

**UJI KUALITAS AIR PADA ALIRAN SUNGAI GUA NGERONG
TUBAN JAWA TIMUR**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

TIA AULIA

NIM: H71219033

**PROGRAM STUDI BOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : TIA AULIA

NIM : H71219033

Program Studi : BIOLOGI

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul : "UJI KUALITAS AIR PADA ALIRAN SUNGAI GUA NGERONG TUBAN JAWA TIMUR". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 22 Juni 2023

Yang menyatakan,


MEERAI
TEMPEL
02277
TIA AULIA
NIM H71219033

HALAMAN PERSETUUAN

Skripsi

Uji Kualitas Air Pada Aliran Sungai Gua Ngerong

Tuban Jawa Timur

Diajukan oleh :

Tia Aulia

NIM: H71219033

Telah diperiksa dan disetujui

di Surabaya, 16 Juni 2023

Dosen pembimbing Utama



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si.

NIP. 198506252011012010

Dosen Pembimbing Pendamping



Ita Aiyun Jarivah, M.Pd.

NIP: 198612052019032012

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Tia Aulia ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 03 Juli 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji


Penguji I



Nirmala Fitria Firdhausi, M.Si

NIP. 198506252011012010

Penguji II



Ita Arfan Jarivah, M.Pd

NIP. 198612052019032012

Penguji III



Hanik Faizah, S.Si., M.Si

NUP. 201409019

Penguji IV



Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes

NIP. 198107252014031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Jember
Jember Ampel Surabaya




Depul Hamdani, M.Pd

NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Tia Aulia
NIM : H71219033
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Biologi
E-mail address : tiyaaulia1@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Uji Kualitas Air Pada Aliran Sungai Gua Ngerong Tuban Jawa Timur

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 20 Juli 2023

Penulis



(Tia Aulia)

ABSTRAK

UJI KUALITAS AIR PADA ALIRAN SUNGAI GUA NGERONG TUBAN JAWA TIMUR

Sungai Gua Ngerong banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hygiene sanitasi namun, aktivitas yang terjadi di daerah aliran sungai Gua Ngerong mempengaruhi kualitas air dan menyebabkan pencemaran. Pencemaran air dapat menyebabkan sumber penyakit, maka perlu adanya pengujian agar dapat diketahui kualitas air sungai Gua Ngerong. Tujuan penelitian untuk mengetahui kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter biologi, fisika, dan kimia. Penelitian ini menggunakan metode dekriptif dengan pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Terdapat 3 stasiun titik pengambilan sampel dan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Hasil penelitian didapatkan pada uji TPC stasiun 3 dengan jumlah koloni tertinggi yaitu $1,7 \times 10^4$ Cfu/ml dan terendah $3,6 \times 10^2$ Cfu/ml yaitu pada stasiun 1. Pada uji MPN didapatkan nilai total *Coliform* 14-17 koloni/100 ml dan nilai total *Coliform fecal* 29-113 koloni/100ml dan didapatkan 3 koloni bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.*, dan *Klebsiella sp.* Kualitas air berdasarkan parameter fisika suhu $27,8^{\circ}\text{C}$ - 28°C , tidak bau, TDS 348,6 mg/l – 350 mg/l memenuhi baku mutu, sedangkan warna air hijau keruh tidak memenuhi baku mutu air kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017 Bab II. Parameter kimia didapatkan pH 7,33-7,41, DO 4,08 mg/l – 4,41 mg/l memenuhi syarat baku mutu kebutuhan hygiene sanitasi PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017 Bab II, sedangkan BOD 10,29 mg/l – 11,58 mg/l dan COD 22,61 mg/l – 27,53 mg/l tidak memenuhi buku mutu air kelas I berdasarkan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup Nomor 22 tahun 2021.

Kata kunci : Air, *Coliform*, Bakteri, Kualitas air, Sungai

ABSTRACT

WATER QUALITY TESTING IN THE GUA NGERONG RIVER STREAM TUBAN, EAST JAVA

Gua Ngerong River is widely used to meet sanitary hygiene needs, however, activities that occur in the Gua Ngerong river basin affect water quality and cause pollution. Water pollution can cause a source of disease, so it is necessary to test in order to know the water quality of the Gua Ngerong river. The purpose of the study was to determine the water quality in the Gua Ngerong river basin based on biological, physical, and chemical parameters. This research uses descriptive method with sampling using purposive sampling method. There are 3 sampling point stations and 3 replicates were conducted. The results obtained in the TPC test station 3 with the highest number of colonies, namely 1.7×10^4 CfU / ml and the lowest 3.6×10^2 CfU / ml, namely at station 1. In the MPN test obtained a total Coliform value of 14-17 colonies/100 ml and a total value of fecal Coliform 29-113 colonies/100 ml and obtained 3 bacterial colonies namely *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp. and *Klebsiella* sp., and *Klebsiella* sp. Water quality based on physical parameters temperature 27.8°C - 28°C , no odor, TDS 348.6 mg / l - 350 mg / l meets the quality standards, while the murky green water color does not meet the water quality standards for sanitary hygiene needs based on PERMENKES Number 32 of 2017 Chapter II. Chemical parameters obtained pH 7.33-7.41, DO 4.08 mg/l - 4.41 mg/l meet the quality requirements of sanitary hygiene needs PERMENKES Number 32 of 2017 Chapter II, while BOD 10.29 mg/l - 11.58 mg/l and COD 22.61 mg/l - 27.53 mg/l ti

Keywords : Water, *Coliform*, Bacteria, Water quality, River

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Judul	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	Error! Bookmark not defined.
Halaman Pernyataan Keaslian	iv
Halaman Motto	vi
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar.....	viii
Abstrak	x
Abstract	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Air.....	9
2.2 Kualitas Air	10
2.2.1 Parameter Biologi	11
2.2.2 Parameter Fisika.....	16
2.2.3 Parameter Kimia	19
2.2.4 Baku Mutu Air	24
2.3 Bakteri Coliform.....	25
2.4 Sungai Gua Ngerong	26
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Rancangan Penelitian.....	30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	30

3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	31
3.3.1 Alat.....	31
3.3.2 Bahan.....	31
3.4 Prosedur Penelitian.....	31
3.4.1 Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel.....	31
3.4.2 Sterilisasi Alat.....	32
3.4.3 Pembuatan Media.....	32
3.4.4 Uji Kualitas Air.....	34
3.5 Analisis Data.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Biologi.....	41
4.1.1 Hasil Uji Metode TPC (Total Plate Count).....	41
4.1.2 Hasil Uji Metode MPN (Most Probable Number).....	45
4.2 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika.....	58
4.3 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia.....	61
4.4 Hasil kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan baku mutu pemerintah	66
BAB V PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
Daftar Pustaka	72
Lampiran	80



 UIN SUNAN AMPEL

 S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Pencemaran Perairan Berdasarkan Nilai BOD	21
Tabel 2. 2 Tingkat Pencemaran Perairan Berdasarkan Nilai COD	22
Tabel 2. 3 Standar Baku Mutu Air.....	24
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	30
Tabel 3. 2 Data Parameter Fisik	38
Tabel 3. 3 Data Parameter Kimia	40
Tabel 4. 1 Hasil Uji TPC.....	42
Tabel 4. 2 Hasil Uji Penduga.....	47
Tabel 4. 3 Hasil Uji Penegas	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji Pelengkap.....	55
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran uji parameter fisika.....	58
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran uji parameter kimia	62



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sungai Gua Ngerong.....	28
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Koloni bakteri yang tumbuh pada Media NA	42
Gambar 4. 2 Hasil uji penduga sampel positif dan negatif	46
Gambar 4. 3 Hasil Uji Penegas sampel positif dan negatif.....	49
Gambar 4. 4 Hasil Uji Pelengkap dengan media EMBA.....	53
Gambar 4. 5 Koloni <i>Klebsiella</i> sp. pada media EMB.....	55



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Metode MPN Ragam 555	80
Lampiran 2 Hasil Uji BOD (Biological Chemical Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand) di BBTCLP	83
Lampiran 3 Baku Mutu	92
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	94



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makhluk hidup untuk pemenuhan hidupnya membutuhkan air. Keberadaan air dimuka bumi paling melimpah dan menjadi salah satu sumber daya alam. Air merupakan senyawa kimia yang menjadi kebutuhan paling utama dalam menunjang kehidupan. Peran air dalam kehidupan tidak dapat tergantikan, bahkan dengan unsur lain. Pemenuhan kebutuhan hidupnya, setiap harinya manusia menggunakan air untuk mandi, mencuci pakaian, membersihkan tempat tinggal, menyiapkan makanan dan minuman, maupun untuk memenuhi kebutuhan aktivitas-aktivitas lainnya (Rimantho dan Mariani, 2017).

Keberadaan air sangat dibutuhkan semua makhluk hidup baik mikroorganisme, manusia, tumbuhan, maupun hewan. Hal ini dijelaskan didalam Al-Qur'an Surah Al-Anbiya' ayat 30:

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

وَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ
الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Artinya :”Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulunya menyatu, kemudian kami pisahkan antara keduanya; dan Kami jadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air; maka mengapa mereka tidak beriman?”

Para ahli tafsir dalam menafsirkan ayat berbeda-beda. Tafsir Al-Misbah Surah Al-Anbiya' ayat 30 dijelaskan bahwa dahulu langit dan bumi menyatu dalam suatu gumpalan, kemudian Allah memisahkan diantara keduanya (langit dan bumi) dengan angin atau udara menjadi dua bagian yaitu bagian atas dan

bawah. Kemudian dari bagian atas Allah menciptakan awan dan dibukakan ruang hingga dapat menurunkan hujan dan bagian bawah Allah menciptakan bumi yang tumbuh tumbuhan. Diantara keduanya Allah menciptakan beraneka ragam makhluk hidup (Shihab, 2002).

Air bersih di butuhkan manusia untuk proses metabolisme dan pemenuhan kebutuhan higiene sanitasi, namun kebutuhan air bersih saat ini semakin meningkat, dikarenakan penambahan penduduk yang semakin pesat. Air bersih dikatakan sebagai air yang tidak berwarna (jernih), tidak ada rasa, dan tidak ada bau (Sari, 2014). Air tidak bersih atau yang disebut air tercemar memberikan dampak yang signifikan yaitu mengganggu sistem kehidupan. Selain itu, air tercemar juga menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia seperti diare, penyakit kulit, hepatitis A, kolera, dan lainnya (Oriza, 2013). Sumber air tawar yang banyak digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari yaitu sungai.

Sungai sebagai sumber air tawar yang memiliki potensi besar untuk digunakan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup. Penyediaan air tawar di sungai dapat dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan rumah tangga, MCK (mandi cuci kakus), perikanan, pariwisata, sanitasi lingkungan, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi. Air sungai mengalir terus menerus dan memanjang yang berawal dari hulu dan berakhir di hilir. Kualitas air sungai sendiri pada setiap daerah dipengaruhi oleh aktivitas manusia, khususnya yang berada di sekitar aliran sungai. Selain itu, dalam proses pengaliran air sungai juga akan banyak menerima berbagai macam bahan pencemar (Hanafi dan Yosanto, 2018). Pemerintah telah menetapkan standar baku mutu air yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32

Tahun 2017 Bab II telah dijelaskan mengenai standar baku mutu air bersih yang digunakan untuk pemenuhan hygiene sanitasi berdasarkan parameter biologi, parameter fisik, dan kimia. Sehingga dalam menentukan kualitas suatu perairan perlu dilakukan uji kualitas air yang berdasarkan parameter biologi, fisik, dan kimia. Cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas air yaitu dengan melakukan pengujian.

Uji kualitas air berdasarkan parameter fisik yang meliputi suhu, bau, warna, dan TDS (*Total Dissolved Solid*). Sedangkan uji kualitas air dengan parameter kimia untuk mengetahui tingkat pencemaran dengan mengetahui pH, BOD (*Biological Chemical Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan DO (*Dissolved Oxygen*). Penelitian yang dilakukan oleh Husain (2021) pada air sungai Sanggong di Desa Rante Balla Latimojong, Wulu didapatkan pada uji fisika air memiliki bau amis dan diminum agak berasa di langit-langit mulut, sedangkan pada uji kimia di dapatkan air dengan pH yang sangat tinggi, menunjukkan air tidak memenuhi syarat standar baku mutu air.

