



Studi Kualitas Fisis Air Sungai Leang Lonrong Kawasan Karst Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung

Rindah Putri Aslami^{1,*}, Muhammad Arsyad¹, Sulistiawaty¹

¹Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Kampus UNM Parangtambung Jl. Daeng Tata Raya Kota Makassar, 90224, Sulawesi Selatan, Indonesia

*E-mail korespondensi: rindah08aslami@gmail.com

Article Info:

Received: 01-11-2023

Revised: 09-01-2024

Accepted: 05-06-2024

Keywords:

Quality of water;

Physical parameter;

Leang Lonrong River

Abstract

This research is an experimental research with a survey type aimed to analyse water quality of the Leang Lonrong River reviewed from smell, taste, Total Dissolved Solid (TDS), turbidity, temperature, color, clarity, and UV index, as well as to describe community activities as factors that influence the water quality of the Leang Lonrong River in its utilization. This study was carried out in the Region Tour Leang Lonrong in the Panaikang Village, Minasatene District, Pangkep Regency, which is one of part Pangkep Karst Area Bantimurung Bulusaraung National Park. In the study, the measurement of water quality for sanitary hygiene needs and public bath reviewed its physical parameters by Regulation Minister Health No. 32 of 2017. Obtained results study that physical parameters water of Leang Lonrong River for sanitary hygiene meets requirement particular quality standards, because the water no smells, no taste, has an average TDS of 6.44 mg/L, an average turbidity of 1.71 NTU, an average temperature of 24.14 °C, and average color 0 TCU. The water of Leang Lonrong River for necessity public bath is no fulfill appropriate water quality standard raw quality. This caused some parameters not to fulfill the standard, namely the parameter of clarity is an average of 0.136 meters deep and UV index parameters more than 3 on at 11:00 a.m and 1:00 p.m in Central Indonesia Time (WITA).



PENDAHULUAN

Zat yang paling penting dalam kehidupan seluruh makhluk hidup di bumi adalah air. Air merupakan salah satu sumber kebutuhan hidup. Berbagai aktivitas kehidupan makhluk hidup di bumi tidak lepas dari ketersediaan air, sehingga ketersediaan air di sekitar makhluk hidup menentukan kualitas hidupnya. Pentingnya kualitas air bagi kehidupan makhluk hidup, tidak sedikit yang meneliti tentang hal tersebut.

Karst adalah salah satu ekosistem di bumi yang memiliki ketersediaan air yang cukup besar di bawah tanah. Karst juga merupakan kawasan mineral yang tidak dapat diperbarui dan kawasan yang menjadi kunci untuk mengeksplor sistem hidrologi. Walaupun ketersediaan air di kawasan karst senantiasa tersedia, namun beberapa kawasan karst telah dieksploitasi yang menyebabkan kerusakan ekosistem makhluk hidup hingga memengaruhi kualitas airnya. Eksploitasi karst menjadi faktor utama yang menimbulkan keraguan dalam menggunakan air yang tersedia di kawasan karst. Selain itu, karst yang memiliki fungsi strategis dalam

penyimpanan cadangan air yang sangat besar serta bentang alam dengan karakteristik relief permukaan dan bawah permukaan yang khas [1], sehingga beberapa kawasan karst juga dijadikan sebagai tempat wisata pemandian umum.

Leang Lonrong merupakan kawasan wisata karst yang terdapat di Desa Panaikang Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) Provinsi Sulawesi Selatan. Leang Lonrong memiliki penampang alam yang terdapat aliran sungai yang mengalir dari dalam mulut gua yang dimanfaatkan pada bidang wisata pemandian, bidang pertanian, peternakan, dan kebutuhan rumah tangga [2]. Kawasan Wisata Leang Lonrong memiliki curah hujan sekitar 2755 mm sampai 4121 mm pada tahun 2016 hingga 2020. Curah hujan akan berpengaruh langsung kepada ketersediaan debit air sungai. Debit air Sungai Leang Lonrong diprediksi memiliki debit air rata-rata 4,203 m³/s pada tahun 2023 [3].

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (PMK RI) Nomor 32 Tahun 2017 menyatakan perubahan iklim menyebabkan pola curah hujan yang berubah-ubah hingga menyebabkan muncul isu lingkungan. Oleh sebab itu, ketersediaan air bersih keperluan hygiene sanitasi semakin berkurang serta juga menyebabkan berkurangnya air untuk keperluan pemandian umum atau dalam bidang pertanian, rumah tangga, dan lain-lain. Kebutuhan air untuk beberapa keperluan tersebut menjadikan kualitas air harus terpenuhi demi terjaminnya kesehatan masyarakat.

Pemanfaatan Sungai Leang Lonrong dalam berbagai keperluan tersebut menyebabkannya harus memiliki kualitas yang sesuai dengan Standar Baku Mutu PMK RI Nomor 32 Tahun 2017. Air Sungai Leang Lonrong diketahui digunakan sebagai media air untuk keperluan hygiene sanitasi dan untuk keperluan pemandian umum. Parameter fisik merupakan salah satu parameter air yang perlu dianalisis kualitasnya untuk keperluan tersebut. Beberapa parameter fisik air yang perlu dianalisis untuk keperluan hygiene sanitasi, yakni kekeruhan, warna, zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid*), suhu, rasa, dan bau, serta untuk pemandian umum yakni suhu, indeks UV, dan kejernihan.

Menurut Mukarromah dan Yulianti [4], adanya peningkatan dari parameter fisik air tersebut merupakan gejala penurunan kualitas air. Gejala penurunan kualitas air tentu ada beberapa faktor yang memengaruhi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian terhadap parameter fisik air Sungai Leang Lonrong agar dapat ditelaah kualitas airnya serta menguraikan aktivitas apa saja yang memengaruhi kualitas air Sungai Leang Lonrong dalam pemanfaatannya.

Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penelitian ini, yakni: (1) menelaah kualitas air Sungai Leang Lonrong yang ditinjau dari bau, rasa, TDS, kekeruhan, suhu, warna, kejernihan, dan indeks UV, serta (2) menguraikan aktivitas masyarakat yang menjadi faktor yang memengaruhi kualitas air Sungai Leang Lonrong dalam pemanfaatannya. Penelitian ini merupakan penelitian yang pertama dalam menganalisis kualitas air Sungai Leang Lonrong berdasarkan dari parameter fisik air tersebut.

