadar besi melebihi batas maksimum yang ditetapkan dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, seperti sirosis hati, hemochromatosis, diare, koma, iritabilitas, dan sakit perut. Akumulasi besi di alveolus paru-paru juga dapat menurunkan fungsi paru-paru, yang berpotensi menyebabkan kematian [26]. Berdasarkan pengujian kadar besi terlarut dalam air, ditemukan nilai 0,07 mg/l, yang masih berada di bawah ambang batas maksimum 0,2 mg/l berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Dengan demikian, kadar besi dalam air tersebut dinyatakan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

b) Flourida

Flourida merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam batuan dan mineral detrital, yang mana dalam batuan ion flourida ini menggantikan ion OH yang sama-sama memiliki muatan ion negatif yang setara sehingga dengan mudah membentuk mineral [27]. Flourida merupakan salah satu senyawa kimia yang digunakan sebagai parameter untuk menilai kualitas air. Pada kadar tertentu, flourida berperan dalam mencegah demineralisasi dan melindungi enamel gigi, sehingga sering dimanfaatkan dalam program kesehatan gigi masyarakat. Namun, keberadaan flourida yang berlebihan dalam air dapat menjadi racun, tidak hanya bagi biota air, tetapi juga bagi kesehatan manusia [28].

Peningkatan kadar flourida umumnya dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti kegiatan industri, proses fluoridasi air, dan pembuangan limbah [29]. Selain itu, secara alami, flourida dapat ditemukan dalam air akibat degradasi mineral yang mengandung senyawa ini di dalam tanah [30]. Meski memiliki manfaat untuk mencegah karies gigi, paparan flourida yang berlebihan dapat menyebabkan masalah kesehatan, termasuk fluorosis gigi dan kerusakan tulang. Salah satu sumber utama flourida yang dikonsumsi manusia adalah air minum [7]. Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar flourida dalam air di lokasi penelitian berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, yaitu kurang dari 1 mg/l, dengan batas maksimum yang diperbolehkan adalah 1,5 mg/l berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar flourida terlarut masih memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

c) Kesadahan

Kesadahan air adalah salah satu parameter kimia penting yang mempengaruhi kualitas air. Tingkat kesadahan ditentukan oleh konsentrasi ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang terlarut. Kandungan kesadahan yang tinggi dapat menimbulkan berbagai masalah, terutama dalam penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga. Misalnya, air sadah cenderung sulit berbusa saat digunakan untuk mencuci, yang menyebabkan pemborosan detergen. Selain itu, saat air sadah dididihkan, akan terbentuk kerak pada permukaan peralatan rumah tangga, seperti panci dan ketel,

yang berpotensi merusak peralatan tersebut [31]. Kesadahan air biasanya berasal dari proses pelarutan ion kalsium dan magnesium selama kontak air dengan tanah atau pembentukan batuan, khususnya batuan kapur [32]. Berdasarkan pengujian, kadar kesadahan air tercatat sebesar 62 mg/l, jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 500 mg/l berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar kesadahan air memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

d) Klorida

Klorida adalah anion yang mudah larut dalam air dan menjadi salah satu anion anorganik utama dalam perairan, jumlahnya lebih banyak dibandingkan anion halogen lainnya. Ion klorida (Cl^-) dalam larutan dapat ditemukan dalam bentuk senyawa seperti natrium klorida, kalium klorida, atau kalsium klorida. Sumber klorida di air berasal dari mineral dalam tanah, baik dari lapisan tanah atas (*top soil*) maupun dari batuan mineral di bawah permukaan tanah. Selain itu, klorida juga dapat berasal dari limbah domestik, urin manusia, serta air laut yang terbawa oleh hujan [33]. Kelebihan ion klorida dalam air minum dapat merusak fungsi ginjal, sementara kekurangan ion klorida dalam tubuh dapat menurunkan tekanan osmotik cairan ekstraseluler, yang berakibat pada peningkatan suhu tubuh [34]. Berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, kadar maksimum ion klorida (Cl^-) dalam air minum yang diperbolehkan adalah 250 mg/l, hasil pengujian menunjukkan kadar klorida sebesar 2 mg/l, jauh di bawah batas maksimum yang diperbolehkan. Dengan demikian, kadar klorida dalam air tersebut dinyatakan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

e) Mangan

Mangan (Mn) adalah logam berwarna abu-abu putih yang bersifat reaktif, mudah berikatan dengan ion dalam air maupun udara. Di alam, mangan tidak ditemukan sebagai logam bebas, melainkan dalam berbagai mineral kimia dengan karakteristik fisik yang berbeda. Mangan dalam air biasanya muncul bersama dengan besi, yang berasal dari tanah dan bebatuan, dalam bentuk senyawa seperti mangan bikarbonat ($\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$), mangan klorida (MnCl_2), dan mangan sulfat (MnSO_4). Kehadiran besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air dapat menyebabkan air berubah warna menjadi kuning kecoklatan setelah kontak dengan udara selama beberapa waktu (Misa et al., 2019). Secara alami, konsentrasi mangan dalam sistem perairan biasanya di bawah 0,1 mg/l. Namun, jika konsentrasi melebihi 1 mg/l, akan sulit menurunkannya hingga tingkat yang aman untuk air minum melalui pengolahan biasa [35]. Berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, batas maksimum kandungan mangan dalam air minum adalah 0,1 mg/l, sedangkan hasil pengujian menunjukkan konsentrasi sebesar 0,01 mg/l, yang masih jauh di bawah ambang batas tersebut. Dengan demikian, kadar mangan dalam air tersebut dinyatakan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