Penentuan kualitas air juga dilakukan dengan uji kualitas air berdasarkan parameter biologi yang dapat dilakukan dengan uji TPC dan uji MPN. Tujuannya untuk mengetahui cemaran mikroba yang ada pada sampel air tersebut. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Bab II telah menetapkan standar baku mutu air bersih berdasarkan parameter biologi yaitu syarat kualitas air bersih kebutuhan hygiene sanitasi ambang batas Bakteri *Coliform* sebesar 50 koloni/g (per 100 ml sampel) dan untuk ambang batas Bakteri *Escherichia coli* sebesar 0 koloni/g (per 100 ml sampel).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Amaliyah (2020) pada aliran sungai brantas berdasarkan parameter biologi. Hasil yang didapatkan bahwa aliran sungai brantas telah mengalami cemaran bakteri *Coliform* pada sampel air sungai dengan kandungan bakteri *Coliform* 15/100 ml pada titik 1 dan pada titik 3 sebesar 1100/100 ml yang menunjukkan tingginya kandungan *Coliform* pada aliran sungai brantas dan tidak memenuhi baku mutu kualitas air. Selain itu, pengamatan bentuk koloni bakteri secara makroskopis didapatkan tiga spesies bakteri antara lain *Bacillus* sp. , *Aeromonas* sp. , dan *Enterobacter* sp. Sedangkan hasil yang didapatkan pada uji MPN pada media EMB didapatkan koloni bakteri gram-negatif yaitu *Klebsiella* sp. , *Escherichia coli*, dan *Enterobacter* sp.

Penelitian yang dilakukan oleh Suprayogi *et al.*, (2019), yang dilakukan di sungai bawah tanah Gua Ngerong dengan 3 titik pengambilan sampel berdasarkan zona. Hasil yang didapatkan parameter fisika yaitu suhu, TDS, dan kekeruhan memenuhi baku mutu, sedangkan parameter DO tidak memenuhi baku mutu lingkungan hidup berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 untuk syarat dan pengawasan kualitas air. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu adanya uji lanjut mengenai kualitas air sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter mikrobiologi. Parameter secara mikrobiologi juga penting dalam menentukan kualitas suatu perairan yang digunakan sebagai hygiene sanitasi. Penentu terjadinya pencemaran pada suatu perairan berdasarkan parameter mikrobiologi jika ditemukannya bakteri golongan *Coliform* (Falamy *et al.*, 2013).

Bakteri *Coliform* merupakan bakteri yang terdapat dalam kotoran hewan maupun manusia, bakteri ini digunakan sebagai indikator untuk menentukan kualitas pada air maupun makanan. Bakteri ini memiliki sifat patogen dan dapat menimbulkan suatu penyakit. Bakteri *Coliform* dibagi menjadi dua yaitu Bakteri *Coliform* fekal dan bakteri *Coliform* non fekal. *Coliform* fekal merupakan bakteri yang sumbernya berasal dari tinja manusia maupun hewan berdarah panas contohnya Bakteri *Escherichia coli* dan Bakteri *Enterobacter aerogenes*. Sedangkan bakteri *Coliform* non fekal merupakan bakteri yang sumbernya berasal dari hewan maupun tumbuhan yang mati contohnya *Aerobacter* sp., *Citrobacter* sp. dan *Serratia* sp. (Pakpahan *et al.*, 2015). Adanya bakteri *Coliform* dapat digunakan sebagai indikator menentukan kualitas air salah satunya menentukan kualitas air sungai.

Sungai sebagai sumber air tawar yang memiliki potensi besar untuk digunakan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup. Penyediaan air tawar di sungai dapat dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan rumah tangga, MCK (mandi cuci kakus), perikanan, pariwisata, sanitasi lingkungan, pembangkit tenaga listrik, dan transportasi. Air sungai mengalir terus menerus dan memanjang yang berawal dari hulu dan berakhir di hilir. Kualitas air sungai sendiri pada setiap daerah dipengaruhi oleh aktivitas manusia, khususnya yang berada di sekitar aliran sungai. Selain itu, dalam proses pengaliran air sungai juga akan banyak menerima berbagai macam bahan pencemar (Hanafi dan Yosanto, 2018). Salah satu sungai yang banyak digunakan manusia dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya yaitu sungai Gua Ngerong.

Gua ngerong merupakan gua wisata yang banyak dikunjungi wisatawan dikarenakan aksesnya yang mudah sehingga gampang ditemui. Dari dalam Gua Ngerong terdapat aliran air sungai yang mengalir. Selain itu, di dalam gua Ngerong dan mulut gua terdapat banyak kelelawar (Andriani dan Murtini, 2018). Berdasarkan hasil observasi pada aliran air yang mengalir setelah mulut gua banyak digunakan wisatawan untuk berenang dan warga sekitar memanfaatkannya dalam pemenuhan kebutuhan hygiene sanitasi.

Gua Ngerong terletak di Desa Rengel, Kecamatan Rengel Tuban. Aliran sungai Gua Ngerong mengalir ke permukiman warga dan persawahan, berakhir pada sungai bengawan solo. Air sungai dimanfaatkan warga dalam pemenuhan hygiene sanitasi, sehingga perlu diketahui kualitas air dari sungai Gua Ngerong. Jika sungai mengalami pencemaran akan menjadi sumber penyakit. Penyakit yang disebabkan oleh penggunaan air tercemar yaitu diare. Diare dapat disebabkan oleh bakteri *E.coli* yang ada di dalam air, kemudian menginfeksi tubuh manusia bahkan dapat menyebabkan kematian. Menurut profil Kesehatan Kabupaten Tuban (2013) tercatat penderita diare mencapai 58,29% pada semua kalangan usia. Secara umum, penyakit diare disebabkan oleh hygiene sanitasi dan perilaku bersih dan sehat. Maka, perlu mengetahui kualitas air sungai dan identifikasi bakteri. Hal ini dikarenakan untuk mengetahui baku mutu kualitas air dan sebagai salah cara atau upaya untuk pencegahan timbulnya suatu penyakit yang disebabkan oleh penggunaan air tercemar.

Berdasarkan uraian tentang pentingnya penggunaan air bersih sebagai pemenuhan kebutuhan hygiene sanitasi, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kontaminasi air pada aliran sungai Gua Ngerong. Dilakukan

pengujian kualitas air berdasarkan parameter biologi yaitu metode TPC dan Metode MPN, parameter fisik meliputi suhu, bau, warna, dan TDS. Sedangkan pada parameter kimia dilakukan pengujian yang meliputi suhu, BOD, COD, dan DO pada aliran air sungai Gua Ngerong.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana kualitas air berdasarkan parameter biologi pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur ?
- b. Bagaimana kualitas air berdasarkan parameter fisik pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur ?
- c. Bagaimana kualitas air berdasarkan parameter kimia pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur ?
- d. Apakah kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong Tuban Jawa Timur memenuhi standar baku mutu untuk keperluan hygiene sanitasi ?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui kualitas air berdasarkan parameter biologi pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur
- b. Mengetahui kualitas air berdasarkan parameter fisik pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur
- c. Mengetahui kualitas air berdasarkan parameter kimia pada aliran sungai Gua Ngerong di Tuban Jawa Timur
- d. Mengetahui kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong Tuban Jawa Timur memenuhi standar baku mutu untuk keperluan hygiene sanitasi

1.4 Manfaat Penelitian

a. Manfaat bagi peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi peneliti tentang cemaran pada aliran sungai Gua Ngerong Tuban Jawa Timur dengan uji kualitas air berdasarkan parameter biologi, fisika, dan kimia.

b. Manfaat bagi institusi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmu pengetahuan khususnya mahasiswa biologi dan dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa lain.

c. Manfaat bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat sehingga dapat memahami pentingnya menjaga kebersihan air yang digunakan untuk kebutuhan hygiene sanitasi

1.5 Batasan Penelitian

a. Uji kualitas air berdasarkan parameter biologi menggunakan metode TPC dan MPN

b. Uji kualitas air berdasarkan parameter fisik meliputi warna, bau, suhu, dan TDS (*Total Dissolved Solid*)

c. Uji kualitas air berdasarkan parameter kimia meliputi pH (Derajat Keasaman), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan DO (*Dissolved Oxygen*)

d. Batasan wilayah yang digunakan sampling 600 m dari mulut Gua Ngerong Tuban Jawa Timur

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air senyawa penting yang dibutuhkan semua makhluk hidup di bumi dan memiliki fungsi yang tidak tergantikan oleh senyawa lain . Keberadaan air di bumi cukup melimpah karena hampir 71% bumi tertutup oleh air. Sumber-sumber air seperti air sungai, air laut, air rawa, air permukaan, air tanah, dan air atmosfer. Makhluk hidup membutuhkan air baik manusia, hewan dan tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Manusia membutuhkan air untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci, mandi, memasak, dan lain-lainnya. Air juga dibutuhkan hewan sebagai tempat tinggal dan untuk proses pencernaan makanan, Tumbuhan memerlukan air dalam proses fotosintesis (Rahman *et al.*, 2018).

Air merupakan senyawa kompleks yang didalamnya mengandung zat dan mineral. Namun, kandungan zat dan mineral tidak semuanya dapat dicerna oleh tubuh dengan baik. Air rentan terkontaminasi oleh mineral dan bakteri yang dapat membahayakan tubuh, dikarenakan sumber air yang tercemar atau lingkungan yang ada disekitar sumber air yang telah mengalami pencemaran (Rahman *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perlu pengawasan dan pengelolaan di lingkungan sekitar sumber air agar tetap terjaga kualitas air bersih yang sesuai dengan standar baku mutu air bersih layak dikonsumsi.

Air berdasarkan sumbernya dibagi menjadi tiga yaitu air permukaan, air tanah, dan air hujan. Air yang mengalami proses evaporasi yang kemudian

berkumpul membentuk awan. Kemudian terjadi proses presipitasi dimana awan berubah menjadi tetes-tetes air yang turun ke tanah yaitu air hujan. Pembentukan air permukaan dalam prosesnya tidak mengalami infiltrasi didalam tanah. Air permukaan ini banyak ditemukan pada rawa, sungai, waduk, dan danau kemudian air tanah merupakan air yang prosesnya mengalami penyerapan pada bawah permukaan tanah dengan kecepatan arus sangat lambat (Kusuma *et al.*, 2021).

2.2 Kualitas Air

Air sebagai salah satu sumber daya alam yang diperlukan manusia, hewan, dan tumbuhan dalam pemenuhan sumber energi, pengangkutan zat-zat makanan, dan keperluan lainnya (Sasongko *et al.*, 2014). Air dapat dikatakan bersih jika memenuhi standar kualitas air yang telah ditetapkan pada peraturan perundang-undangan yang berlaku. Standar baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan pada peraturan undang-undang dalam menentukan kualitas air maka harus memenuhi ketentuan standar baku mutu air yang berdasarkan parameter biologi, parameter fisik, dan parameter kimia (Karim *et al.*, 2016).

Kualitas air merupakan zat, sifat air, komponen, energi dan kandungan yang terdapat didalam air. Dalam menentukan kualitas air dapat digunakan parameter air yaitu parameter biologi, fisik, dan kimia. Parameter biologi yang meliputi bakteri dan plankton, sedangkan parameter fisika seperti suhu, padatan terlarut, kekeruhan, dan uji kenampakan bau dan warna, kemudian parameter kimia antara lain pH, BOD (*Biological oxygen demand*), oksigen terlarut, kadar logam dan lainnya. Selain dapat diketahui dengan menggunakan parameter, kualitas pada air juga dapat diketahui dengan melakukan pengujian.