Adapun yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah adanya informasi mengenai kualitas air sungai Kawasan Wisata Leang Lonrong Desa Panaikang Kabupaten Pangkep yang dapat digunakan bagi masyarakat serta pemerintah setempat sekitar Sungai Leang Lonrong. Masyarakat yang berdomisili di sekitar maupun masyarakat pengunjung Kawasan Wisata Leang Lonrong memperoleh informasi mengenai kualitas air Sungai Leang Lonrong guna menentukan kelayakan air sungai sesuai pemanfaatannya. Selain itu, masyarakat juga memperoleh informasi tentang aktivitas apa saja yang memengaruhi kualitas air Sungai Leang Lonrong, sehingga masyarakat setempat dapat meminimalisir faktor tersebut di sekitar sungai. Informasi kualitas air Sungai Leang Lonrong yang diperoleh dapat pemerintah gunakan dalam memantau masyarakat yang memanfaatkan air sungai. Agar pemerintah dapat memberi peringatan kepada masyarakat terkait kelayakan air sungai dalam pemanfaatannya.

Analisis kualitas air sungai bawah tanah Gua Ngerong, Kecamatan Rengel, Tuban telah dilakukan oleh Suprayogi, Nengse, dan Hakim [5]. Penelitian tersebut menggunakan metode kualitatif untuk mengukur nilai kualitas air dengan sampel penelitian tiga kali pengulangan untuk validitas data di empat titik sistem sungai bawah tanah. Hasil dari penelitian

memperoleh bahwa suhu, kekeruhan, TDS, dan pH setiap sampel masih memenuhi baku mutu lingkungan hidup berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990. Sedangkan kualitas oksigen terlarutnya terlalu rendah sehingga tidak memenuhi baku mutu.

Rosarina dan Laksanawati [6] juga melakukan studi kualitas air Sungai Cisadane Kota Tangerang ditinjau dari parameter fisika. Penelitian tersebut menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel air secara *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan mempertimbangkan kondisi dan keadaan daerah pengamatan. Analisis yang dilakukan yakni analisis sampel secara langsung di lokasi pengamatan dan analisis yang dilakukan di laboratorium. Parameter fisika yang diamati yaitu suhu, TDS, TSS, warna, dan bau serta kecerahan. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan kualitas air di sungai Cisadane Kota Tangerang masih memenuhi Baku Mutu Air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik Sungai Leang Lonrong

Salah satu kawasan tempat air tertampung adalah sungai, sehingga sungai menjadi salah satu hasil bentukan alam yang sangat bermanfaat bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di muka bumi. Sungai adalah suatu alur alam yang merupakan daerah alir air yang kondisinya selalu dipengaruhi oleh perubahan lingkungan di sekitarnya. Dari segi hidrologi, sungai merupakan area yang menampung air dari curah hujan yang jatuh dan mengalir di permukaan yang kemudian akan menjadi aliran sungai [7].

Salah satu kawasan wisata di Kabupaten Pangkep yang termasuk dalam wilayah pengelolaan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (TN Babul) adalah Leang Lonrong. Kawasan ini terletak di Desa Panaikang Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkep. Leang Lonrong memiliki potensi keindahan alam dan sumber daya air yang dikelola sebagai objek wisata pemandian oleh masyarakat setempat. Kawasan Wisata Leang Lonrong ramai dikunjungi wisatawan terutama di hari libur [8].

Ketersediaan air di Leang Lonrong juga sangat mendukung aktivitas masyarakat. Adapun faktor utama yang memengaruhi ketersediaan airnya adalah intensitas curah hujan [9]. Selain itu, curah hujan diketahui sangat memengaruhi daerah Leang Lonrong, khususnya ketersediaan sumber air bawah permukaan dan keberlangsungan hidup flora dan fauna di sekitar Leang Lonrong [2].

Pengaruh Aktivitas Masyarakat terhadap Kualitas Air Sungai dan Pemanfaatan Air Sungai Leang Lonrong

Kualitas air sungai sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, terutama aktivitas yang dilakukan di sekitar sungai. Masyarakat perlu memiliki kesadaran yang tinggi dalam melestarikan lingkungan sungai agar kualitas air sungai akan relatif baik. Pemerintah telah mengatur bahwa sempadan sungai tidak boleh didirikan bangunan. Namun karena keterdesakannya, banyak warga yang mendirikan bangunan hingga beraktivitas dan melakukan kegiatan usaha seperti industri rumahan dan peternakan di kawasan tersebut. Hal ini dikarenakan adanya dampak terhadap kualitas air sungainya [10].

Limbah yang berasal dari sisa kegiatan makhluk hidup yang tidak digunakan lagi. Sebagian besar bersumber dari kegiatan manusia seperti industri, rumah tangga, instansi, dan sebagainya. Limbah yang tidak diolah dengan baik dapat menjadi faktor penyebab tercemarnya lingkungan, terutama terhadap air. Pencemaran dapat berdampak buruk terhadap lingkungan dan makhluk hidup [11]. Adapun aktivitas masyarakat yang dapat menimbulkan limbah, yakni aktivitas mandi, buang air besar dan kecil, mencuci pakaian dan peralatan makan minum, serta membuang sampah organik dan anorganik.

Leang Lonrong telah dikembangkan sebagai tempat wisata memiliki gua karst yang di dalamnya terdapat sungai yang bermuara [12]. Sumber daya air Leang Lonrong berpotensi dalam pemanfaatan air sebagai sumber mata air utama dan irigasi. Masyarakat setempat memanfaatkan air yang berasal dari mulut gua kawasan karst sebagai penopang produksi padi

masyarakat sehingga mampu panen tiga kali dalam setahun. Sumber daya air di kawasan Leang Lonrong juga dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan air pabrik dan perumahan masyarakat sekitarnya [13].

Menurut Arsyad *et. al* [14], besar debit air sungai bawah tanah yang terdapat di kawasan karst ini dipergunakan juga antara lain pada bidang pariwisata, pertanian, dan kebutuhan air baku bagi PDAM yang berkelanjutan. Selain itu, ketersediaan debit air sungai bawah tanah memberikan manfaat kepada petani di sekitar dalam menyesuaikan waktu tanam sehingga mereka dapat menghasilkan hasil panen yang optimal. Tidak terkecuali pula di bidang PDAM. Potensi sumber daya air yang berupa cadangan air di bawah gua yang besar digunakan oleh PDAM sebagai bahan baku air.

Pemanfaatan air sungai juga memengaruhi kualitas suatu perairan. Ketika masyarakat memanfaatkan suatu perairan sebagai pemandian umum. Pemanfaatan tersebut dapat mencemari air karena akan menimbulkan limbah dari aktivitas tersebut. Selain itu, pemanfaatan air untuk keperluan kebersihan perorangan (higiene sanitasi) juga dapat memengaruhi kualitas air. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu, air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum [15].