f) Nitrat

Nitrat dapat berasal dari aktivitas pertanian atau perkebunan yang menggunakan pupuk sebagai penyubur, dimana pupuk tersebut mengandung nitrat. Dalam ekosistem perairan, nitrogen anorganik seperti amonia, nitrat, dan nitrit berperan penting sebagai nutrisi bagi organisme dan berkontribusi pada proses eutrofikasi di permukaan air [5]. Konsentrasi nitrat dalam air dipengaruhi oleh jenis dan struktur tanah. Tanah bertekstur kasar, seperti pasir, memungkinkan nitrat meresap ke air lebih cepat dibandingkan tanah bertekstur halus seperti lempung atau tanah liat. Pada konsentrasi tinggi, nitrat yang masuk ke tubuh manusia dapat memengaruhi sistem hematologi dan neurologis. Gangguan hematologi akibat paparan ini meliputi *Blue Baby Syndrome* atau methemoglobinemia. Selain itu, nitrat juga meningkatkan risiko kanker pada orang dewasa [36]. Berdasarkan pada Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan, batas maksimum kandungan nitrat yang diperbolehkan adalah 20 mg/l, sementara hasil pemeriksaan menunjukkan kadar 8,4 mg/l, yang masih di bawah ambang batas yang ditetapkan. Dengan demikian, kadar nitrat dalam air tersebut dinyatakan memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

g) Nitrit

Nitrit (NO_2^-) adalah senyawa nitrogen teroksidasi yang dapat ditemukan di berbagai sumber air, termasuk air permukaan dan air tanah [37]. Keberadaan Nitrit (NO_2^-) umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pertanian, industri, dan pembuangan limbah. Sumber utama nitrit sering kali berasal dari bahan korosif yang banyak digunakan dalam proses industri. Dalam siklus nitrogen, nitrit berfungsi sebagai peralihan antara amonia dan nitrat selama proses nitrifikasi, serta antara nitrat dan gas nitrogen dalam proses denitrifikasi, menjadikannya senyawa yang tidak stabil, terutama ketika terpapar oksigen. Kandungan Nitrit (NO_2^-) alami dalam perairan biasanya sekitar 0,001 mg/L, sedangkan kadar di atas 0,06 mg/L dapat berpotensi toksik bagi organisme perairan [38].

Hasil pengujian terhadap sumber mata air di Umbul Songo menunjukkan kadar Nitrit (NO_2^-) sebesar 0,01 mg/L, yang masih berada di bawah batas maksimal yang diperbolehkan. Berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023 yang merujuk pada Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, ambang batas kandungan nitrit dalam air minum ditetapkan sebesar 3 mg/L. Dengan kadar Nitrit (NO_2^-) yang terukur di Umbul Songo jauh di bawah ambang batas toksisitas bagi organisme perairan, hasil ini juga memenuhi standar baku mutu. Kadar nitrit ini mencerminkan adanya proses biologis penguraian bahan organik dalam lingkungan dengan kadar oksigen terlarut yang sangat rendah [39].

Meskipun demikian, masyarakat di sekitar tetap perlu waspada dan mengambil langkah-langkah untuk mencegah peningkatan kadar Nitrit (NO_2^-) dalam sumber mata air, mengingat potensi bahaya nitrit bagi kesehatan manusia. Kadar nitrit yang melebihi batas normal dapat menyebabkan penurunan tekanan darah akibat efek pelebaran pembuluh darah [40].

h) Amonia

Amonia (NH_3) adalah cairan tidak berwarna dengan bau tajam yang mudah larut dalam air, dan dapat ditemukan di berbagai lingkungan seperti air, tanah, dan udara [41]. Berdasarkan sumbernya, Amonia (NH_3) dapat dibedakan menjadi dua jenis: sumber alami dan antropogenik. Amonia (NH_3) alami umumnya dihasilkan dari dekomposisi bahan organik, seperti sisa tanaman dan bangkai hewan, serta dari penambahan pupuk alami dan fiksasi nitrogen. Sementara itu, amonia antropogenik berasal dari aktivitas manusia yang menghasilkan amonia, seperti limpasan pertanian dan limbah industri [42].

Hasil pengujian terhadap sumber mata air di Umbul Songo menunjukkan kadar Amonia (NH_3) sebesar 0,12 mg/L, yang masih berada di bawah batas maksimal yang diperbolehkan. Batas ini ditetapkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, yang memperbolehkan kadar maksimum Amonia (NH_3) dalam air minum hingga 1,5 mg/L. Temuan ini menunjukkan bahwa sumber mata air di Umbul Songo aman untuk dikonsumsi, asalkan air tersebut dimasak terlebih dahulu.