Pengujian yang dapat dilakukan yaitu uji biologi, fisik, dan kimia (Noor *et.al.*, 2019).

2.2.1 Parameter Biologi

a. Metode TPC (*Total Plate Count*)

Metode TPC (*Total Plate Count*) adalah metode untuk menghitung jumlah mikroba yang berasal dari suatu sampel dengan cara ditumbuhkan pada media dan dilakukan inkubasi pada waktu dan suhu yang telah ditetapkan. Adapun prinsip dari metode TPC yaitu metode ditumbuhkannya sel-sel mikroorganisme pada media, kemudian sel dapat hidup dan berkembang biak pada media dengan membentuk koloni untuk kemudian diamati koloni mikroba yang tumbuh secara langsung, pengamatan dapat dilakukan dengan mata tanpa bantuan mikroskop (Tyas *et al.*, 2018).

Tujuan dari metode TPC yaitu dapat digunakan untuk mengisolasi dan identifikasi mikroba, dikarenakan setiap spesies bakteri memiliki ciri khas dan bentuk yang spesifik pada koloninya. Sel mikroba yang hidup kemudian tumbuh pada media agar dengan membentuk koloni untuk kemudian diamati. Metode TPC dilakukan dengan cara melakukan pengenceran. Tujuan dilakukannya pengenceran yaitu untuk mendapatkan koloni bakteri yang tidak terlalu banyak ketika ditumbuhkan pada media (Putri dan Endang, 2018).

Pengenceran yang dilakukan dengan mengambil 1 ml pengenceran dan dimasukkan kedalam cawan petri dan ditambahkan dengan media agar secara perlahan agar merata. Cawan petri diputar membentuk angka delapan, setelah agar memadat dilakukan inkubasi dengan posisi cawan

terbalik dalam suhu dan waktu yang sudah ditetapkan. Kemudian koloni yang tumbuh pada media, dilakukan perhitungan berdasarkan *Standart Plate Count* (SPC). Adapun cawan yang digunakan yaitu terdapat 30 sampai 300 koloni. Hal ini dikarenakan jika koloni melebihi angka 300, hasil hitung yang didapatkan akan melebihi ambang batas total yang di tentukan (Dhafin, 2017).

Kelebihan dari metode TPC yaitu jika terlalu sedikit atau terlalu banyak jumlah koloni bakteri yang tumbuh dapat digunakan faktor pengenceran dan bakteri yang dihitung merupakan bakteri yang layak yaitu bakteri yang tidak mati maupun puing-puing yang berada pada media. Adapun kekurangan dari metode TPC yaitu perhitungan koloni atau kumpulan sel berasal dari beberapa sel yang tumbuh secara berdekatan dan hanya terhitung dalam satu sel, dan dilaporkan sebagai CFU/mL bukan sel/mL. Selain itu, metode TPC membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan hasil dapat diperoleh setelah 1-3 hari (Soesetyaningsih dan Azizah, 2020).

b. Metode MPN (*Most Probable Number*)

Metode MPN (*Most Probable Number*) merupakan metode untuk mendeteksi keberadaan dan digunakan untuk menentukan jumlah bakteri *coliform*. Pada metode MPN digunakan medium cair yang dimasukkan kedalam tabung reaksi, jika tabung positif menandakan adanya jasad renik dengan adanya kekeruhan dan terdapat gas dalam tabung durham, kemudian dihitung tabung yang positif. Prinsip metode MPN yaitu pengenceran sampel yang dilakukan sampai tingkat tertentu dengan konsentrasi yang sesuai yang diinginkan (Dewi dan Gusnita, 2019).

Metode memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti halnya metode MPN yang memiliki kelebihan yaitu hasil uji dapat dibandingkan dengan SPC (*standar plate count*). Metode MPN juga dapat digunakan untuk menentukan jumlah bakteri *coliform fecal*. Sedangkan kelemahan dari metode MPN yaitu sampel dalam satu kali pengujian yang digunakan hanya sedikit dengan jumlah bakteri yang dilakukan perhitungan merupakan jumlah kasar, membutuhkan media dan perlengkapan yang banyak, dan tidak dapat digunakan untuk pengamatan morfologi dari mikroorganisme. Pengujian yang dilakukan tidak dapat dilakukan pada lokasi pengambilan sampel secara langsung, sehingga membutuhkan angkutan tertentu, agar meminimalisir perubahan yang terjadi pada sampel (Apriliyanti, 2020).

Menurut Sidabutar (2019); Kumalasari (2021) pengujian MPN terdiri dari 3 ragam seri tabung dengan ketentuan yang berbeda-beda yaitu :

1. Ragam 333 : sampel makanan, minuman, dan sebuk minuman
2. Ragam 511 : sampel air yang sudah mengalami proses pengolahan, biasanya digunakan untuk pengujian air dalam kemasan
3. Ragam 555 : sampel air yang belum melalui proses pengolahan

Pengujian MPN digunakan beberapa macam media antara lain media LB, media BGLB, dan media EMB. Media LB (*Lactose broth*) jenis media yang digunakan dalam uji praduga sebagai pendeteksi awal keberadaan bakteri *coliform* (Supomo *et al.*, 2016). Kemudian media BGLB (*Briliant Green Lactose Broth*) digunakan dalam uji kedua setelah uji penduga yaitu uji

penegasan. Media ini digunakan untuk membedakan bakteri *coliform* dengan bakteri fermentasi lain yaitu dengan menghambat pertumbuhan dari bakteri gram positif dan menstimulasi pertumbuhan dari bakteri negative seperti *Coliform* (Kamaliah, 2017).

Media yang digunakan dalam pegujian pada uji terakhir yaitu uji pelengkap digunakan media EMB. Media EMB (*Eosin Methylen Blue*) merupakan media yang didalamnya mengandung laktosa. Fungsi dari media ini yaitu untuk memilah bakteri yang memiliki kemampuan memfermentasi laktosa atau tidak. Bakteri yang dapat memfermentasi glukosa ditandai dengan tumbuhnya koloni (Basriman *et al.*, 2019). Pengujian metode MPN dilakukan melalui tiga tahap uji yaitu Uji praduga (*persumtive test*), Uji penegas (*convirmate test*), dan Uji pelengkap (*completed test*)

1. Uji Praduga (*persumtive test*)

Uji praduga sebagai tahap uji di awal bertujuan mendeteksi keberadaan bakteri *coliform*. Media LB (*Lactosa broth*) digunakan pada uji ini, media ini mengandung berbagai bahan yang digunakan bakteri *coliform* untuk bertahan hidup (Meylani dan Putra, 2019). Bahan-bahan tersebut antara lain pepton 0,5% yang berfungsi sebagai sumber asam amino, nitrogen, vitamin, nitrogen, dan mineral. Kemudian laktosa 0,5% berfungsi sebagai sumber karbohidrat yang digunakan dalam proses fermentasi bakteri *coliform* dan ekstrak beef 0,3% yang berfungsi sebagai sumber nutrisi yang dibutuhkan bakteri dalam proses metabolisme (Dhafin, 2017). Hasil positif pada uji praduga yaitu terbentuknya gas didalam

tabung durham dan sebaliknya hasil negatif ditunjukkan dengan tidak adanya gelembung pada tabung durham. Kandungan bakteri yang terdapat pada sampel dapat dilihat melalui jumlah atau banyaknya tabung reaksi positif, yang didalamnya terdapat gelembung pada tabung durham (Kamaliah, 2017).

2. Uji Penegasan (*convirmative test*)

Uji penegasan adalah uji kedua setelah uji praduga yang dilakukan untuk menguatkan hasil positif yang dihasilkan pada uji praduga, sampel yang positif kemudian diinokulasikan dengan menggunakan media BGLB (*Briliant Green lactose Broth*). Media BGLB merupakan media cair pada tahap kedua setelah uji praduga atau digunakan sebagai confirm test pada metode MPN. Hasil positif pada uji ini ditandai adanya gelembung gas pada tabung durham (Meylani dan Putra, 2019).

3. Uji Pelengkap (*completed test*)

Uji pelengkap digunakan untuk melihat koloni bakteri yang tumbuh merupakan bakteri *coliform* untuk kemudian diinokulasikan pada media EMBA (*Eosin Metilen Blue Agar*) dan diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif dari uji ini ditandai dengan tumbuhnya koloni, jika koloni memiliki warna hijau metalik, menandakan adanya bakteri *Escherichia coli* dan warna merah muda tanpa adanya kilap logam pada media menandakan adanya bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. Bakteri yang tidak dapat

memfermentasikan laktosa tidak akan bewarna (Meylani dan Putra, 2019).

2.2.2 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu sebagai faktor yang berpengaruh terhadap organisme yang ada pada suatu perairan. Suhu menjadi faktor eksternal dan memiliki peran dalam mengendalikan kondisi ekosistem pada perairan yaitu berperan dalam kehidupan dan pertumbuhan biota yang ada di air. Jika perubahan suhu terjadi pada suatu perairan akan berakibat pada organisme yang menghuninya, hal ini dikarenakan dapat menyebabkan menghambat proses pertumbuhan, mengganggu proses respirasi, kematian dan lain-lain (Hamuna *et al.*, 2018).

Menurut Muarif (2016), faktor-faktor yang berpengaruh terhadap suhu pada perairan antara lain :

1. Radiasi matahari
2. Cuaca
3. Iklim
4. Suhu udara

Suhu berpengaruh terhadap kelarutan oksigen yang diperlukan organisme akuatik dalam proses metabolisme. Jika suhu perairan tinggi maka kelarutan oksigen menurun. Peningkatan suhu juga berpengaruh pada peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba, dikarenakan setiap mikroorganisme memiliki ambang batas toleransi terhadap cekaman suhu (Masykur *et al.*, 2018). Perubahan suhu yang terjadi juga berpengaruh

terhadap proses biologi, fisika, dan kimia yang terjadi di perairan. Selain itu, kenaikan suhu di perairan dapat menyebabkan terjadinya stratifikasi (pelapisan air). Pengaruh dari stratifikasi yaitu pengadukan air yang diperlukan dalam penyebaran oksigen yang menyebabkan lapisan dasar menjadi anaerob (Hamuna *et al.*, 2018). Menurut Mainassy (2017) Suhu optimal pada perairan yang dapat dihuni oleh organisme perairan antara 27 °C-30°C.

b. Warna

Warna air yang terbentuk pada perairan dipengaruhi oleh kandungan materi yang ada didalam air tersebut. Kandungan materi yang ada didalam air tersusun atas unsur biotik maupun abiotik (Santosa dan Dhimas, 2013). Proses oksidasi bahan organik yang dilakukan mikroorganisme pada air limbah berakibat pada perubahan warna air menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk (Pamungkas, 2016). Menurut Lestari (2014), faktor-faktor yang berpengaruh terhadap warna pada perairan yaitu pencemaran air, pelapukan, dan zat organik yang terkandung dalam air terlalu banyak.

Air memiliki warna dikarenakan kandungan bahan organik maupun anorganik. Bahan- bahan organik seperti tannin, lignin, dan asam hummus yang dapat menimbulkan warna kecoklatan pada air. Selain itu, adanya humus, plankton, dan ion-ion logam juga berpengaruh terhadap warna perairan. Sehingga penurunan kualitas air yang terjadi pada suatu perairan dapat diketahui dengan perubahan warna yang terjadi (Munfiah *et al.*, 2013). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

No.32 Tahun 2017 tentang air untuk keperluan hygiene sanitasi berdasarkan parameter fisik, bahwa ambang batas maksimum warna yaitu yaitu 50 TCU.

c. Bau

Bau merupakan salah satu parameter fisik yang saling berhubungan dengan rasa dan sebagai indikator pencemaran air. Adanya bau pada perairan menandakan terjadinya penurunan kualitas air atau air yang tercemar. Bau timbul karena adanya bahan organik yang dapat membusuk dan penguraian zat organik yang dilakukan mikroorganisme dengan menghasilkan gas tertentu. Dalam proses penguraian tersebut dibutuhkan oksigen, sehingga oksigen terlarut dalam air berkurang yang menyebabkan bau busuk (Azis, 2006).