Kualitas Air dan Pengukurannya

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 [15] digunakan sebagai standar kualitas air dalam penelitian ini. Penelitian yang dilakukan yakni menganalisis kualitas air untuk keperluan higiene sanitasi dan pemandian umum. Hal tersebut sesuai keperluan masyarakat setempat terhadap air di Sungai Leang Lonrong.

Parameter fisik air merupakan salah satu indikator uji kualitas air yang cukup penting dilakukan dalam pengujian. Beberapa parameter fisik air yang digunakan untuk menentukan kualitas air yang layak dikonsumsi untuk keperluan higiene sanitasi, yakni kekeruhan, warna, zat padat terlarut, suhu, rasa, dan bau. Selain itu, kelayakan air untuk pemandian umum perlu dipertimbangkan parameter wajibnya seperti suhu, indeks sinar matahari, dan kejernihan.

Bau dan Rasa

Parameter bau dan rasa air merupakan parameter air yang dapat menunjukkan kualitas air secara fisik. Air yang berbau mudah diketahui karena ketidaknyamanan indera penciuman yang terganggu. Hidrogen sulfida dan senyawa organik yang dihasilkan dekomposisi anaerob merupakan sumber utama air yang berbau. Rasa yang timbul dari air menandakan bahwa air tidak layak dikonsumsi. Air yang berasa menggambarkan air telah terkontaminasi yang disebabkan perlakuan dari luar, seperti adanya aktivitas makhluk hidup yang ada di sekitar air.

Bau dan rasa air dapat diukur dengan melakukan metode organoleptik. Metode organoleptik atau evaluasi sensori untuk membangkitkan, mengukur, menganalisis, dan menginterpretasikan tanggapan tersebut terhadap produk yang dirasakan oleh indera penglihatan, penciuman, sentuhan, rasa, dan pendengaran [16]. Air dalam hal ini tidak berbau dan juga tidak berasa merupakan standar baku mutu kesehatan lingkungan air untuk keperluan higiene sanitasi [15].

Zat Padat Terlarut (TDS)

Jumlah zat padat terlarut atau TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan total larutan yang terdiri dari beberapa padatan yang terlarut seperti zat organik dan anorganik, yakni garam, logam, mineral, dan kation-anion yang larut dalam air [6]. Tingginya kadar TDS dapat mencemari perairan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik. Selain itu, memengaruhi juga kehidupan akuatik dan memiliki efek samping yang kurang baik pada kesehatan manusia karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi [17].

Penentuan padatan tersuspensi sangat berguna dalam analisis perairan tercemar dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kekuatan air, buangan domestik, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 memiliki standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk parameter zat padat terlarut untuk keperluan higiene sanitasi. Adapun standar baku mutu tersebut, zat padat terlarut dalam air memiliki kadar maksimum sebesar 1000 mg/L.

Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh materi yang tersuspensi atau tidak larut, sehingga berdampak pada organisme yang berada di air [18]. Oleh karena itu, kekeruhan atau tingkat kejernihan air merupakan ukuran sejauh mana ketidak-transparannya air akibat organisme atau partikel-partikel tersebut.

Kekeruhan dapat dideteksi dengan turbidimeter dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Units*). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 memiliki standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk parameter kekeruhan untuk keperluan higiene sanitasi. Air memiliki kekeruhan kadar maksimum yakni sebesar 25 NTU.

Suhu

Suhu menjadi parameter dalam kualitas air karena memengaruhi kesehatan manusia. Air yang terpapar sinar matahari dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri berbahaya, terutama ketika dikonsumsi. Menurut Marlina, Hudori, dan Hafidh [19], meningkatnya suhu air dapat mempercepat degradasi dan dekomposisi bahan organik dan non organik, serta dapat meningkatkan kecepatan aliran akibat tumbukan antar partikel yang diseimbangkan dengan kondisi fisik air. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017, suhu maksimal air yang sesuai standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi yakni suhu udara ± 3 °C dan untuk media air pemandian umum kisaran 15 °C hingga 35 °C untuk kontak dengan air dalam jangka waktu lama.

Warna

Warna merupakan parameter fisik air yang cukup mudah diidentifikasi, karena air dapat dikatakan berkualitas baik apabila tidak berwarna. Warna air yang diukur dapat menunjukkan bahwa terdapat atau tidaknya material ataupun zat padat yang terkandung dalam suatu perairan. Warna air dapat diukur dengan menggunakan skala platinum kobalt (dinyatakan dengan satuan (PtCo)), dengan membandingkan warna air sampel dan warna standar [20]. Pengukuran parameter warna dilakukan dengan menggunakan colorimeter dengan satuan TCU. Nilai satu skala PtCo sebanding dengan satuan skala TCU (*True Color Unit*) atau nilai 1 TCU = 1 mg/L platinum kobalt. Hasil warna dalam setiap bilangan pembacaan sampel air dengan cara membandingkan warna sampel dengan unit warna pada larutan standar warna platinum kobalt (PtCo). Air dalam hal ini memiliki standar baku mutu (kadar maksimum) 50 TCU untuk keperluan higiene sanitasi [15].

Kejernihan

Kejernihan memiliki definisi yang sama dengan kekeruhan. Namun, kejernihan lebih tepat digunakan dalam penentuan keadaan jernih suatu perairan secara visual. Kejernihan merupakan kekeruhan yang dapat dilihat secara visual. Kejernihan dapat diukur dengan *secchi disc* sebagai alat ukur kecerahan perairan. Pengukuran kejernihan air telah dirancang dengan berbagai cara yang rumit, namun para ilmuwan tidak menemukan perbedaan yang signifikan dalam presisi antara pengukuran dengan *secchi disc* dan teknik yang lebih canggih. Kejernihan dapat dihitung dengan mengamati kedalaman rata-rata *secchi disc* masih terlihat dan *secchi disc* tidak terlihat atau dengan Pers. 1 [21].

$$\text{Kejernihan} = \frac{D_1 + D_2}{2} \quad (1)$$

Di mana, D_1 adalah kedalaman *secchi* masih terlihat (cm) dan D_2 adalah kedalaman *secchi* tak terlihat (cm).

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 memiliki standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk parameter kejernihan untuk media air pemandian umum. Kejernihan air pemandian umum dapat ditentukan secara visual dengan menenggelamkan piringan *secchi* diameter 20 cm pada kedalaman 1,6 meter sungai.