Namun, jika kadar Amonia (NH_3) dalam air melebihi batas baku mutu, paparan Amonia (NH_3) dalam air minum dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Meskipun tubuh manusia dapat mentolerir sejumlah kecil amonia, paparan berlebihan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kebutaan dan kerusakan paru-paru [42].

i) Aluminium

Aluminium adalah salah satu unsur logam yang secara alami dapat ditemukan dalam air. Kadar aluminium dalam air bersih merujuk pada konsentrasi aluminium terlarut yang ada di dalamnya. Unsur ini dapat masuk ke dalam sumber air melalui beberapa proses, termasuk pelapukan batuan, aktivitas industri, dan penggunaan koagulan berbasis aluminium dalam pengolahan air. Penting untuk memperhatikan keberadaan aluminium dalam air bersih, karena kadar yang melebihi batas aman dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia. Aluminium terlarut dapat terakumulasi dalam tubuh dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan saraf, penurunan fungsi kognitif, serta masalah ginjal dan tulang (icsa.co.id).

Hasil pengujian terhadap sumber mata air di Umbul Songo menunjukkan kadar aluminium sebesar 0 mg/L, yang berada di bawah batas maksimal yang diperbolehkan. Batas ini ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, yang mengizinkan kadar maksimum amonia (NH_3) dalam air

minum hingga 0,2 mg/L. Temuan ini menegaskan bahwa sumber mata air di Umbul Songo aman untuk dikonsumsi, asalkan air tersebut dimasak terlebih dahulu.

j) Sianida

Parameter Sianida (CN^-) merupakan aspek yang sangat penting untuk diperhatikan, mengingat kemampuannya untuk dengan mudah masuk ke dalam saluran pencernaan dan sistem aliran darah, serta menyebar di seluruh saluran pencernaan [43]. Sebagai senyawa kimia beracun yang sangat kuat, Sianida (CN^-) bekerja dengan cepat dan dapat menimbulkan risiko yang signifikan bagi kesehatan [44]. Sianida sederhana mudah larut dalam air dan terionisasi dengan cepat, menghasilkan sianida bebas dan ion logam. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat akumulasi sianida di perairan meliputi suhu, salinitas, pH, serta kecepatan dan arah arus [45]. Oleh karena itu, pengukuran kadar sianida dalam air bersih sebelum dikonsumsi menjadi sangat penting.

Pengujian kadar Sianida (CN^-) pada sumber mata air Umbul Songo menunjukkan hasil sebesar 0,006 mg/L. Nilai ini masih dianggap aman untuk digunakan sebagai air minum karena berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023, sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, yang memperbolehkan kadar maksimum Sianida (CN^-) dalam air minum hingga 0,07 mg/L.

Meskipun kadar Sianida (CN^-) di sumber mata air tersebut tergolong aman, perlu diingat bahwa Sianida (CN^-) adalah bahan kimia beracun yang dapat berdampak serius bagi kesehatan. Paparan tinggi terhadap sianida melalui air minum dapat menyebabkan keracunan. Proses keracunan ini terjadi ketika sianida diserap oleh lambung dan menghambat pembentukan enzim *Cytochrome oxidase*, yang berakibat pada terganggunya metabolisme oksigen dalam sel-sel tubuh [46].

k) pH (*Potential of Hydrogen*)

pH atau *Potential of Hydrogen* adalah ukuran yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan [47]. Untuk air minum, kadar pH yang ideal berkisar antara 6 hingga 7, meskipun ada juga air minum dengan pH lebih tinggi, yaitu antara 8 hingga 9, yang dikenal sebagai air minum alkali. Nilai pH di atas 7 menunjukkan sifat korosi yang rendah; semakin rendah nilai pH, semakin tinggi sifat korosinya. Air dengan pH lebih dari 7 cenderung membentuk kerak dan kurang efektif dalam membunuh bakteri, karena efektivitas antibakteri lebih optimal pada kondisi netral atau asam lemah [18].

Pengujian nilai pH pada sumber mata air Umbul Songo menunjukkan hasil laboratorium sebesar 7 mg/L. Nilai ini masih dianggap aman untuk digunakan sebagai air minum karena berada dalam rentang yang diizinkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, yang menetapkan kadar pH untuk air minum ideal antara 6,5 hingga 8,5.

Pengaruh pH terhadap kualitas air sangat signifikan, baik terhadap rasa maupun keamanan. Air dengan pH rendah cenderung memiliki rasa pahit atau asam, sementara air dengan pH tinggi dapat terasa tidak enak, kental, atau licin [47]. Menurut penelitian Addzikri & Rosariawari, (2023), air dengan pH dibawah 7 bersifat asam dan dapat menyebabkan kerusakan pada wadah penampungan dan pipa akibat sifat korosifnya, kerusakan pakaian saat dicuci, serta gangguan kesehatan seperti masalah pencernaan jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Oleh karena itu, menjaga kadar pH air minum dalam rentang yang ideal sangat penting untuk memastikan keamanan, kenyamanan, dan kesehatan penggunaannya.

l) Zat Organik

Zat organik adalah senyawa yang mengandung unsur karbon dan umumnya berasal dari hewan atau tumbuhan, dengan komponen utama berupa karbon, protein, dan lemak lipid [48]. Senyawa ini mudah mengalami pembusukan oleh bakteri dengan memanfaatkan oksigen terlarut. Oleh karena itu, pengukuran kadar zat organik dalam air sangat penting sebagai indikator kualitas air. Tingkat zat organik dapat memberikan gambaran mengenai tingkat pencemaran suatu perairan. Kehadiran zat organik dalam air dapat menyebabkan berbagai gangguan, seperti perubahan warna, rasa, dan bau, serta berpotensi menimbulkan masalah kesehatan seperti sakit perut dan kesulitan dalam pengolahan air [49].