Bau pada perairan juga dapat disebabkan oleh bangkai binatang, bahan buangan (limbah), dan penguraian senyawa organik oleh bakteri. Adanya bau tidak enak pada suatu perairan juga dapat mengindikasikan adanya pencemaran oleh bakteri yang terdapat pada air tersebut seperti bakteri coli tinja (*E. coli*) (Mukarromah *et al.*, 2016). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 tentang air untuk hygiene sanitasi berdasarkan parameter fisik. Dalam peraturan tersebut, dijelaskan bahwa air bersih yang sesuai dengan kriteria kualitas air secara fisik yaitu air tidak berasa dan tidak berbau.

d. TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur nilai unsur terlarut baik organik maupun non organik dalam air. TDS pada perairan menyebabkan timbulnya rasa, warna, dan bau

yang tidak sedap (Mutmainah dan Ilham, 2018). Zat organik berasal dari alam seperti tumbuhan, pati, gula, alkohol, selulosa, sintesa dan fermentasi. Zat organik inilah yang akan menyebabkan menurunnya kualitas air ditandai dengan timbulnya rasa, bau, rasa, dan kekeruhan yang terjadi dalam air (Kaslum *et.al.*, 2019).

Zat terlarut yang ada di air berasal dari senyawa organik yang tidak beracun, jika terlalu banyak dan melebihi akan berpengaruh pada kualitas air (Tanjung *et.al.*, 2016). Tingginya kadar TDS dapat disebabkan oleh senyawa-senyawa organik maupun anorganik yang larut di dalam air, serta kandungan mineral dan garam (Rinawati *et.al.*, 2016). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 tentang kualitas air untuk hygiene sanitasi berdasarkan parameter fisik, bahwa ambang batas maksimum Zat Padat Terlarut (*Total Dissolved Solid*) yaitu 1000 mg/l.

2.2.3 Parameter Kimia

a. pH (Derajat Keasaman)

pH merupakan parameter kimia yang memiliki peran dalam menentukan kestabilan dan menentukan baik buruknya suatu perairan.

Nilai pH dipengaruhi oleh biota yang hidup didalam suatu perairan dan beberapa faktor seperti aktivitas biota, suhu, dan salinitas perairan.

Batas pH yang optimal atau aman bagi kehidupan biota yang ada didalam perairan yaitu berkisar 6,5-8,0. Jika kondisi pada perairan sangat asam atau sangat basa, maka akan berpengaruh pada kehidupan organisme yang ada didalamnya. Dikarenakan dapat mengganggu

proses metabolisme dan respirasi dari organisme tersebut (Odum, 1971; Hamuna *et al.*, 2018).

Air bersih memiliki nilai pH netral atau mendekati pH 7 yang dapat dihuni oleh hampir semua organisme pada perairan. Nilai pH pada setiap wilayah berbeda-beda. Dikarenakan fluktuasi nilai pH yang dipengaruhi oleh limbah baik organik maupun anorganik. (Masykur *et al.*, 2018). Jika nilai pH pada perairan tinggi, hal ini menunjukkan tingkat keasaman yang terjadi pada perairan juga tinggi dan berbanding lurus dengan CO₂. Secara tidak langsung pH berpengaruh pada proses biogeokimia yang terjadi pada perairan (Mutmainah dan Ilham, 2018). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 kualitas air untuk hygiene sanitasi berdasarkan parameter fisik, bahwa ambang batas maksimum pH yaitu 6,5-8,5 mg/l.

b. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan parameter kimia digunakan untuk menentukan kadar oksigen terlarut dalam air yang diperlukan mikroorganisme dalam mendekomposisi atau mengurai suatu bahan organik dalam kondisi aerobik. BOD merupakan angka indeks sebagai tolak ukur dari pencemaran air limbah yang terjadi pada suatu perairan. Jika konsentrasi BOD yang dihasilkan semakin besar menunjukkan bahan organik yang terkandung di dalam air juga tinggi (Hamuna *et al.*, 2018).

Parameter BOD untuk menentukan tingkat pencemaran yang terjadi didalam air disebabkan oleh sumber pencemar Konsentrasi BOD yang

tinggi menunjukkan perairan tersebut telah mengalami pencemaran, sedangkan konsentrasi BOD rendah menandakan perairan dalam kondisi yang baik (Hamuna *et al.*, 2018). Nilai BOD yang dihasilkan hanya mengukur bagian *biodegradable* saja (Royani *et al.*, 2021). Kelemahan pengukuran BOD yaitu penentuan nilai BOD yang dapat diketahui setelah 5 hari inkubasi, hal ini dikarenakan melibatkan mikroorganisme yang berperan sebagai pengurai bahan organik (Atima, 2015). Tingkatan pencemaran pada suatu perairan berdasarkan nilai BOD ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Tingkat Pencemaran Perairan Berdasarkan Nilai BOD

Nilai BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	Tingkat Pencemaran
<1 mg/l	Sangat ringan
1-3 mg/l	Ringan
3-6 mg/l	Sedang
>6 mg/l	Berat

Sumber : (Yulis *et al.*, 2018)

c. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan kadar jumlah oksigen yang digunakan dalam mengoksidasi zat organik yang terdegradasi secara biologis atau non biologis menjadi CO₂ dan H₂O (Mutmainah dan Ilham, 2018). Pengukuran nilai COD sedikit lebih kompleks, hal ini dikarenakan dalam pengukuran nilai COD digunakan peralatan khusus yaitu *reflux*, penggunaan asam pekat, pemanasan, dan titrasi. Namun, kelemahan dari COD yaitu senyawa kompleks anorganik yang terdapat pada air dapat teroksidasi dalam reaksi (Atima, 2015).

Tingginya nilai COD menunjukkan tingginya tingkat pencemaran yang terjadi dan pada wilayah ini tidak digunakan dalam kepentingan perikanan dan pertanian. Hal ini dikarenakan, kondisi air yang sudah tercemar sehingga tidak mendukung kehidupan organisme (Masykur *et al.*, 2018). Nilai COD mengindikasikan kandungan zat total organik yang ada didalam air baik yang *biodegradable* maupun *non-biodegradable* (Royani *et al.*, 2021). Tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu perairan ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tingkat Pencemaran Perairan Berdasarkan Nilai COD

Nilai COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	Tingkat Pencemaran
<5 mg/l	Sangat ringan
6-9 mg/l	Ringan
10-15 mg/l	Sedang
>16 mg/l	Berat

Sumber : (Yulis *et al.*, 2018)

d. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (DO) parameter kimia yang digunakan untuk menentukan jumlah total oksigen yang (terlarut) di air. Oksigen terlarut dibutuhkan semua jasad terlarut dalam proses pernapasan, metabolisme atau proses pertukaran zat untuk menghasilkan energi yang berguna dalam proses pertumbuhan dan pembiakan. Setiap organisme membutuhkan oksigen terlarut yang bervariasi, dikarenakan tergantung pada jenis, stadium, dan aktifitas dari organisme tersebut. Pada umumnya, oksigen banyak dijumpai pada permukaan. Oksigen yang ada

di udara secara langsung larut yang kemudian berdifusi kedalam air (Hutabarat dan Evans, 1985; Hamuna *et al.*, 2018)

Oksigen memegang peran penting sebagai indikator kualitas air pada perairan, dikarenakan oksigen terlarut memiliki peran dalam proses oksidasi dan reduksi bahan-bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga berperan dalam aktivitas biologis oleh organisme aerobik maupun anaerobik. Ketika kondisi aerobik peran oksigen yaitu mengoksidasi bahan organik dan anorganik, kemudian menghasilkan nutrient sebagai peningkatan kesuburan pada perairan. Sedangkan pada kondisi anaerobic, oksigen berperan dalam mereduksi suatu senyawa kimia dijadikan senyawa yang lebih sederhana, dan didapatkan nutrient dan gas. Dengan adanya proses tersebut, maka peran penting oksigen terlarut dapat mengurangi beban pencemaran yang ada pada suatu perairan (Yulis *et al.*, 2018).

Oksigen terlarut yang ada didalam air bersumber dari difusi dari udara, hasil fotosintesis dari organisme yang memiliki klorofil yang hidupnya di perairan (Megawati *et al.*, 2014). Adapun kandungan oksigen yang optimal pada perairan adalah 3-7 mg/l. Pada suatu perairan oksigen terlarut berhubungan erat dengan jenis limbah, tingkat pencemaran, dan bahan organik yang terkandung dalam perairan tersebut (Hamuna *et al.*, 2018). Pada perairan alami, kandungan oksigen terlarut sangat bervariasi, hal ini dikarenakan bergantung pada salinitas, suhu, tekanan atmosfer, dan turbulensi air. Jika terdapat banyak limbah pada perairan akan berakibat pada kandungan oksigen terlarut yang

menurun. Hal ini dikarenakan oksigen yang digunakan bakteri-bakteri anaerobic untuk memecah bahan organik dari limbah yang mencemari perairan tersebut (Mainassy, 2017).

2.2.4 Baku Mutu Air

Baku mutu air adalah ketetapan atau acuan yang telah ditetapkan dan diizinkan oleh Negara sebagai ambang batas mutu air. Adanya standar baku mutu air, maka dapat diketahui kualitas dari air tersebut (Mukti *et al.*, 2021). Penentuan baku mutu bertujuan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas yang sesuai dengan standar baku mutu. Standar baku mutu air berdasarkan sifat-sifat bakteriologi, fisik, kimia, maupun radioaktif. Status mutu air yang telah diketahui, dapat ditunjukkan kondisi mutu air tersebut dengan dibandingkan pada standar baku mutu air yang tetapkan (Sari dan Oki, 2019). Hal ini telah tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 Bab II standar baku mutu kesehatan lingkungan kualitas air untuk hygiene sanitasi yang disajikan dalam bentuk Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Standar Baku Mutu Air

Biologi		
Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Total <i>Coliform</i>	CFU/100ml	50
<i>E scherichia coli</i>	CFU/100ml	0
Fisika		
Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut	mg/l	1000

Suhu	°C	suhu udara \pm 3
Rasa	-	tidak berasa
Bau	-	tidak berbau
Kimia		
Standar Baku Mutu (Kadar		
Parameter	Unit	Maksimum)
pH	mg/l	6,5 - 8,5
Besi	mg/l	1
Fluorida	mg/l	1,5
Kesadahan	mg/l	500
Mangan	mg/l	0,5
Nitrat, sebagai N	mg/l	10
Nitrit, sebagai N	mg/l	1
Sianida	mg/l	0,1
Deterjen	mg/l	0,05
Pestisida total	mg/l	0,1

Tabel lanjutan

Sumber : (PERMENKES, 2017)

2.3 Bakteri Coliform

Bakteri *Coliform* merupakan bakteri gram negative, berbentuk batang atau basil, tidak membentuk spora dan memiliki sifat anaerobic fakultatif yaitu kemampuan dalam memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas pada suhu 37°C dalam waktu 48 jam. Bakteri *Coliform* pada perairan menunjukkan adanya mikroorganisme memiliki sifat eterpatogenetik dan taksigenetik yang berpengaruh terhadap biota yang berada di sekitar perairan (Saputri dan Efendy, 2020).

Bakteri *Coliform* digunakan sebagai indikator pencemaran pada suatu perairan, karena bakteri ini banyak ditemukan pada badan air yang tercemar.

Hal ini sesuai dengan yang termaktub dalam Al-Qur'an Surah Al-Mu'minun ayat 18:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَتْهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ ۝

Artinya : “Dan kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran, lalu kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya kami benar-benar berkuasa menghilangkannya”.

Dalam tafsir Al-Misbah dijelaskan bahwa Allah menurunkan air dari langit agar digunakan oleh manusia untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya. Selain itu, dapat digunakan sebagai pembelajaran. Air yang mengalami penguapan, kemudian terbentuk gumpalan yaitu awan kemudian diturunkan hujan yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup (Shihab, 2002). Sumber air tersebut terdapat berbagai macam organisme perairan yang hidup didalamnya dan berkembang biak yaitu bakteri.