Indeks Sinar Matahari

Indeks sinar matahari (*Ultraviolet Index - UV Index*) atau indeks UV merupakan angka tanpa satuan yang menjelaskan tingkat paparan radiasi sinar ultraviolet yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Pemantauan indeks UV dapat memberikan informasi mengenai tingkat sinar ultraviolet yang bermanfaat dan yang memberikan bahaya [22]. Paparan UV apabila berada dalam tingkatan tinggi akan menyebabkan berbagai masalah lingkungan terutama kepada iklim. Kurangnya sinar matahari akan memengaruhi suasana hati dan dapat meningkatkan ancaman kekurangan vitamin D. Namun, paparan sinar matahari yang berlebih juga akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan, khususnya bagi mata dan kulit.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017, Indeks UV adalah ukuran pajanan sinar matahari dalam durasi 4 jam sekitar waktu tengah hari. Indeks UV merupakan parameter yang penting diketahui dalam penggunaan air untuk media air pemandian umum. Adapun standar baku mutu kesehatan lingkungan indeks UV untuk media air untuk keperluan tersebut yakni kurang dari atau sama dengan 3.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian eksperimen bersifat survei. Penelitian yang dilakukan dengan melakukan pengambilan data kuantitatif di lapangan dan laboratorium, serta mengumpulkan data dari responden menggunakan kuesioner. Adapun kualifikasi responden yakni masyarakat yang berdomisili di sekitar Kawasan Wisata Leang Lonrong maupun masyarakat pengunjung. Berdasarkan dari kuesioner tersebut diperoleh data aktivitas yang dilakukan di sekitar sungai dan data pemanfaatan air oleh masyarakat di Sungai Leang Lonrong. Pengambilan sampel dilakukan di Kawasan Wisata Leang Lonrong, tepatnya di Sungai Leang Lonrong. Secara astronomis terletak pada $4^{\circ}51'44,1''$ LS $119^{\circ}38'03,2''$ BT dan secara administratif berada di Desa Panaikang Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) Provinsi Sulawesi Selatan. Beberapa parameter air juga diukur di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Tahap pengumpulan data yakni dilakukan pengambilan titik koordinat dan informasi indeks sinar matahari lokasi penelitian, serta mengambil sampel air dan mengukur suhu udara

di titik pengambilan sampel dan suhu setiap sampel air lalu dilakukan pengukuran kejernihan air. Sampel air dibawa ke Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar untuk mengukur parameter bau, rasa, warna, kekeruhan, dan TDS setiap sampel air. Kemudian, dilakukan penyebaran kuesioner penelitian kepada responden. Tabel 1 menunjukkan rincian dari parameter yang diukur dan metode pengukurannya. Tahap analisis data kualitas air dan menginterpretasi hasil penelitian. Pengambilan kesimpulan dari beberapa tahap yang telah dilakukan.

Tabel 1. Parameter Fisis dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan [15]

No.	Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu	Keterangan
Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi				
1.	Bau	-	Tidak berbau	Kadar maksimum
2.	Rasa	-	Tidak berasa	Kadar maksimum
3.	TDS	mg/L	1000	Kadar maksimum
4.	Kekeruhan	NTU	25	Kadar maksimum
5.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3 °C	Kadar maksimum
6.	Warna	TCU	50	Kadar maksimum
Air untuk Pemandian Umum				
1.	Suhu	°C	15 - 35	Untuk kontak dengan air dalam jangka waktu lama
2.	Indeks UV	-	≤ 3	4 jam sekitar waktu tengah hari
3.	Kejernihan	meter kedalaman	1,6	<i>secchi disc</i> berdiameter 20 cm terlihat jelas

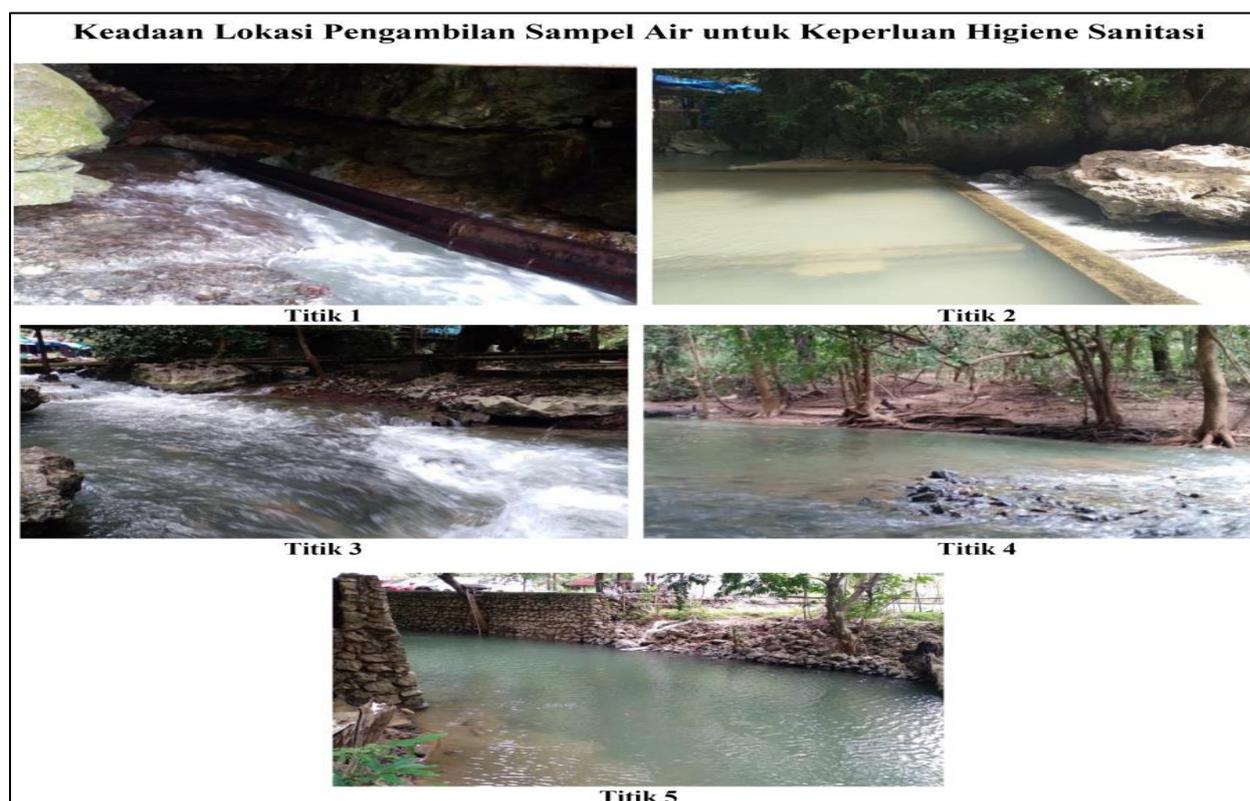
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air Sungai Leang Lonrong untuk keperluan higiene sanitasi