Dalam penelitian ini, parameter zat organik telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Pemeriksaan dilakukan sesuai dengan prosedur SNI 06-6989.22:2004 melalui pengujian nilai permanganat secara titrimetri. Hasil pengujian kadar zat organik pada sumber mata air Umbul Songo menunjukkan nilai sebesar 3,16 mg/L. Nilai ini masih dianggap aman untuk digunakan sebagai air minum karena berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023, sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 66 Tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan, yang memperbolehkan kadar maksimum zat organik dalam air minum hingga 10 mg/L.

Namun, jika sumber air Umbul Songo memiliki kandungan zat organik yang tinggi akibat kontaminasi limbah, maka air tersebut tidak akan layak digunakan sebagai sumber air minum [50].

Parameter Biologi

Kualitas air merupakan aspek penting dalam menentukan kelayakan air untuk berbagai kebutuhan, seperti konsumsi, pertanian, maupun kegiatan rekreasi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menilai kualitas air adalah dengan menganalisis parameter biologi. Parameter ini mencakup keberadaan dan keragaman organisme hidup, seperti bakteri, plankton, bentos, dan mikroorganisme lainnya, yang dapat menjadi indikator alami terhadap kondisi ekosistem air. Organisme biologis dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat pencemaran dan dampak aktivitas antropogenik terhadap sumber daya air. Sebagai contoh, keberadaan bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* dapat menunjukkan adanya pencemaran di sekitar mata air. Pemantauan parameter biologi tidak hanya bermanfaat untuk melindungi ekosistem, tetapi juga untuk memastikan kesehatan manusia yang bergantung pada sumber air tersebut.

Tabel 3.3 Hasil Uji Parameter Biologi di Sumber Mata Air Umbul Songo

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Hasil pemeriksaan
1	<i>Total Coliform</i>	CFU/100 ml	0	58
2	<i>Escherichia coli</i>	CFU/100 ml	0	0

Sumber: Uji Laboratorium (2024)

Ket:

: nilai parameter yang melampaui baku mutu

a) *Total Coliform*

Pencemaran pada sumber air ditandai oleh perubahan kualitas air yang disebabkan oleh peningkatan beberapa parameter tertentu di atas standar yang telah ditentukan. Indikator pencemaran oleh bakteri dapat diidentifikasi melalui keberadaan *Total Coliform* [51]. *Total Coliform* merupakan sekelompok bakteri yang mencakup jenis bakteri aerobik dan anaerobik, serta termasuk dalam kelompok bakteri gram negatif. Sebagian besar bakteri ini bersifat heterotrofik dan mampu berkembang biak di lingkungan air maupun tanah. Selain itu, *Total Coliform* juga dapat bertahan dan memperbanyak diri di dalam sistem distribusi air, terutama jika kondisi lingkungan mendukung pertumbuhannya [52]. Batas kandungan *Total Coliform* yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0 CFU/100 ml, yang berarti tidak diperbolehkan adanya kandungan *Total Coliform* dalam sumber air minum. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium (Tabel 3.3), nilai *Total Coliform* pada Mata Air Umbul Songo melampaui kadar maksimum yang diperbolehkan, yaitu sebesar 58 CFU/100 ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter biologi pada kualitas air Umbul Songo tidak memenuhi baku mutu untuk variabel *Total Coliform* yang telah ditetapkan. *Total Coliform* memiliki dampak terhadap kesehatan manusia, terutama pada sistem pencernaan. Infeksi bakteri ini dapat menyebabkan penyakit seperti diare dan dalam kasus tertentu, dapat berakibat fatal, terutama pada anak-anak. Kadar *Total Coliform* yang tinggi dapat disebabkan oleh kondisi mata air yang terbuka serta kurangnya perawatan di sepanjang aliran mata air. Hal ini memungkinkan daun, ranting, dan batang pohon yang jatuh ke badan air dan mengalami proses pembusukan [53]. Kondisi tersebut juga ditemukan di mata air Umbul Songo, dimana ada beberapa sumber mata air yang terbuka (Gambar 2.) memungkinkan sampah organik berupa ranting dan dedaunan masuk ke badan air, sehingga memicu proses pembusukan yang dapat meningkatkan kadar *Total Coliform* (Gambar 3.).