Keberadaan bakteri *Coliform* pada air sedikit menandakan air memiliki kualitas yang baik. namun, jika bakteri yang ditemukan semakin banyak menandakan air memiliki kualitas yang buruk dan berbahaya bagi kesehatan karena dapat mengganggu sistem pencernaan. Bakteri *Coliform* dibagi menjadi dua yaitu *Coliform* fekal yang berasal dari kotoran manusia atau hewan contohnya bakteri *Escherichia coli* dan *Coliform* non fekal yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mati atau membusuk contohnya bakteri *Enterobacter aerogenes* (Anisafitri *et al.*, 2020).

2.4 Sungai Gua Ngerong

Sungai merupakan alur-alur yang berada di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah dan menjadi tempat berkumpulnya air yang berasal dari suatu kawasan. Sungai gua ngerong merupakan sungai bawah tanah yang

berasal dari pembentukan proses pelarutan. Aliran sungai lebih berkembang dibandingkan dengan aliran sungai permukaan yang ada pada bentang lahan karst. Adapun proses terbentuknya sungai bawah pada daerah karst tidak terlepas dari terbentuknya gua-gua karst. Gua merupakan bentuk berupa rongga kosong yang ada dibawah tanah hasil dari pelarutan batuan yang soluble memiliki ukuran cukup besar sehingga manusia dapat memasukinya. Kemudian gua-gua karst yang saling terhubung kemudian terisi air, sehingga membentuk sungai bawah tanah atau keluar ke permukaan membentuk mata air (Agniy *et al.*, 2019).

Menurut (Purwanto dan Koesuma, 2017), kawasan karst merupakan kawasan dengan bebatuan karbonat yang memiliki kandungan air melimpah. Saat musim hujan, air hujan yang jatuh pada daerah karst kemudian tidak dapat tertahan di permukaan, sehingga air tersebut mengalir sesaat melalui drainase permukaan dan memasuki lubang-lubang. Kemudian dari air yang masuk kedalam lubang kemudian mengisi rongga-rongga yang terdapat pada karst dan sebagian bermuara pada aliran sungai bawah tanah.

Gua ngerong menjadi gua terpanjang yang berada di kawasan karst Tuban tepatnya di Desa Rengel, Kecamatan Rengel, Tuban dengan panjang 1800 m. (Prakarsa dan Ahmadin, 2013). Gua ngerong mempunyai sungai bawah tanah yang muncul menjadi sungai. Sungai ini berakhir atau bermuara di sungai bengawan solo dengan debit air sekitar 573,7 liter/detik. Warga sekitar memanfaatkan sungai bawah tanah gua ngerong, dimana sungai ini dapat menyuplai kebutuhan air warga sekitar hampir 500.000 penduduk. Sungai bawah tanah gua ngerong memiliki kedalaman 3 m, namun pada musim

kemarau kedalaman 0,5 sampai 3 meter (Priyowinata, 2010). Penampakan sungai gua ngerong disajikan dalam gambar 2.1



Gambar 2. 1 Sungai Gua Ngerong
Sumber : (Dokumentasi Pribadi)

Sungai dibagi menjadi 3 zona yaitu zona hulu, zona tengah, dan zona hilir. Zona hulu merupakan zona yang berada paling ujung dan paling dekat dengan sumber mata air, sedangkan zona tengah merupakan zona yang berada di antara zona hulu dan zona hilir atau berada di tengah-tengah antara keduanya. Sedangkan zona hilir merupakan zona terakhir yang terletak paling ujung yang lain dari zona hulu (Genisa dan Auliandari, 2018). Dalam berbagai bidang sungai memiliki berbagai kegunaan seperti pertanian, transportasi, industri, dan lain-lain (Arisanty *et al.*, 2017). Namun, kualitas air sungai dipengaruhi oleh aktifitas manusia, khususnya yang berada di sekitar aliran sungai. Kualitas air yang buruk berdampak pada ekosistem yang ada di sekitar sungai, dimana dapat menyebabkan turunnya jumlah biota di sungai. Secara umum juga akan berdampak pada bagian hilir yang kemudian bermuara di laut (Yogafanny, 2015).

Aliran sungai Gua ngerong banyak dimanfaatkan masyarakat warga sekitar seperti sebagai tempat wisata, karena memiliki fasilitas-fasilitas yang

dapat digunakan wisatawan seperti : refleksi kaki dengan memasukkan kaki ke sungai dengan membiarkan ikan menggigit, menikmati keindahan gua ngerong dan melihat ribuan kelelawar yang bergelantung di mulut gua, memberi makan ikan di sungai, dan berenang di sungai (Andriani dan Murtini, 2018).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini digunakan metode deskriptif. Metode deskriptif merupakan metode yang dilakukan dengan cara menggambarkan dan mendeskripsikan suatu objek yang berdasarkan kenyataan (Linarwati *et al.*, 2016). Sampel yang digunakan yaitu 3 sampel yang di ambil dari aliran sungai gua ngerong pada 3 stasiun pengamatan dengan tiga kali ulangan, kemudian di uji kualitas air secara biologi, fisik, dan kimia.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan yang dilakukan pada bulan November - Desember 2023 yang berada di Gua Ngerong, Kecamatan Rengel, Kabupaten Tuban yang kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Jadwal penelitian disajikan pada Tabel

3.1

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1	Penyusunan proposal skripsi	■	■	■	■	■												
2	Seminar proposal					■	■											
3	Persiapan alat dan bahan						■	■	■									
4	Pengambilan sampel air							■	■	■								
5	Pengujian TPC dan MPN								■	■	■							
6	Analisis data										■							
7	Pembuatan draft skripsi											■	■	■	■	■	■	■

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol sampel gelap, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas beaker, gelas ukur, Bunsen, Erlenmeyer, spatula, pengaduk, pipet, mikropipet, tip mikropipet, jarum ose, timbangan analitik, Autoklaf, kertas label, plastic wrap, tissue, korek api, tabung durham, koran, mikroskop, *Cool Box*, Bulb, *vortex*, kapas, plastic wrap, coloni counter, dan *Lamina air flow* (LAF)

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sungai Gua Ngerong, media *Nutrient Agar* (NA), media *Lactose Broth* (LB), media *Briliant Green lactose Broth* (BGLB), media *Eosin Methylen Blue* (EMB), dan akuades

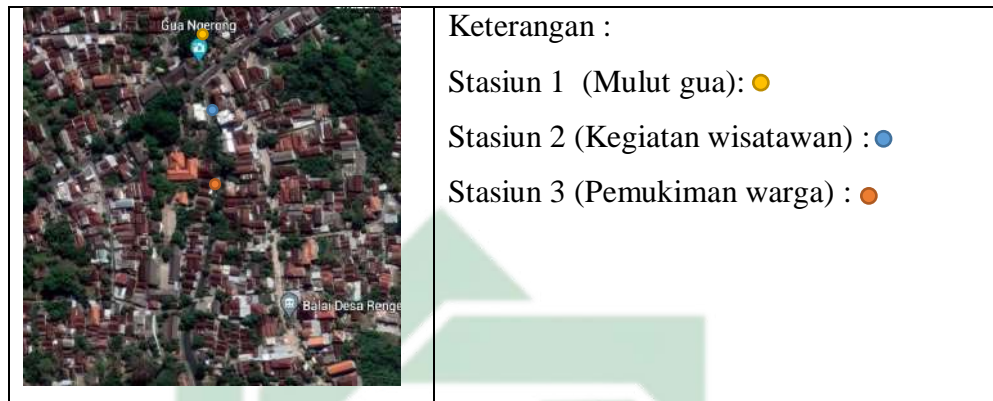
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi sampel dilakukan metode *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pengambilan pada 3 titik stasiun yaitu mulut gua, tempat wisatawan mandi dan warga mencuci baju, kemudian titik stasiun 3 yaitu aliran sungai yang melewati permukiman warga dengan jarak setiap titik stasiun 200 meter. Pengambilan sampel air di aliran sungai Gua Ngerong dilakukan sebanyak 3 kali dalam kurun waktu dua minggu sekali. Sampel diambil dan dimasukkan ke dalam botol gelap dan diberi label, kemudian sampel dimasukkan kedalam *coolbox* yang sudah berisi *ice jell*. Kemudian dibawa ke Laboratorium Terintegrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.

Gambar peta lokasi Gua Ngerong dan titik stasiun pengambilan sampel air yang digunakan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1

Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian



Sumber : Google Earth (2022)

3.4.2 Sterilisasi Alat

Alat yang akan digunakan dalam pengujian di sterilisasi terlebih dahulu yaitu dengan cara dibungkus menggunakan kertas dan plastic tahan panas. Kemudian disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

3.4.3 Pembuatan Media

a. Media NA (*Nutrient Agar*)

Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*) dilakukan dengan memasukkan media NA sebanyak 21,6 gram kedalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 1080 ml. Cara membuat media NA yaitu dengan melarutkan media NA yang ditambahkan aquades, kemudian dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* sambil terus diaduk hingga media larut dan mendidih. Media NA disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 10-15 menit. Setelah di autoklaf, media NA di tuang kedalam cawan

petri sebanyak 20 ml dan ditutup dengan plastic wrap untuk diinkubasi pada suhu 37°C (Puluh *et.al.*, 2019).

b. Media LB (*Lactose Broth*)

Pembuatan media LB (*Lactose Broth*) *double strength* dilakukan dengan memasukkan media LB sebanyak 19 gram dimasukkan kedalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 810 ml. Cara membuat media LB yaitu dengan melarutkan media LB yang ditambahkan aquades kemudian larutan LB dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* sambil terus diaduk hingga media larut dan mendidih. Media LB di tutup dengan kapas, *aluminium foil*, dan plastic tahan panas untuk disterilisasi menggunakan autoklas pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 10-15 menit. Media LB dituang kedalam tabung reaksi besar sebanyak 10 ml dan diberi tabung durham pada masing-masing tabung. Ditutup tabung dengan menggunakan kapas, *aluminium foil*, dan plastic tahan panas (Supomo *et al.*, 2016).

Pembuatan media LB *single strenght* dibutuhkan media LB sebanyak 21 gram dan akuades sebanyak 1.458 ml. Media LB dipanaskan dengan menggunakan *hotplate* sambil terus diaduk hingga media larut dan mendidih. kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 10-15 menit, kemudian media dimasukkan kedalam kedalam tabung reaksi sebanyak 9 ml dan dimasukkan tabung durham. Tabung yang telah berisi media dan tabung durham kemudian ditutup tabung dengan menggunakan kapas, *aluminium foil*, dan plastik tahan panas (Kamaliah, 2017).