Pengukuran dilakukan pada hari Senin, 13 Maret 2023 di lima titik. Titik pertama berada di titik koordinat 4°51'44,10"LS 119°38'3,40"BT, titik kedua 4°51'45,60"LS 119°38'1,80"BT, titik ketiga 4°51'46,10"LS 119°38'1,90"BT, titik keempat 4°51'47,01"LS 119°38'1,06"BT, dan titik kelima 4°51'50,50"LS 119°37'50,90"BT. Lokasi saat itu sekitar pukul 13.00 WITA sedang hujan ringan hingga pukul 15.00 WITA cuaca cerah. Air yang keluar dari gua Leang Lonrong cukup deras, namun air tidak keruh seperti pada saat hujan biasanya, sehingga kawasan wisata saat itu memiliki pengunjung.

Lokasi penelitian cukup ramai oleh pengunjung wisata. Para wisatawan dominan sedang bermandian di sungai. Selain itu, di sekitar sungai beberapa warga setempat melakukan aktivitas berjualan. Di sungai maupun sekitarnya hanya didominasi sampah organik, yakni dedaunan kering yang berjatuhan. Sampah anorganik dengan jumlah sedikit karena pengelola lokasi wisata telah menyediakan tempat sampah di beberapa titik, serta juga rutin melakukan pembersihan.

Lokasi titik 1 pengambilan sampel air untuk higiene sanitasi berada di mulut gua. Tidak ada warga maupun pengunjung di sekitar titik tersebut, sehingga air tidak terkontaminasi oleh berbagai aktivitas manusia. Di titik tersebut memiliki suhu udara sebesar 25,5 °C. Tidak terdapat sampah organik maupun sampah anorganik. Lokasi titik 2 pengambilan sampel air untuk higiene sanitasi berada di kolam pemandian umum. Air keruh disebabkan adanya pengunjung di sekitar titik tersebut, sehingga air terkontaminasi oleh berbagai aktivitas manusia. Selain itu, di titik ini dekat dengan area jualan warga, sehingga banyak pengunjung yang sedang makan dan minum di sekitar sungai. Di titik tersebut memiliki suhu udara sebesar 26 °C. Terdapat sampah organik maupun sampah anorganik, namun tidak begitu banyak.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Lokasi titik 3 pengambilan sampel air untuk higiene sanitasi berada di sekitar 16 meter dari kolam pemandian umum. Air terlihat jernih seperti air yang terdapat di titik 1. Hal tersebut disebabkan tidak adanya pengunjung di sekitar titik tersebut. Air di titik ini mengalir sangat deras, sehingga di titik ini tidak diminati oleh pengunjung untuk bermandian. Di titik ini terdapat banyak ikan kecil. Di titik tersebut memiliki suhu udara sebesar 26 °C. Terdapat banyak sampah organik dan sedikit sampah anorganik.

Lokasi titik 4 pengambilan sampel air untuk higiene sanitasi berada di sekitar 37 meter dari kolam pemandian umum. Air terlihat jernih seperti air yang terdapat di titik 1. Hal tersebut disebabkan karena tidak adanya pengunjung di sekitar titik tersebut, sehingga tidak ada aktivitas manusia. Di titik ini sangat jauh dari mulut gua dan tidak terlihat dari jalan setapak. Air cukup dangkal dibanding air di titik lainnya. Memiliki suhu udara sebesar 25 °C. Terdapat banyak sampah organik dan tidak ada sampah anorganik. Air di titik 4 telah mengalami filterisasi oleh bebatuan yang ada di sepanjang sungai. Air sungai melewati berbagai macam bentuk batuan serta sampah organik, seperti dedaunan kering yang berguguran dari pohon yang ada di sempadan sungai.

Lokasi titik 5 pengambilan sampel air untuk higiene sanitasi berada di sekitar 432 meter dari mulut gua. Air terlihat keruh seperti air di titik 2, yakni di kolam pemandian umum. Di titik ini berada di sekitar pemukiman warga yang tinggal di kawasan wisata dan memiliki suhu udara sebesar 27 °C. Terdapat banyak sampah organik dan tidak ada sampah anorganik.

Berdasarkan pengukuran di lapangan dan pengukuran sampel air di laboratorium, diperoleh kualitas air sungai dengan pengukuran parameter bau, rasa, TDS, kekeruhan, suhu, dan warna sesuai standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi setiap titik pengambilan sampel air untuk keperluan higiene sanitasi pada Tabel 2.

Titik 1 berada di mulut gua, di mana air tidak terkontaminasi oleh berbagai aktivitas manusia. Air di daerah ini langsung mengalir dari dalam gua. Sedangkan, di titik 2 dan titik 3 memiliki TDS yang lebih tinggi karena daerah ini merupakan area pemandian. Titik 4 walau bukan area pemandian, di titik ini cukup dangkal, sehingga air yang diambil (untuk diukur) telah terkontaminasi karena terbawa pula butiran pasir yang ada di dasar sungai. Di titik 5

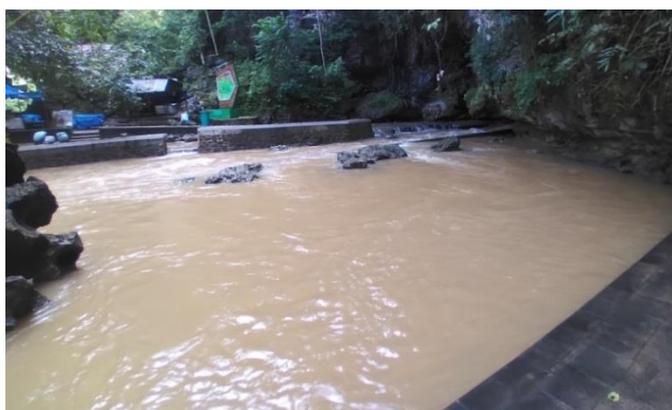
memiliki TDS yang rendah karena area ini tidak ada aktivitas manusia secara langsung di sungai. Selain itu, area ini cukup jauh dari area pemandian yakni sekitar 331 meter dari titik 4, sehingga air diketahui telah terfilter oleh bebatuan yang dilewatinya. Diketahui pula kedalaman air sungai di titik 5 berkisar 1 meter.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisik Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Parameter	Hasil pengukuran tiap titik					Rata-rata	Standar Baku Mutu	Kualitas Air
	1	2	3	4	5			
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Memenuhi
Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Memenuhi
TDS (mg/L)	0,09	4,67	13,75	13,33	0,36	6,44	1000	Memenuhi
Kekeruhan (NTU)	1,8	1,56	1,37	1,93	1,87	1,71	25	Memenuhi
Suhu (°C)	24	24,7	24	24	24	24,14	Suhu udara $\pm 3^\circ$	Memenuhi
Warna (TCU)	0	0	0	0	0	0	50	Memenuhi