Gambar 3.1 Kondisi Mata Air Titik A Umbul Songo

b) Escherichia Coli

Escherichia coli merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi kualitas mikrobiologi air minum. Air minum yang berkualitas baik harus tidak mengandung bakteri *Escherichia coli* [54]. *Escherichia coli*, atau yang biasa disebut *E. coli*, adalah salah satu jenis mikroorganisme yang hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas [55]. Bakteri *E. coli* dapat mencemari air ketika hujan turun, membawa limbah dari kotoran hewan maupun manusia. Limbah tersebut kemudian meresap ke dalam tanah melalui pori-pori atau mengalir ke sumber air [56]. Bakteri ini termasuk dalam kelompok gram negatif, dan keberadaannya dalam makanan atau minuman dapat menimbulkan efek berbahaya bagi kesehatan tubuh. Batas kandungan *E. coli* yang diperbolehkan dalam air minum adalah 0 CFU/100 ml, yang berarti tidak diperbolehkan adanya kandungan *E. coli* dalam sumber air minum. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium (Tabel 3.3), kandungan *E. coli* pada Mata Air Umbul Songo sudah sesuai dengan kadar maksimum yang diperbolehkan, yaitu sebesar 0 CFU/100 ml.

KESIMPULAN

Hasil analisis kualitas air dari salah satu sumber mata air Umbul Songo menunjukkan bahwa parameter fisik dan kimia air telah memenuhi standar baku mutu yang diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 mengenai Kesehatan Lingkungan. Namun, penelitian mengungkapkan bahwa kualitas air pada titik A tidak sesuai dengan baku mutu air minum yang berlaku pada parameter biologi, yaitu pada variabel *Total Coliform*.

SARAN

Air dengan kadar *Total Coliform* yang tinggi tetap dapat dikonsumsi, namun harus melalui proses pemanasan hingga mencapai titik didih, guna membunuh *Total Coliform* yang berpotensi membahayakan kesehatan dan menimbulkan penyakit (Aurilia et al., 2021). Sebagai langkah pencegahan, pengelola mata air Umbul Songo dan Taman Nasional Gunung Merbabu disarankan untuk memasang penutup pada setiap cekungan tempat air terkumpul. Penutup ini dapat dibuat dari material seperti kayu tebal atau batako yang disesuaikan dengan ukuran cekungan, sehingga dapat mengurangi masuknya polutan ke dalam badan air. Selain itu, penting untuk melakukan pemantauan kualitas air secara rutin di Umbul Songo.

REFERENSI

- [1] L. Febrianty and S. Muchlis, "Analisis Perbandingan Metode Full Costing Dan Variabel Costing Dalam Penetapan Harga Pokok Produksi (Studi Pada Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Je'Neberang Kabupaten Gowa)," *ISAFIR Islam. Account. Financ. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 71–83, 2020, doi: 10.24252/isafir.v1i1.18326.
- [2] W. Handriani, "Hubungan Sumber Air Bersih dengan Kejadian Diare pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Pahandut Kota Palangka Raya The Relationship Between Clean Water Sources and the Incidence of Diarrhea in Toddlers in the Working Area of the Pahandut Health Center Pa," 2017.