3.4.4 Uji Kualitas Air

a. Parameter Biologi

1. Metode TPC (*Total Plate Count*)

Metode TPC (*Total Plate Count*) merupakan metode yang digunakan untuk menunjukkan mikroba yang terdapat pada suatu sampel dengan menghitung jumlah koloni yang terdapat pada media agar (Negara *et.al.*, 2016).

a) Pengenceran

Pengenceran yang dilakukan pada sampel air sungai dengan cara diambil 1 ml sampel air kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang sudah berisi akuades sebanyak 9 ml sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} , kemudian dari pengenceran 10^{-1} diambil 1 ml dan dimasukkan kedalam tabung reaksi ke-2 yang sudah berisi akuades 9 ml untuk didapatkan pengenceran 10^{-2} dan dari pengenceran 10^{-2} diambil 1 ml dan ditambahkan akuades 9 ml sehingga didapatkan pengenceran 10^{-3} , dan seterusnya sampai didapatkan pengenceran dengan koloni bakteri yang tidak terlalu banyak. Pengenceran yang dilakukan merupakan 3 pengenceran terakhir.

b) Pengujian

Hasil pengenceran masing-masing sampel diambil 1 ml dan dimasukkan ke media NA (*Nutrient Agar*). Cawan petri diputar membentuk angka delapan dan diwrap untuk kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam dengan posisi

cawan petri terbalik. Hasil yang didapatkan kemudian dihitung jumlah koloni yang tumbuh dengan menggunakan *colony counter* dengan cara menandai koloni menggunakan pen yang terhubung dengan *colony counter* (Ihsan *et al.*, 2016).

c) Perhitungan Jumlah Koloni berdasarkan *Standart Plate Count* (SPC)

Menurut Sari *et al.*, (2015), total koloni yang tumbuh pada media kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan *colony counter*. Perhitungan koloni bakteri menggunakan SPC bertujuan untuk mendapatkan hasil jumlah antara 30-300 CFU (*Colony Forming Unit*)/ml dari pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3} (Yunita *et al.*, 2015). Cara menghitung koloni yaitu jumlah koloni 30-300 CFU/ml, koloni yang bergabung jadi satu merupakan kumpulan dari koloni yang dihitung hanya satu koloni, rantai koloni atau deretan seperti garis tebal dihitung satu koloni, dan tidak adanya spreader. Adapun rumus untuk menghitung nilai TPC berdasarkan *Standar Plate Count* (SPC) sebagai berikut :

$$\text{Koloni per ml} = \text{jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

2. Metode MPN (*Most Probable Number*)

Pengujian dengan metode MPN dilakukan melalui tiga tahap yaitu Uji Praduga (*Presumptive test*), Uji Penegasan (*Confirmative test*), dan Uji Pelengkap (*Completed test*). Sampel air yang diuji merupakan air yang belum diolah, sehingga diperkirakan akan mengandung bakteri

yang cukup banyak. Metode MPN yang digunakan dalam penelitian ini dengan ragam II seri 555 untuk air yang belum melalui pengolahan (Sunarti, 2015).

a) Uji Praduga (*Presumptive test*)

Pada uji praduga, sampel yang sudah diencerkan sebanyak 0,1 ml dimasukkan pada 5 tabung reaksi pertama selanjutnya sampel dimasukkan kedalam 5 tabung reaksi kedua masing-masing 1 ml, 5 tabung selanjutnya dimasukkan sampel sebanyak 10 ml, kemudian diinkubasi sampel pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Jika terdapat gelembung pada tabung Durham, hal ini menandakan hasil uji positif dan dilanjutkan dengan uji penegasan (Kamaliah, 2017).

b) Uji Penegasan (*Confirmative test*)

Hasil dari uji penduga yang positif selanjutnya dilakukan inokulasi sebanyak 1-2 ose kedalam media yang berisi 9 ml media BGLB (*Briliant Green Lactose Broth*). Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Jika terdapat gelembung pada tabung Durham menandakan sampel positif bakteri *Coliform* dan dilanjutkan dengan uji pelengkap (Kamaliah, 2017). Hasil positif dicatat dan dicocokkan dengan tabel nilai MPN berdasarkan SNI, yang disajikan pada Lampiran 1.

Menurut Depkes RI, (2002); Sunarti, (2015), Perhitungan hasil MPN, jika hasil yang didapatkan tidak ada pada tabel MPN maka dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus :

Jumlah bakteri (jumlah tabung positif/100 ml sampel) :

$$\frac{A \times 100}{\sqrt{B \times C}}$$

Keterangan :

A :Jumlah tabung positif

B : Volume (ml) sampel yang negatif

C : Volume (ml) sampel di seluruh tabung yang di periksa

Rumus diatas merupakan rumus yang digunakan sebagai penentu total bakteri *Coliform* dan *Coliform fecal*. Data total yang dihasilkan dari uji ini dicocokkan dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Tahun 2017 Bab II untuk baku mutu air yang digunakan sebagai pemenuhan hygiene sanitasi.

c) Uji Pelengkap (*Completed test*)

Hasil dari uji penegasan yang positif selanjutnya dilakukan inokulasi sebanyak 1 ose pada media EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*) dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Jika terbentuk koloni berwarna hijau metalik menandakan adanya bakteri *Coliform* fekal, sedangkan jika koloni berwarna merah muda-coklat menandakan adanya bakteri *Coliform* non fekal (Winasari *et al.*, 2015).

b. Parameter Fisik

1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan Termometer yaitu mencelupkannya pada sampel air (Epriyanti *et al.*, 2016).

Termometer merupakan alat yang digunakan untuk menentukan dan

menunjukkan besaran temperatur. Dalam pengukuran suhu yang dilakukan akan diperoleh nilai panas atau dingin (Fataha *et al.*, 2019).

2. Warna

Pengukuran warna pada sampel air dilakukan dengan cara organoleptik yaitu menggunakan indra penglihatan pada sampel air yang digunakanz pengamatan.

3. Bau

Metode yang digunakan dalam pengamatan bau dengan cara organoleptik yaitu dengan indra penciuman pada sampel air yang dilakukan pengamatan.

4. TDS (*Total Dissolved Solid*)

Pengukuran nilai TDS dengan cara menggunakan TDS meter yaitu mencelupkan TDS meter pada sampel air yang akan digunakan. Pengukuran sampel air dengan TDS meter akan didapatkan ukuran partikel padatan yang terlarut dalam air (Epriyanti *et al.*, 2016). Data parameter fisika yang digunakan pada pengukuran sampel air sungai

Gua Ngerong disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Data Parameter Fisik

No.	Parameter Fisik	Alat dan Metode	Keterangan
1.	Suhu	Termometer/visual	In situ
2.	Warna	Organoleptic	In situ
3.	Bau	Organoleptic	In situ
4.	TDS	TDS Meter/visual	In situ

c. Parameter Kimia

1. pH (Derajat Keasaman)

Pengukuran pH pada sampel air dilakukan dengan cara menggunakan pH meter. Dalam pengukuran pH akan didapatkan hasil kadar asam dan basa pada sampel air (Epriyanti *et al.*, 2016).

2. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Pengukuran nilai BOD digunakan metode SNI 6989.72.2009 dengan cara air sampel di aerasi dengan 1 liter aquades selama 1 jam, kemudian ditambahkan 1 ml larutan nutrisi dan 1 ml bibit mikroba. Sampel di encerkan kemudian dimasukkan kedalam 4 botol DO (DO₀ blanko; DO₅ blanko; DO₀ sampel; DO₅ sampel) dan dikocok. Botol DO₅ dimasukkan incubator suhu 20°C ± °C selama 5 hari. Oksigen terlarut dalam botol DO₀ diukur dengan DO meter 30 menit setelah pengenceran dan botol DO₅ diukur setelah inkubasi 5 hari (Afwa *et al.*, 2021).

3. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengukuran nilai COD dilakukan dengan metode SNI 6989.2. 2019 dengan cara menghomogenkan sampel dengan larutan pencerna dan larutan H₂SO₄ dikocok dan diletakkan pada *thermoreactor* suhu 150°C selama 2 jam. Pengujian COD dengan menggunakan spektrofotometri dengan 5 larutan standar KHP (*Kalium Hidrogen Phtalat*) dan diukur panjang gelombang dengan absorbansi 600 nm atau panjang gelombang 420 nm. Sampel di dinginkan agar suspensi mengendap, sampel dan larutan standar kemudian diukur panjang gelombang yang telah ditentukan sedangkan blanko tidak direfluks dan diukur panjang gelombang. Perbedaan absorbansi sampel yang direfluks dan tidak merupakan pengukuran COD (Afwa *et al.*, 2021).

4. DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan alat yang dikenal dengan DO meter. Pengukuran dengan DO meter dengan melihat nilai DO yang keluar, sampai nilai tidak berubah-ubah atau konstan (Prima *et al.*, 2016). Data parameter kimia yang digunakan pada pengukuran sampel air sungai Gua Ngerong disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3. 3 Data Parameter Kimia

No.	Parameter Kimia	Alat dan Metode	Keterangan
1.	pH	pH meter/visual	In situ
2.	BOD	SNI 6989.72.2009	Ek situ
3.	COD	SNI 6989.2. 2019	Ek situ
4.	DO	DO meter/visual	In situ

3.5 Analisis Data

Data yang didapatkan berupa data hasil uji kualitas air berdasarkan parameter biologi, fisik, dan kimia dianalisis secara deskriptif. Data yang didapatkan dibandingkan dengan baku mutu Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 Bab II standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air keperluan hygiene sanitasi.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

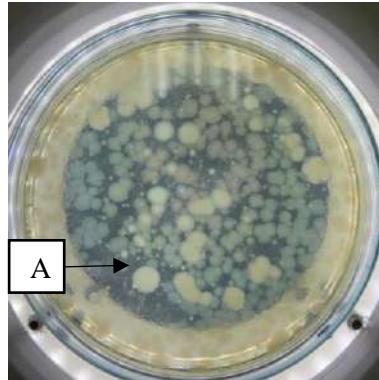
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Biologi

Pemeriksaan kualitas air dari aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter biologi digunakan metode TPC (*Total Plate Count*) dan metode MPN (*Most Probable Number*).

4.1.1 Hasil Uji Metode TPC (*Total Plate Count*)

Metode TPC (*Total Plate Count*) merupakan metode yang digunakan untuk menetapkan jumlah mikroorganisme yang ada pada media NA. Pengujian metode TPC sampel dilakukan pengenceran yang bertujuan untuk mendapatkan hasil koloni yang tumbuh secara terpisah sehingga memudahkan sampel dihitung. Pengenceran juga bertujuan untuk mengurangi jumlah kandungan mikroorganisme sehingga didapatkan hasil yang spesifik dan perhitungan dapat dilakukan dengan tepat. Sampel yang tidak melalui pengenceran menyebabkan sampel menjadi pekat dan dalam perhitungan akan menjadi TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung) (Putri dan Pramudya, 2018). Koloni yang tumbuh pada media NA ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan hasil perhitungan dengan menggunakan *coloni counter* yang disajikan pada Tabel 4.1



Gambar 4. 1 Koloni bakteri yang tumbuh pada Media NA

Keterangan : (A) terbentuknya koloni bakteri
(Dokumentasi pribadi, 2023).

Terbentuknya koloni bakteri pada media NA dikarenakan media NA merupakan media yang telah melewati uji klinis sebagai media untuk pertumbuhan bakteri, sehingga bakteri dapat melakukan proses metabolisme secara optimal (Juariah dan Sari, 2018). Hasil koloni yang tumbuh pada media NA, kemudian di hitung dengan menggunakan Coloni counter. Data yang didapatkan disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil Uji TPC

Sampel	Ulangan	Standar Plate Count Cfu/ml	Batas Maksimum	Keterangan
			Cemaran (SNI 01-3553 2006)	
St.1	U1	$4,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U2	$3,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U3	$8,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
St.2	U1	$6,1 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U2	$2,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U3	$9,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
St.3	U1	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U2	$3,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu
	U3	$1,7 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$	Tidak memenuhi baku mutu

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Hasil penelitian yang didapatkan dari perhitungan koloni bakteri pada uji TPC diketahui pada stasiun 3 dengan jumlah koloni tertinggi $1,7 \times 10^4$ Cfu/ml dan jumlah koloni terendah $1,5 \times 10^3$ Cfu/ml. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti pada air sungai gua ngerong stasiun 3 didapatkan jumlah koloni tertinggi disebabkan ditemukan banyak sampah yang dibuang di pinggiran aliran sungai Gua Ngerong, selain itu terdapat aliran selokan yang berasal dari kegiatan warga yang langsung mengalir ke sungai Gua Ngerong. Limbah ini berpengaruh besar terhadap jumlah koloni bakteri *Coliform* pada perairan, sehingga pada stasiun 3 didapatkan jumlah koloni meningkat. Hal ini dikarenakan adanya sumber bahan organik sebagai nutrient untuk bakteri *Coliform* berkembang biak dengan cepat. Menurut Widiyanto dkk (2015) cemaran yang disebabkan bakteri *Coliform* dapat berasal dari limbah domestic maupun industry. Bahan buangan umumnya bahan organik yang dapat membusuk dan terdegradasi oleh mikroorganisme dan menyebabkan berkembangnya mikroorganisme dan bakteri patogen berkembang biak dengan cepat.