Kualitas air Sungai Leang Lonrong untuk keperluan pemandian umum

Pengukuran dilakukan pada hari Jum'at, 31 Maret 2023 di tiga titik. Titik pertama berada di titik koordinat $4^\circ 51' 44,20'' \text{LS } 119^\circ 38' 3,20'' \text{BT}$, titik kedua $4^\circ 51' 44,70'' \text{LS } 119^\circ 38' 3,30'' \text{BT}$, dan titik ketiga $4^\circ 51' 45,40'' \text{LS } 119^\circ 38' 2,40'' \text{BT}$. Lokasi saat itu hujan cukup deras, sehingga air yang keluar dari gua sangat deras dan sangat keruh.



Gambar 3. Keadaan Lokasi Pengambilan Sampel Air untuk Pemandian Umum

Lokasi penelitian saat itu tidak ada pengunjung. Tidak ada sampah anorganik yang berserakan di sekitar sungai. Sampah organik juga tidak terlihat karena pengelola wisata rutin melakukan pembersihan walau kawasan wisata tidak memiliki pengunjung saat itu. Dilakukan pengukuran suhu dan kejernihan air di setiap titik. Pengukuran parameter suhu dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap titik. Pengukuran parameter kejernihan air dilakukan dengan menggunakan piringan *secchi* berdiameter 20 cm. Diukur kedalaman piringan tersebut ketika masih terlihat dan kedalamannya ketika tidak terlihat. Parameter indeks sinar matahari atau indeks UV diperoleh melalui situs BMKG. Diperoleh kualitas air sungai dengan pengukuran

parameter suhu, kejernihan, dan indeks UV sesuai standar baku mutu air untuk keperluan pemandian umum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter Fisik Air untuk Pemandian Umum

Parameter	Hasil pengukuran tiap titik			Rata-rata	Standar Baku Mutu	Kualitas Air
	1	2	3			
Suhu (°C)	24	24	24,7	24,2	15 - 35	Memenuhi
Kejernihan (meter kedalaman)	0,141	0,120	0,147	0,136	1,6	Tidak Memenuhi
Indeks UV (pada pukul 11:00 WITA)	4	4	4	4	≤3	Tidak Memenuhi
Indeks UV (pada pukul 12:00 WITA)	3	3	3	3	≤3	Memenuhi
Indeks UV (pada pukul 13:00 WITA)	5	5	5	5	≤3	Tidak Memenuhi
Indeks UV (pada pukul 14:00 WITA)	3	3	3	3	≤3	Memenuhi

Aktivitas dan pemanfaatan air sungai oleh masyarakat di sekitar Sungai Leang Lonrong

Diperoleh dari 43 responden yakni masyarakat yang berdomisili di sekitar Kawasan Wisata Leang Lonrong maupun masyarakat pengunjung melalui kuesioner. Berdasarkan hasil analisis frekuensi, diperoleh hasil bahwa air Sungai Leang Lonrong dimanfaatkan oleh beberapa masyarakat dalam berbagai aktivitasnya, baik untuk keperluan higiene sanitasi maupun pemandian umum, walau dalam air dalam keadaan keruh. Air untuk kebutuhan pertanian dan hewan ternak/piaraan tetap digunakan secara langsung tanpa difilter maupun diendapkan. Sedangkan untuk keperluan higiene sanitasi seperti MCK, mencuci bahan pangan, peralatan makan minum, pakaian, dan sebagai air baku air minum, warga sekitar tidak menggunakan air sungai ketika terlihat keruh. Warga yang menetap di Kawasan Wisata Leang Lonrong tetap menggunakan air sungai sebagai air minum. Sebelum digunakan sebagai air minum, warga memanaskannya hingga mendidih. Sedangkan, warga yang tinggal di luar kawasan wisata membeli air dengan kemasan botol galon.

Pengukuran kualitas air Sungai Leang Lonrong untuk setiap keperluan dilakukan di titik yang berbeda. Pengukuran kualitas air untuk keperluan higiene sanitasi dilakukan di lima titik sepanjang sungai. Setiap titik memiliki karakteristik alam yang berbeda, sehingga memiliki kondisi yang berbeda. Pengukuran kualitas air untuk keperluan pemandian umum dilakukan di tiga titik, di mana setiap titik merupakan bagian sungai yang digunakan pengunjung untuk bermandian. Ketiga titik tersebut memiliki kondisi yang berbeda pula.

Pengukuran kualitas air untuk higiene sanitasi dilakukan pengukuran parameter suhu di lapangan serta pengukuran parameter bau, rasa, TDS, kekeruhan, dan warna di laboratorium. Pengukuran kualitas air untuk keperluan pemandian umum dilakukan pengukuran parameter suhu, kejernihan, dan indeks UV di lapangan.

Pengukuran Parameter Fisik Air Sungai Leang Lonrong

Diperoleh bahwa air sungai tidak berbau dan tidak berasa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Leang Lonrong terpenuhi untuk parameter bau dan rasa air untuk keperluan higiene sanitasi. Hal ini pula dapat disimpulkan dari hasil penelitian bahwa air Sungai Leang Lonrong adalah tidak tersuspensi oleh suatu zat karena air sungai tidak berbau

dan tidak berasa berdasarkan dari hasil analisis dengan metode organoleptik. Diperoleh bahwa kualitas parameter TDS, kekeruhan, warna, dan suhu air Sungai Leang Lonrong juga telah terpenuhi.