- [3] M. Fatimura, R. Masriatini, and A. Pratama, "Analisa Kualitas Air Minum Isi Ulang dan kemasan di daerah Kenten Laut," *J. Redoks*, vol. 6, no. 1, p. 66, 2021, doi: 10.31851/redoks.v6i1.5652.
- [4] D. H. Santoso, J. D. Prasetya, and D. Rahman, "Analisis Daya Dukung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem Penyediaan Air Bersih Di Pulau Karimunjawa," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 18, no. 2, pp. 290–296, 2020, doi: 10.14710/jil.18.2.290-296.
- [5] M. F. Aurilia, D. H. Santoso, and A. Sungkowo, "Analisis Karakteristik dan Kualitas Mata Air di Desa Redin, Kecamatan Gebang, Kabupaten Purworejo," *J. Ilm. Lingkung. Kebumian*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2021, doi: 10.31315/jilk.v3i2.4302.
- [6] D. Yulianto and D. Frianto, "Analisis Vegetasi Tumbuhan di Sekitar Mata Air Pada Dataran Tinggi dan Rendah Sebagai Upaya Konservasi Mata Air di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah," *Din. Lingkung. Indones.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.31258/dli.6.1.p.1-7.
- [7] I. G. A. H. Kumala, N. P. W. Astuti, and N. L. U. Sumadewi, "Uji Kualitas Air Minum Pada Sumber Mata Air di Desa Baturiti, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan," *Higiene*, vol. 5, no. 2, pp. 100–105, 2019, [Online]. Available: <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/9748>
- [8] S. H. J. Putra, A. Vincentius, and E. Luju, "Implementasi Strategi Pohon Serap Air Di Kawasan Hutan Lindung Desa Koro Bhera," *Community Dev. J. J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 6, pp. 11616–11623, 2023.
- [9] D. Y. Krisnanda, "UPAYA PERLINDUNGAN HUKUM SUMBER MATA AIR UMBUL SONGO DI KAWASAN TAMAN NASIONAL GUNUNG MERBABU DIHUBUNGKAN DENGAN UPAYA KONSERVASINYA," *Kaos GL Derg.*, vol. 8, no. 75, pp. 147–154, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.inc.2020.125798><https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205>
- [10] R. W. Anggeraeni, A. J. Rachma, R. T. Ustati, and I. A. Astuti, "Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung ditinjau dari Parameter pH dan Kekeruhan Air Berbasis Logger Pro," *Pros. Semin. Nas. Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 29–38, 2020.
- [11] I. S. Sulistyorini, M. Edwin, and A. S. Arung, "Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Kecamatan Karang dan Kaliurang Kabupaten Kutai Timur," *J. Hutan Trop.*, vol. 4, no. 1, p. 64, 2017, doi: 10.20527/jht.v4i1.2883.
- [12] T. M. Talan, R. S. Mauboy, and M. Nitsae, "Uji Kualitas Air pada Sumber Mata Air Sumur Bor di Desa Baumata Timur Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang," *Indig. Biol. J. Pendidik. dan Sains Biol.*, vol. 4, no. 82, pp. 47–56, 2021, doi: 10.33323/indigenous.v4i2.220.
- [13] A. Daramusseng and S. Syamsir, "Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter Escherichia coli Untuk Keperluan Higiene Sanitasi," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.14710/jkli.20.1.1-6.
- [14] Kementerian Kesehatan, "Permenkes No. 2 Tahun 2023," *Kemenkes Republik Indones.*, no. 55, pp. 1–175, 2023.
- [15] H. M. Saputra et al., *Parameter Kualitas Air*, no. September. 2023.
- [16] D. Arziyah, L. Yusmita, and R. Wijayanti, "Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis Dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren Dan Gula Pasir," *J. Penelit. Dan Pengkaj. Ilm. Eksakta*, vol. 1, no. 2, pp. 105–109, 2022, doi: 10.47233/jppie.v1i2.602.
- [17] Ahmad Iqbal Addzikri and Firra Rosariawari, "Analisis Kualitas Air Permukaan Sungai Brantas Berdasarkan Parameter Fisik dan Kimia," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 550–560, 2023, doi: 10.55123/insologi.v2i3.1981.
- [18] W. Krisno, R. Nursahidin, R. Y. Sitorus, and F. R. Ananda, "Penentuan Kualitas Air Minum Dalam Kemasan Ditinjau Dari Parameter Nilai Ph Dan Tds," *Semin. Nas. Penelit. dan Pengabd. Masy.* 2021, no. 416, pp. 188–189, 2021.
- [19] M. Djana, "Analisis Kualitas Air Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Natar Hajimena Lampung Selatan," *J. Redoks*, vol. 8, no. 1, pp. 81–87, 2023, doi: 10.31851/redoks.v8i1.11853.
- [20] Y. Rohmawati and K. Kustomo, "Analisis Kualitas Air pada Reservoir PDAM Kota Semarang Menggunakan Uji Parameter Fisika, Kimia, dan Mikrobiologi, serta Dikombinasikan dengan Analisis Kemometri," *Walisongo J. Chem.*, vol. 3, no. 2, p. 100, 2020, doi:

- 10.21580/wjc.v3i2.6603.
- [21] S. Afrianti, D. Raymonda, S. Pernando, and P. Pardede, "RANCANGAN ALAT PENJERNIH AIR MENGGUNAKAN MEDIA KOMBINASI FIBER KELAPA SAWIT DAN ARANG AKTIF (Design of Water Cleaning Equipment Using Combination Media of Palm Fiber and Active Charcoal)," *Perbal J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 10, no. 2, pp. 249–263, 2022.
- [22] M. S. Yusal and A. Hasyim, "Kajian Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna dan Parameter Fisika-Kimia di Pesisir Losari, Makassar," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 20, no. 1, pp. 45–57, 2022, doi: 10.14710/jil.20.1.45-57.
- [23] Achmad Fadli, "Analisis Kualitas Air Bersih di Wilayah Kerja Puskesmas Kepulauan Seribu Utara Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017," *Indones. Sch. J. Nurs. Midwifery Sci.*, vol. 1, no. 05, pp. 172–180, 2021, doi: 10.54402/isjnms.v1i05.28.
- [24] A. Herlambang, "Pencemaran Air Dan Strategi Penggulangannya," *J. Air Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–29, 2018, doi: 10.29122/jai.v2i1.2280.
- [25] A. H. D. Diandika, S. Suharwanto, and A. P. Wicaksono, "Potensi Mata Air Berdasarkan Kuantitas dan Kualitas Mata Air di Dusun Onggomertan, Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta," *Pros. Semin. Nas. Tek. Lingkung. Kebumian SATU BUMI*, vol. 3, no. 1, pp. 466–473, 2021, doi: 10.31315/psb.v3i1.6281.
- [26] N. Lexia and K. Ngibad, "Aplikasi Spektrofotometri Terhadap Penentuan Kadar Besi Secara Kuantitatif dalam Sampel Air," *J. Pijar Mipa*, vol. 16, no. 2, pp. 242–246, 2021, doi: 10.29303/jpm.v16i2.1908.
- [27] B. E. Putro and I. Masrofah, "Kualitas Fisik dan Kimia Sungai Citarum yang bermuara ke Waduk Cirata di Wilayah Kabupaten Cianjur," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 19, no. 3, p. 628, 2019, doi: 10.33087/jiubj.v19i3.711.
- [28] K. Hidayatullah, S. Alaa', H. Hasmiyatni, and D. W. Kurniawidi, "Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Berdasarkan Kadar Fluorida Di Kota Mataram Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis," *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, vol. 7, no. 2, pp. 119–125, 2022, doi: 10.33474/e-jbst.v7i2.482.
- [29] N. W. Cahyani and R. Irawanto, "Pemantauan Kualitas Air dan Keanekaragaman Jenis Vegetasi di Bagian Hulu Sungai Brantas Jawa Timur," *Semin. Nas. Pendidik. Biol. dan Saitek*, vol. VII, pp. 299–307, 2022.
- [30] D. S. Pramesti and S. I. Puspikawati, "Analysis of Turbidity Test Bottled Drinking Water In Banyuwangi District," *Prev. J. Kesehat. Masy.*, vol. 11, no. 2, pp. 75–85, 2020, doi: 10.22487/preventif.v11i2.59.
- [31] I. W. T. Aryasa, D. P. Risky, and N. P. L. J. Artaningsih, "Uji Pendahuluan Kualitas Air Pada Sumber Mata Air Di Banjar Tanggahan Tengah, Desa Susut Kecamatan Susut Kabupaten Bangli," *J. Kesehat. Terpadu*, vol. 3, no. 2, p. 76, 2020, doi: 10.36002/jkt.v3i2.979.
- [32] I. Ishak, M. R. Jura, I. Said, and S. H. V. Pulukadang, "Tingkat Kesadahan dan Uji Derajat Keasaman (pH) pada Air Tanah di Desa Mapane Tambu Kecamatan Balaesang Kabupaten Donggala," *Media Eksakta*, vol. 18, no. 2, pp. 102–107, 2022, doi: 10.22487/me.v18i2.2345.
- [33] K. S.T., M. Rauf, M. Selintung, and B. Bakri, "Sistem Informasi Geografis Kualitas Air Sumur Di Kota Makassar," *J. Appl. Civ. Environ. Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 78, 2021, doi: 10.31963/jacee.v1i1.2706.
- [34] K. Ngibad and D. Herawati, "Analysis of Chloride Levels in Well and PDAM Water in Ngelom Village, Sidoarjo," *JKPK (Jurnal Kim. dan Pendidik. Kim.)*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.20961/jkpk.v4i1.24526.
- [35] A. Rokot, C. T. Sasauw, and T. K. Timpua, "UJI EFEKTIVITAS DOSIS SERBUK ECENG GONDOK (EICHORNIA CRASSIPES) DALAM MENURUNKAN KADAR MANGAN (MN) PADA AIR SUMUR GALI TEST OF EFFECTIVENESS OF WATER hyacinth (EICHORNIA CRASSIPES) POWDER DOSAGE IN REDUCING MANGANESE (MN) LEVELS ON WATER," *e - Pros. Dies Natalis 21 Poltekes Kemenkes Manad.*, vol. 01, no. 02, pp. 86–91, 2022.
- [36] M. Ardhaneswari and B. Wispriyono, "Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu Subang," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 21, no. 1, pp. 65–72, 2022, doi: 10.14710/jkli.21.1.65-72.
- [37] R. Kartika, A. Gelung, R. J. Ricard, and Y. Ilang, "Kajian Status Mutu Air Sungai Mahakam Segmen Kabupaten Mahakam Ulu Berdasarkan Metode Storet Study on the Water Quality