Pada stasiun 1 didapatkan jumlah koloni terendah yaitu $3,6 \times 10^2 - 4,4 \times 10^3$ dikarenakan sampel air yang diambil pada mulut gua, sehingga belum banyak mengalami pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan warga. Namun, cemaran dapat berasal dari kotoran kelelawar yang masuk ke dalam air, sehingga dapat mengkontaminasi air oleh mikroba. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aminollah dkk (2016) bahwa kotoran kelelawar (Guano) memiliki kandungan mikroorganisme seperti bakteri patogen ataupun kelompok bakteri enterik yang berada di saluran pencernaan

hewan. Menurut Widyaningsih dkk (2016) bahwa bakteri *Coliform* yang mengkontaminasi air dapat berasal dari kotoran manusia atau hewan berdarah panas seperti kelelawar.

Hasil TPC pada stasiun 2 didapatkan jumlah koloni $2,0 \times 10^3 - 9,8 \times 10^3$ Cfu/ml. Berdasarkan pengamatan di lapangan pada stasiun 2 banyak dilakukan kegiatan warga seperti mencuci baju, mandi, dan berenang. Selain itu, terdapat kamar mandi dan selokan yang pembuangan aliran airnya langsung ke sungai Gua Ngerong. Pembuangan limbah kamar mandi dan sumber pencemar seperti kotoran hewan, dan sampah yang masuk langsung ke sungai Gua Ngerong menjadi sumber pencemaran bakteri patogen yang cukup besar. Menurut Widyaningsih dkk (2016) limbah rumah tangga menjadi sumber pencemar biologis tertinggi dikarenakan berasal dari kamar mandi, dapur, cucian, kotoran manusia, dan limbah bekas industri rumah tangga yang penanganannya tidak dikelola dengan baik, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada semua sampel air sungai Gua Ngerong pada metode TPC melebihi baku mutu berdasarkan SNI No. 01-3553 tahun 2006 dengan ambang batas $1,0 \times 10^2$. Cemarannya yang tinggi pada air sungai Gua Ngerong disebabkan karena sumber cemaran yang masuk ke dalam badan sungai. Jumlah koloni pada semua sampel memiliki nilai yang beragam, hal ini menunjukkan sebaran jumlah koloni bakteri pada setiap pengenceran berbeda. Menurut Sukmawati dan Fatimah (2018), bahwa keragaman data menunjukkan semakin tinggi faktor pengenceran

maka semakin rendah jumlah koloni mikroba dan semakin rendah faktor pengenceran maka jumlah koloni mikroba akan semakin tinggi.

4.1.2 Hasil Uji Metode MPN (Most Probable Number)

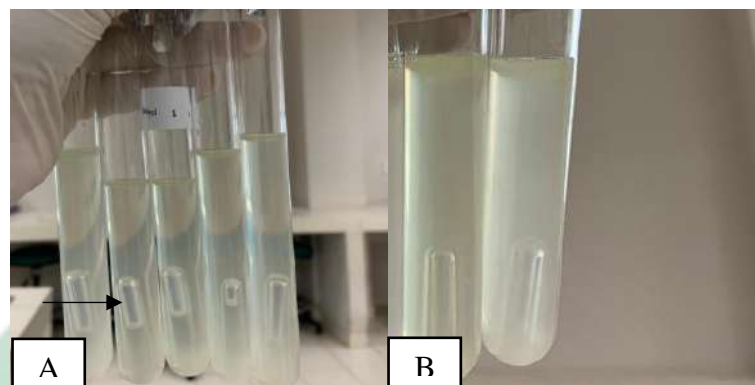
Uji kualitas air pada aliran sungai gua ngerong di Tuban Jawa Timur dengan menggunakan metode MPN (*Most Probable Number*) yaitu metode yang dilakukan dengan cara menghitung bakteri *coliform* berdasarkan perkiraan yang merujuk pada tabel MPN (Hartanti, 2015; Putri dan Pramudya, 2018). Pada uji MPN digunakan ragam 555 dikarenakan sampel air yang diuji merupakan air yang belum mengalami proses pengolahan. Metode MPN memiliki 3 tahapan uji yaitu uji penduga, uji penegas, dan uji pelengkap.

a. Uji Penduga

Uji penduga dilakukan dengan menggunakan media Lactosa Broth (LB) dan merupakan uji awal yang terdapat pada metode MPN. Media LB digunakan dalam uji penduga karena cocok digunakan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* yang ada didalam air. Bakteri golongan *coliform* dapat memfermentasi laktosa menjadi asam laktat yang menghasilkan gas kemudian terperangkap pada tabung durham (Supomo *et al.*, 2016).

Uji penduga bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *coliform* yang ada pada sampel air sungai Gua Ngerong. Hasil positif ditunjukkan dengan berubahnya warna media menjadi keruh yang disebabkan oleh terbentuknya asam dan terdapat gelembung pada tabung durham (Kamaliah, 2017). Pada uji ini digunakan media berupa LBDS

(*Lactose broth double strength*) dan LBSS (*Lactose broth single strength*). Perbedaannya yaitu konsentrasi LBDS lebih besar dibandingkan dengan LBSS, sehingga sampel yang dimasukkan ke media LBDS lebih besar dibandingkan LBSS. Hasil positif dan negatif pada uji penduga ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Hasil uji penduga sampel positif dan negatif
Keterangan: (A) sampel positif (B) sampel negatif
(Dokumentasi pribadi, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian pada uji penduga setelah inkubasi 24-48 jam didapatkan hasil positif. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung pada tabung durham yang terbalik. Selain itu, adanya perubahan media menjadi keruh karena terbentuknya asam. Hal ini disebabkan karena tabung reaksi yang tertutup rapat sehingga gas karbon yang ada didalam tabung durham terdorong. Dalam waktu 24 jam maka akan semakin banyak ruang gas yang nampak seperti gelembung udara di dalam tabung durham dan terjadi perubahan warna yang disebabkan fermentasi laktosa. Data hasil uji penduga disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Hasil Uji Penduga

Sampel	Ulangan	10 ml	1 ml	0,1 ml
St.1	U1	+	+	+
	U2	+	+	+
	U3	+	+	+
St.2	U1	+	+	+
	U2	+	+	+
	U3	+	+	+
St.3	U1	+	+	+
	U2	+	+	+
	U3	+	+	+

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Keterangan :

- U : Ulangan
 (+) : Tabung positif
 (-) : Tabung negatif

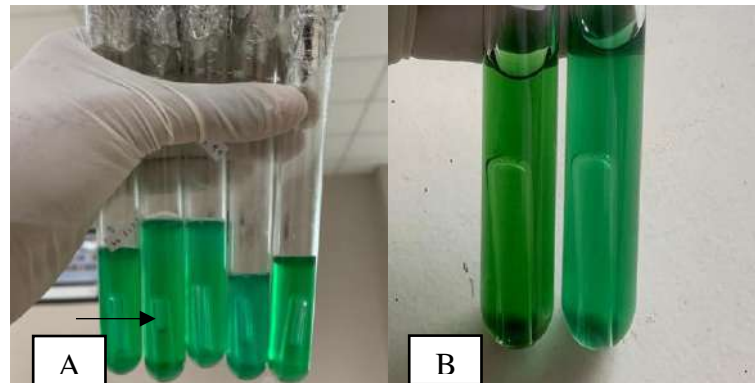
Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan pada uji penduga, sampel air dari semua titik pengambilan menunjukkan hasil positif. Hal ini menunjukkan pada semua lokasi stasiun telah tercemar *Coliform*. Keberadaan bakteri *Coliform* disebabkan karena adanya cemaran yang ada pada air sungai Gua Ngerong. Cemaran tersebut dapat disebabkan oleh limbah organik yang masuk kedalam perairan. Bakteri *Coliform* merupakan bakteri yang di gunakan sebagai indikator pencemaran air, karena bakteri *Coliform* banyak ditemukan pada badan air yang telah tercemar. Keberadaan bakteri *Coliform* pada air mengindikasikan bahwa air tersebut telah mengalami cemaran tinja yang menyebabkan air tidak layak konsumsi. Selain itu, bakteri *Coliform* bersifat enteropatogenik/karsinogenik yang apabila dikonsumsi dapat membahayakan kesehatan tubuh (Sari *et al.*, 2019).

Menurut Natalia *et al.*, (2014), kandungan *Coliform* pada sampel air jika semakin sedikit menunjukkan air memiliki kualitas yang baik sedangkan

semakin banyak kandungan *coliform* pada sampel air maka kualitas air buruk. Sampel positif pada uji penduga kemudian perlu dilakukan uji lanjutan yaitu uji penegas yang bertujuan untuk memastikan sampel yang positif mengandung bakteri *coliform*. Hal ini dikarenakan hasil positif pada uji penduga tidak selalu disebabkan oleh bakteri *coliform* sehingga perlu adanya uji lanjutan yaitu uji penegas.

b. Uji Penegas

Uji penegas merupakan pengujian tahap kedua pada metode MPN. Uji penegas digunakan untuk memperkuat hasil keberadaan bakteri *coliform* pada uji sebelumnya yaitu uji penduga. Media yang digunakan pada uji ini adalah media BGLB (*Brilliant green laktosa broth*) yang digunakan untuk mendeteksi bakteri *coliform* pada sampel air, makanan, atau produk lainnya. Kandungan yang terdapat pada media BGLB berupa garam empedu dan laktosa sehingga bakteri *coliform* tumbuh secara optimal. Selain itu, media BGLB juga memiliki kandungan hijau brilian dan garam *ox bile* yang dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri gram positif dan hanya menumbuhkan bakteri negatif (Yuliana dan Saeful, 2016). Hasil positif dan negatif ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Hasil Uji Penegas sampel positif dan negatif
Keterangan: (A) sampel positif (B) sampel negatif
(Dokumentasi pribadi, 2023).

Keberadaan bakteri *coliform* pada sampel air dapat dilihat pada Gambar 4.3 (A) yang menunjukkan adanya gelembung gas pada tabung durham, Hal ini menunjukkan hasil positif dan sebaliknya tidak adanya gelembung pada tabung durham menunjukkan hasil negatif yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 (B). Munculnya gelembung gas pada tabung durham disebabkan karena aktifitas respirasi oleh mikroorganisme dalam memfermentasikan laktosa. Pada uji penegas jumlah tabung positif akan berkurang, hal ini dikarenakan pada uji penegasan digunakan media BGLB yang dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri gram positif dan meningkatkan pertumbuhan bakteri gram negatif (Sunarti, 2016; Rinaldi *et al.*, 2022).

Pengujian yang dilakukan terdapat 2 seri dengan perlakuan suhu yang berbeda, hal ini dikarenakan untuk menentukan jumlah bakteri *coliform* dan bakteri *coliform fecal*. Pada seri 1 sampel yang positif pada uji penduga dilakukan perlakuan suhu 37°C. Perlakuan dengan suhu 37°C untuk menentukan bakteri *coliform*, dikarenakan bakteri *coliform* merupakan bakteri yang bersifat fakultatif anaerob yang tumbuh dengan

baik pada suhu 37°C (Asih *et al.*, 2019). Sedangkan pada seri 2 dilakukan perlakuan dengan suhu 44°C untuk menentukan bakteri *coliform fecal* dikarenakan bakteri *coliform fecal* dapat memfermentasikan laktosa pada suhu 44°C (Aji dan Nofa, 2021). Hasil uji penegasan disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Uji Penegas

Sampel	Suhu(°C)				Indeks	Keterangan
		10 ml	1 ml	0,1 ml	MPN/100ml	
St.1	37	2	1	3	14	MS
	44	3	4	2	29	TMS
St.2	37	3	2	1	17	MS
	44	5	2	4	84	TMS
St.3	37	3	1	1	14	MS
	44	5	4	1	113	TMS

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Keterangan :

MS = Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi dengan batas maksimum nilai total *Coliform* 50 koloni/100 ml dan batas maksimum nilai total *Coliform fecal* 0 koloni/100 ml

TMS = Tidak Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi dengan batas maksimum nilai total *Coliform* 50 koloni/100 ml dan batas maksimum nilai total *Coliform fecal* 0 koloni/100 ml

Berdasarkan hasil positif yang didapatkan pada uji penegas kemudian dicocokkan pada tabel MPN dengan ragam 555. Didapatkan pada perlakuan suhu 37°C ketiga stasiun memiliki nilai total *Coliform* memenuhi syarat baku mutu air kebutuhan hygiene sanitasi. Hasil nilai total *Coliform* tertinggi pada stasiun 2 yaitu 17 koloni/100 ml, sedangkan pada stasiun 1 dan stasiun 3 nilai total *Coliform* 14 koloni/100 ml. Pada perlakuan suhu 37°C menunjukkan sampel air pada ketiga stasiun mengandung bakteri *Coliform*. Pada ketiga stasiun didapatkan nilai total *Coliform* memenuhi

syarat baku mutu yaitu tidak melebihi 50 koloni/100 ml. Rendahnya nilai total *Coliform non fecal* dibandingkan dengan nilai total *Coliform fecal*.