Parameter fisik air Sungai Leang Lonrong yang telah memenuhi syarat kualitas air tetap menjadi kekhawatiran dalam kelayakan pemanfaatannya. Hal tersebut disebabkan air tetap memiliki suatu zat yang terkandung walaupun tidak melewati kadar maksimum standar baku mutu. Air yang memiliki zat padat terlarut merupakan air yang memiliki total larutan yang terdiri dari beberapa padatan yang terlarut yakni zat organik dan anorganik yang larut dalam air [2]. Pengendapan dan pembusukan bahan-bahan organik dapat mengurangi nilai guna perairan hingga memengaruhi kualitas air terkhusus parameter TDS air. Beberapa daerah sungai terdapat batuan kecil maupun pasir di dasarnya, sehingga dapat memengaruhi parameter TDS air sungai. Akibat organisme atau partikel-partikel tersebut maka terukur kekeruhan bahwa air sungai mengalami ketidak-transparanan. Air sungai perlu ditelaah dari segi pengukuran parameter biologi dan kimianya agar dapat lebih memastikan kelayakan air sungai dalam pemanfaatannya.

Diperoleh rata-rata kejernihan air sungai adalah 0,136 meter kedalaman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Leang Lonrong tidak sesuai standar baku mutu parameter kejernihan air untuk keperluan pemandian umum. Diketahui pula, kejernihan air sungai ini memiliki rata-rata yang kurang dari 20 cm kedalaman *secchi*. Nilai tersebut menunjukkan bahwa air Sungai Leang Lonrong termasuk perairan sangat keruh hingga memiliki produktivitas perairan yang rendah [21].

Suhu di perairan Leang Lonrong tidak bersifat konstan, namun karakteristiknya menunjukkan perubahan yang sifatnya dinamis. Adapun faktor yang memengaruhinya adalah perairan yang berada di bawah naungan pepohonan atau tanaman air, radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim [23]. Sungai Leang Lonrong hampir sepenuhnya memiliki area tutupan sungai. Oleh karena itu, air sungai memiliki suhu tidak melebihi kadar maksimum standar baku mutu parameter suhu untuk keperluan higiene sanitasi dan pemandian umum. Kawasan Wisata Leang Lonrong tetap dapat digunakan sebagai tempat pemandian karena di sekitar sungai memiliki pepohonan yang rindang hingga dapat melindungi para wisatawan ketika bermandian di sungai. Selain itu, wisatawan juga dapat menghindari area yang terpapar sinar matahari secara langsung.

Parameter indeks UV di Sungai Leang Lonrong tidak memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan pemandian umum. Naik dan turunnya indeks UV secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor [22], yakni: (1) sudut datang sinar matahari yang semakin tegak akan semakin banyak mengandung sinar UV, (2) posisi lintang tempat yang semakin ke kutub akan menyebabkan sinar UV semakin kecil, (3) tutupan awan yang semakin banyak awan akan menyebabkan sinar UV semakin kecil, (4) ketinggian suatu lokasi menyebabkan semakin besar menerima sinar UV, (5) semakin banyak lapisan ozon, maka semakin baik menyaring sinar ultraviolet, dan (7) semakin dapat memantulkan cahaya, maka semakin sedikit sinar UV yang ada di permukaan bumi.

Aktivitas masyarakat di sekitar Sungai Leang Lonrong

Masyarakat lebih dominan sering mandi di sungai dan di sekitarnya. Selain itu, masyarakat dominan tidak buang air kecil dan buang air besar, mencuci pakaian, mencuci peralatan, dan membuang sampah di sungai maupun di sekitarnya. Masyarakat cukup bijak dalam membuang sampah mereka (sampah anorganik) di tempat sampah yang telah disediakan oleh pengelola di berbagai titik di kawasan wisata. Adapun sampah organik yang bertebaran juga sering dibenahi oleh pihak pengelola. Masyarakat buang air kecil dan besar di tempat yang telah disediakan di berbagai titik kawasan wisata. Selain itu, masyarakat (sebagai pengunjung) lebih memilih mencuci pakaian dan peralatan makan di rumah masing-masing.

Adapun aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat berdasarkan dari observasi lapangan, diperoleh bahwa terdapat peternakan di sempadan sungai. Peternakan tersebut berada di sisi sungai di luar Kawasan Wisata, sehingga tidak mengganggu aktivitas pemandian umum di kawasan tersebut.

Pemanfaatan air Sungai Leang Lonrong

Diperoleh bahwa dominan masyarakat memanfaatkan air sungai untuk berbagai keperluan mereka. Adapun keperluan tersebut, baik untuk pemeliharaan kebersihan perorangan maupun untuk kebutuhan pertanian dan kebutuhan hewan ternak/piaraan. Masyarakat menggunakan air Sungai Leang Lonrong untuk MCK (mandi, cuci, kakus), mencuci bahan pangan, mencuci peralatan makan dan minum, mencuci pakaian, serta digunakan sebagai air baku air minum.

Pemanfaatan air Sungai Leang Lonrong sebagai air baku air minum hanya digunakan oleh para warga yang tinggal di Kawasan Wisata Leang Lonrong, di mana mereka cukup dekat dengan sungai. Para warga tersebut tetap mendidihkan air sungai terlebih dahulu sebelum diminum. Sedangkan para warga yang berdomisili di luar kawasan wisata menggunakan air kemasan sebagai air baku air minum mereka. Selain itu, air sungai lebih banyak digunakan dalam bidang pertanian dan untuk keperluan hewan piaraan atau hewan ternak, serta dalam keperluan untuk MCK, mencuci bahan pangan, peralatan makan minum, dan pakaian.

Sungai Leang Lonrong yang tetap memiliki pengunjung walau dalam kondisi hujan. Namun, ketika air sungai berarus deras, tidak ada pengunjung di sekitar sungai. Sungai Leang Lonrong pun menjadi salah satu destinasi wisata yang dipilih oleh masyarakat sebagai tempat rekreasi. Hal tersebut menjadi pemanfaatan air Sungai Leang Lonrong di bidang pariwisata.