- Status of the Mahakam River Segment of Mahakam Ulu District Based on the Storet Method," pp. 100–114, 2024.
- [38] R. A. Lamusu, W. Wartabone, S. W. Dai, R. Olii, and Marnila, "Analisis Kandungan Fe, Nitrat, Nitrit, Sulfat, Fosfat Dan Sianida Pada Air Cucian Laundry Dengan Menggunakan Instrumen UV-VIS," *J. Edukasi Mat. dan Sains*, vol. 11, no. 2, pp. 74–84, 2022.
- [39] I. Ridwan and H. Iwan, "Penilaian Kualitas Air Sungai Weh Toweren Sebagai Salah Satu Inlet Danau Laut Tawar Di Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh," *J. Lingkung. Almuslim*, vol. 1, no. 2, pp. 045–054, 2022, doi: 10.51179/jla.v1i2.1358.
- [40] Nurhidayatullah, H. Sholehah, H. Susane, and F. khalidi, "Jurnal Sanitasi dan Lingkungan PEMERIKSAAN KADAR NITRIT (NO₂-) PADA AIR SUMUR GALI DI DESA JEMPONG KOTA MATARAM DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS EXAMINATION OF NITRIT LEVELS (NO₂-) IN GULL WELL WATER IN JEMPONG VILLAGE, MATARAM CITY USING UV-VIS SPEK," *J. Sanitasi dan Lingkung.*, vol. 1, no. 2, 2020, [Online]. Available: <https://e-journal.sttl-mataram.ac.id>
- [41] I. Kurniawan, A. Sholeh, and P. D. Mariadi, "Pemeriksaan Amonia dalam Air Menggunakan Metode Fenat dengan Variasi Suhu dan Waktu Inkubasi," *Gunung Djati Conf. Ser.*, vol. 7, pp. 77–82, 2022, [Online]. Available: <https://conferences.uinsgd.ac.id/index.php/>
- [42] M. C. Hamonangan and A. Yuniarto, "Kajian Penyisihan Amonia dalam Pengolahan Air Minum Konvensional," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 2, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i2.85611.
- [43] N. Lailiani, F. Razie, D. Biyatmoko, and E. Lilimantik, "Kajian Flokulan Polimer Anionik Dengan Metode Jar Test Untuk Pemanfaatan Lumpur Cair Pt Air Minum Bandarmasih (Perseroda)," *EnviroScientiae*, vol. 19, no. 3, p. 64, 2023, doi: 10.20527/es.v19i3.17264.
- [44] M. Haris, S. Misfadhila, V. S. Vitri, and R. RKT, "Detoksifikasi Sianida pada Rebung dan Umbi Gadung Menggunakan Empat Media Perendaman," *J. Farm. Higea*, vol. 15, no. 2, p. 124, 2023, doi: 10.52689/higea.v15i2.563.
- [45] T. S. Maksum and R. O. Kadir, "Penilaian Risiko Kesehatan Akibat Paparan Sianida (CN) Secara Real- Time pada Sumber Air PAMSIMAS di Area Pertambangan Emas Real-Time Health Risk Assessment Due to Cyanide (CN) Exposure at PAMSIMAS Water Sources in Gold Mining Areas," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 7, no. 5, pp. 1636–1643, 2024, doi: 10.56338/jks.v7i5.4572.
- [46] R. Puspitarini and R. Ismawati, "Kualitas Air Baku Untuk Depot Air Minum Air Isi Ulang (Studi Kasus Di Depot Air Minum Isi Ulang Angke Tambora)," *Dampak*, vol. 19, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.25077/dampak.19.1.1-7.2022.
- [47] H. Hariyadi, M. Kamil, and P. Ananda, "SISTEM PENGECEKAN PH AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PH PROBE BERBASIS ARDUINO PADA SUMUR BOR," *Rang Tek. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 340–346, Jun. 2020, doi: 10.31869/rtj.v3i2.1930.
- [48] E. Agustina, "Pengaruh Eco-Enzyme pada Air Baku Sungai Borang Palembang Terhadap Nilai Parameter Conductivity, Total Dissolved Solid (TDS), dan Zat Organik," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 5, no. 6, pp. 284–289, 2022, doi: 10.56338/jks.v5i6.2382.
- [49] M. Bule and L. P. Nipu, "Analisis Kualitas Air Tanah di Sekitar Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba Kota Kupang Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia dan Biologi," *ENVIROTECHSAINS J. Tek. Lingkung.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal-unisap.ac.id/index.php/envirotechsains/article/view/30>
- [50] D. T. Wardoyo and H. P. Hutapea, "Uji Kualitas Air Sumur dan Air PDAM dengan Parameter Fisika Kimia Biologi di Kabupaten Sukoharjo," *Jnanaloka*, pp. 13–19, 2024, doi: 10.36802/jnanaloka.2024.v5-no01-13-19.
- [51] T. Triana and D. Lilia, "Hubungan Kondisi Fisik Dan Sanitasi Sumur Gali Terhadap Keberadaan Bakteri Coliform Dalam Air Sumur Gali," *Media Inf.*, vol. 19, no. 2, pp. 56–66, 2023, doi: 10.37160/mijournal.v19i2.295.
- [52] L. Arsyina, B. Wispriyono, I. Ardiansyah, and L. D. Pratiwi, "Hubungan Sumber Air Minum dengan Kandungan Total Coliform dalam Air Minum Rumah Tangga," *J. Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 14, no. 2, p. 18, 2019, doi: 10.26714/jkmi.14.2.2019.18-23.
- [53] C. A. Boro, D. Taryana, and F. Masitoh, "Evaluasi potensi Mata Air Terenapu untuk suplai kebutuhan air bersih penduduk Desa Rendu Butowe Kecamatan Aesesa Selatan Kabupaten Nagekeo," *J. Integr. dan Harmon. Inov. Ilmu-Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 11, pp. 1076–1088, 2022, doi: 10.17977/um063v2i11p1076-1088.

- [54] R. Afrisetiawati, E. Erly, and E. Endrinaldi, "Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* pada Air Minum Isi Ulang yang Diproduksi DAMIU di Kelurahan Lubuk Buaya Kota Padang," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 5, no. 3, pp. 111–120, 2016, doi: 10.25077/jka.v5i3.579.
- [55] T. M. Rompas, W. C. Rotinsulu, and J. V. B. Polii, "Analisis Kandungan E-Coli Dan Total Coliform Kualitas Air Baku Dan Air Bersih Pam Manado Dalam Menunjang Kota Manado Yang Berwawasan Lingkungan," *Cocos*, vol. 1, no. 5, pp. 1–13, 2019.
- [56] W. J. Astawan and A. Sofyandi, "Hubungan Kualitas Air Minum dengan Kejadian Diare pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Masbagik Baru," *Empiricism J.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–126, 2024, doi: 10.36312/ej.v5i1.1923.