KESIMPULAN

Diperoleh kesimpulan dari penelitian ini adalah kualitas air Sungai Leang Lonrong yang ditinjau dari parameter bau, rasa, TDS, kekeruhan, suhu, dan warna telah memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi berdasarkan PMK RI No. 32 Tahun 2017. Sedangkan, kualitas air Sungai Leang Lonrong yang ditinjau dari parameter fisik air untuk keperluan pemandian umum, yakni suhu, indeks sinar matahari, dan kejernihan berdasarkan standar baku mutu air untuk keperluan pemandian umum tidak memenuhi syarat. Adapun aktivitas masyarakat menjadi faktor yang memengaruhi kualitas air Sungai Leang Lonrong dalam pemanfaatannya adalah warga yang melakukan aktivitas seperti mandi, buang air kecil dan besar, mencuci pakaian dan peralatan, membuang sampah organik dan anorganik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Agus Susanto dan Usman atas kontribusinya dalam membantu penyusunan jurnal penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pemerintahan Desa Panaikang Kabupaten Pangkep yang telah bersedia memberi izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di Kawasan Wisata Leang Lonrong, serta warga sekitar Kawasan Wisata Leang Lonrong yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian. Selain itu, kepada pihak Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Makassar atas kesediaannya memberi izin penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium jurusan. Ucapan terima kasih juga kepada Riska Yuliana, Sitti Hasaniyah, Nur Aeni A., Nur Annisa, dan M. Reski Saputra atas bantuannya dalam proses memperoleh data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. E. Nugroho and W. A. D. Kristanto, "Karakter dan Potensi Risiko Kerusakan Ekosistem Karst Cekungan Air Tanah Watuputih Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, vol. 2, no. 1, pp. 34-45, Mar. 2020, doi: 10.31315/jilk.v2i1.3288.

- [2] A. Z. T. Soma, M. Arsyad, and V. A. Tiwow, "Analisis Karakteristik Kawasan Wisata Gua Leang Lonrong Taman Nasional Bantimurung Bulu Saraung," *JSPF*, vol. 17, no. 1, pp. 93–103, Apr. 2021, doi: 10.35580/jspf.v17i1.19362.
- [3] N. A. Jaya, "Valuasi Gua Leang Lonrong Kawasan Karst Pangkep Taman Nasional Bantimurung Sebagai Kawasan Wisata Mandiri," Universitas Negeri Makassar, Makassar, 2022.
- [4] R. Mukarromah and I. Yulianti, "Analisis Sifat Fisis Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo," *Unnes Physics Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 40–45, 2016.
- [5] D. Suprayogi, S. Nengse, and A. Hakim, "Analisis Kualitas Air Sungai Bawah Tanah Gua Ngerong, Kecamatan Rengel, Tuban," *alard*, vol. 5, no. 1, pp. 45–53, Dec. 2019, doi: 10.29080/alard.v5i1.748.
- [6] D. Rosarina and E. K. Laksanawati, "Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau dari Parameter Fisika," *Redoks*, vol. 3, no. 2, pp. 38–43, Nov. 2018, doi: 10.31851/redoks.v3i2.2392.
- [7] M. Arham, M. Arsyad, and P. Palloan, "Analisis Karakteristik Curah Hujan Dan Tinggi Muka Air Daerah Aliran Sungai (DAS) Pute Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros," vol. 11, no. 1, pp. 82–87, 2015.
- [8] Nur Hayati, "Pengelolaan Ekowisata Leang Londrong Berbasis Desa Di Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan," *anr*, vol. 2, no. 1, pp. 88–96, Jul. 2019, doi: 10.32734/anr.v2i1.578.
- [9] M. Arsyad, P. Palloan, J. D. Malago, and A. Suharna, "Analysis of the subsurface minerals of Bantimurung-Bulusaraung National Geopark: Leang Lonrong Cave in Maros-Pangkep regencies based on its characteristics of rainfall intensity," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1816, no. 1, p. 012106, Feb. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1816/1/012106.
- [10] E. Yogafanny, "Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo," *jstl*, vol. 7, no. 1, pp. 29–40, Apr. 2015, doi: 10.20885/jstl.vol7.iss1.art3.
- [11] R. E. Swandayani and M. P. Sulastri, "Identifikasi Komposisi dan Jenis Limbah Cair di Gili Air Kabupaten Lombok Utara," *NATURALIS – Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 143–147, 2020.
- [12] M. I. Lubis et al., "Conservation of Herpetofauna in Bantimurung Bulusaraung National Park, South Sulawesi, Indonesia," in *Lubis, M. 2008.pdf*, Bogor: Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, 2008, p. 46. [Online]. Available: <https://www.conservationleadershipprogramme.org/project/herpetofauna-in-bantimurung-bulusaraung-national-park-sulawesi/>
- [13] T. Ismail and E. Murpratiwi, "Kembangkan Kawasan Wisata Leang Londrong, Libatkan Indecon," *Kembangkan Kawasan Wisata Leang Londrong, Libatkan Indecon*. Accessed: Jul. 12, 2022. [Online]. Available: <https://ksdae.menlhk.go.id/info/6423/kembangkan-kawasan-wisata-leang-londrong-libatkan-indecon>
- [14] M. Arsyad, H. Pawitan, P. Sidauruk, and E. I. K. Putri, "Analisis Ketersediaan Air Sungai Bawah Tanah dan Pemanfaatan Berkelanjutan di Kawasan Karst Maros Sulawesi Selatan," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 21, no. 1, pp. 8–14, 2014.
- [15] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Keperluan Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum." Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/112092/permenkes-no-32-tahun-2017>
- [16] B. Baron, "Organoleptic Testing or Sensory Testing," *Sensory Spectrum*. Accessed: Dec. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.sensoryspectrum.com/post/organoleptic-testing-or-sensory-testing>
- [17] E. Kustiyangsih and R. Irawanto, "Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*," *JTSL*, vol. 7, no. 1, pp. 143–148, Jan. 2020, doi: 10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.18.

- [18] K. Pramusinto and Suryono, "Sistem Monitoring Kekerusuhan Air Menggunakan Jaringan Wireless Sensor System Berbasis Web," *Youngster Physics Journal*, vol. 5, no. 4, pp. 203–210, Oktober 2016.
- [19] N. Marlina, H. Hudori, and R. Hafidh, "Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air Sungai pada Parameter Kualitas Air COD, TSS di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2Kw," *jstl*, vol. 9, no. 2, pp. 122–133, Aug. 2017, doi: 10.20885/jstl.vol9.iss2.art6.
- [20] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [21] F. I. R. Indaryanto, "Secchi Depth with Black and White Difference Combination at Ciwaka Reservoir," *JPK UNTIRTA*, vol. 5, no. 2, pp. 11–14, Dec. 2016, doi: 10.33512/jpk.v5i2.1059.
- [22] BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika), "Indeks Sinar Ultraviolet (UV)," BMKG - Indeks Sinar Ultraviolet (UV). Accessed: Dec. 28, 2022. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/kualitas-udara/indeks-uv.bmkg>
- [23] M. Muarif, "Karakteristik Suhu Perairan Di Kolam Budidaya Perikanan," *j. mina sains*, vol. 2, no. 2, pp. 96–101, Oct. 2016, doi: 10.30997/jms.v2i2.444.