Perlakuan dengan suhu 44°C pada stasiun 3 didapatkan nilai total *Coliform fecal* tertinggi yaitu 113 koloni/10 ml dan pada stasiun 2 didapatkan nilai total *Coliform fecal* 84 koloni/100ml tidak memenuhi baku mutu air untuk kebutuhan hygiene sanitasi. Sedangkan nilai terendah pada stasiun 1 dengan nilai total *Coliform fecal* 29 koloni/100 ml. Perlakuan suhu 44°C menunjukkan sampel air mengandung bakteri *Coliform fecal* dikarenakan pada suhu ini bakteri *Coliform fecal* dapat memfermentasikan laktosa. Tingginya nilai total *Coliform fecal* pada stasiun 2 disebabkan karena cemaran kotoran yang dibuang ke aliran sungai Gua Ngerong, hal ini dikarenakan bakteri *Coliform fecal* berasal dari kotoran hewan dan manusia (Hanik, 2018). Sedangkan pada stasiun 3 tingginya nilai total *Coliform* dipengaruhi oleh sampah organik seperti daun yang dapat dimanfaatkan bakteri *Coliform* tumbuh dengan cepat (Pratiwi *et al.*, 2019). Sumber cemaran pada stasiun 3 adanya saluran selokan air yang mengalir ke aliran sungai Gua Ngerong. Buangan limbah rumah tangga yang mudah membusuk oleh mikroorganisme mengakibatkan bakteri patogen berkembang (Widiyanto *et al.*, 2015).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Nugraha (2016) bahwa kualitas air sungai pentung didapatkan nilai total *Coliform* 362 Cfu/100ml dan *E.coli* 130 Cfu/ml, sedangkan pada Goa Bribin didapatkan nilai total *Coliform* >2419,6 Cfu/ml dan *E.coli* >2419,6. Nilai tersebut berada diatas ambang baku mutu untuk keperluan air minum. Tingginya kandungan

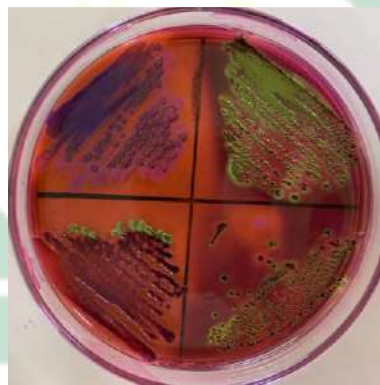
Coliform disebabkan kegiatan manusia seperti limbah domestik dari perumahan yaitu sampah dan septic tank yang dibuang langsung melalui bebatuan yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai bawah tanah.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa air pada aliran sungai gua ngerong telah terkontaminasi bakteri *Coliform* dan bakteri *Coliform fecal*. Sumber kontaminasi yang menyebabkan pencemaran bakteri *Coliform* seperti tinja dan tanaman busuk yang masuk kedalam badan air sungai. Kandungan bakteri *Coliform* menjadi sumber indikasi telah terjadinya cemaran bakteri seperti bakteri *Escherichia coli* yang terdapat pada air (Winasari *et al*, 2015). Selain itu, penyebab terjadinya kontaminasi bakteri dapat disebabkan oleh aliran air dan hujan yang membawa kotoran dan sumber polutan ke dalam badan air sungai (Amaliyah, 2020). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 parameter Biologi batas maksimum total bakteri *Coliform* yaitu 50 koloni/100 ml dan batas maksimum *Escherichia coli* 0 koloni/100 ml. Hasil yang didapatkan pada ketiga stasiun nilai total *Coliform* tidak melebihi batas ambang baku mutu, sedangkan nilai total *Coliform fecal* ketiga stasiun melebihi ambang batas baku mutu.

c. Uji Pelengkap

Pengujian tahap akhir pada metode MPN yaitu uji pelengkap. Hasil uji positif dari uji penegasan kemudian dilanjutkan uji pelengkap untuk mengetahui adanya bakteri *Escherichia coli* atau bakteri *coliform* lainnya dengan cara menginokulasi sampel yang positif digoreskan pada media EMBA (*Eosin methylene blue agar*). Media EMBA digunakan untuk

membedakan bakteri dari kelompok gram negative berdasarkan kemampuan memfermentasi laktosa. Media EMBA memiliki kandungan eosin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan hanya menumbuhkan bakteri gram negative. Media EMBA dapat menumbuhkan bakteri *E.coli* dikarenakan media ini memiliki kandungan eosin yang akan tumbuh dan menghasilkan koloni dengan warna hijau metalik yang disertai kilat logam (Jorgensen, 2015). Adapun hasil positif pada media EMBA ditandai dengan tumbuhnya koloni pada permukaan media yang ditunjukkan pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Hasil Uji Pelengkap dengan media EMBA Stasiun 3 ulangan 3

Keterangan: (A) Hasil positif *Escherichia coli* berwarna hijau metalik,

(B) Hasil positif *Enterobacter* sp. berwarna ungu

(Dokumentasi pribadi, 2023).

Hasil yang didapatkan dari uji pelengkap yaitu koloni berwarna hijau metalik yang ditunjukkan pada gambar 4.4 (A) munculnya warna hijau metalik disebabkan oleh media EMBA yang memiliki kandungan laktosa kemudian menghasilkan asam dari proses fermentasi laktosa sehingga menghasilkan warna koloni yang spesifik. Anggota genus *Escherichia* pada media EMBA akan menghasilkan koloni berwarna hijau dengan kilat logam (Sari *et al.*, 2019). Warna hijau metalik pada permukaan media EMBA menunjukkan tumbuhnya bakteri *Escherichia coli* yang memfermentasi

laktosa kemudian terjadi peningkatan kadar asam yang mengendapkan *methilen blue* sehingga timbul warna hijau metalik (Brooks *et.al* 2010).

Kandungan bakteri lain yang ada pada sampel air sungai gua ngerong yaitu *Enterobacter sp.* yang ditandai dengan adanya koloni yang tumbuh pada media EMBA bewarna ungu ditunjukkan pada gambar 4.4 (B). Adapun ciri-cirinya yaitu bagian tepi tidak merata namun bening dengan bagian tengah gelap, tekstur licin, dan tidak cembung pada elevasinya. Menurut Fatiqin *et al.*, (2019), media EMBA dapat menumbuhkan bakteri dari kelompok Enterobacteriaceae. Bakteri ini memiliki kemampuan memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam lemah sehingga dihasilkan koloni berwarna ungu.

Bakteri *Enterobacter sp.* merupakan bakteri yang banyak tersebar luas baik di lingkungan, air, tanah, makanan, maupun sayuran. Bakteri ini dapat menyebabkan penyakit pada saluran pencernaan seperti diare, infeksi luka, dan infeksi saluran kemih. Selain itu, bakteri *Enterobacter sp.* dapat menyebabkan penyakit pneumonia (Azhari *et al.*, 2022). Adapun jenis bakteri lain yang didapatkan pada uji pelengkap yaitu *Klebsiella sp.* yang ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Koloni *Klebsiella* sp. pada media EMB
(Dokumentasi pribadi, 2023)

Bakteri *Klebsiella* sp. memiliki ciri koloni berwarna merah muda.

Koloni bakteri ini memiliki bagian tepi rata dengan struktur elevasi sedikit lebih cembung dan bersiar mukoid (berlendir) (Ramaditya *et al*, 2018).

Bakteri *Klebsiella* termasuk dalam bakteri *Coliform non fecal* dan biasanya terdapat pada hewan atau tanaman yang mati. Bakteri *Klebsiella* berpotensi menyebabkan penyakit terutama di luar saluran cerna. Hal ini dikarenakan bakteri *Klebsiella* dapat hidup ditempat mana saja. Dampak yang disebabkan yaitu infeksi pada berbagai organ seperti Pneumonia, infeksi kulit, infeksi saluran kencing, dan infeksi saluran cerna (Susanti, 2021).

Hasil uji pelengkap dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil Uji Pelengkap

Sampel	Ulangan	Hasil
St.1	U1	HM
	U2	UN
	U3	HM, UN
St.2	U1	UN, MM
	U2	HM, UN, MM
	U3	HM, UN
St.3	U1	HM, UN
	U2	HM
	U3	HM, UN, MM

(Sumber Dokumentasi Pribadi, 2023)

Keterangan :

UN = Ungu (*Enterobacter* sp.)

HM = Hijau Metalik (*Escherichia coli*)

MM = Merah Muda (*Klebsiella* sp.)

Berdasarkan hasil penelitian uji pelengkap dapat diketahui pada semua sampel air pada tiga titik pengambilan mengandung bakteri *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, dan *Klebsiella*. Pada stasiun 1 didapatkan koloni bakteri berwarna hijau metalik yang menunjukkan koloni *Escherichia coli*. Keberadaan *E.coli* pada sampel air sungai gua ngerong dapat berasal dari kotoran kelelawar yang menghuni gua ngerong. Hal ini dikarenakan *Escherichia coli* menjadi bakteri indikator pencemaran feces. Kotoran kelelawar atau yang disebut guano banyak mengandung banyak mikroorganisme termasuk bakteri patogen seperti bakteri *Coliform* dan kelompok bakteri enterik yang menempati saluran pencernaan hewan. Berdasarkan hasil penelitian Aminollah *et al.*, (2016) pada kotoran kelelawar didapatkan bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* dengan membentuk koloni bundar, cembung, dan halus dengan tepi nyata berwarna hijau metalik. Selain itu didapatkan bakteri *Salmonella* sp. yang merupakan bakteri gram negatif. Pada stasiun 1 juga didapatkan koloni bakteri *Enterobacter* sp. bakteri ini dapat hidup di berbagai habitat karena dapat ditemukan pada air, tanah, limbah, dan tanaman. Bakteri *Enterobacter* sp. merupakan bakteri dari golongan *Coliform non fecal*.

Hasil uji pelengkap pada stasiun 2 di dapatkan bakteri *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp. dan *Klebsiella* sp. Keberadaan *E.coli* dan *Enterobacter* sp. pada stasiun 2 dapat di sebabkan terbawa aliran arus sungai Gua Ngerong dari stasiun 1. Selain itu, pada stasiun 2 juga dijumpai bakteri *Klebsiella* sp. merupakan bakteri dari golongan bakteri *Coliform non fecal*

atau yang tidak berasal dari tinja manusia. Menurut Sari *et al.*, (2019); Pakpahan *et al.*, (2015) bakteri *Klebsiella* dan bakteri *Enterobacter* merupakan bakteri yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang mati. Berdasarkan pengamatan di lapangan pada stasiun 2 disekitar aliran banyak di tumbuh pohon dan terdapat pohon tumbang yang masuk ke dalam aliran sungai Gua Ngerong.

Stasiun 3 hasil uji pelengkap didapatkan 3 jenis bakteri yaitu *E.coli*, *Enterobacter* sp, dan *Klebsiella* sp. sama seperti pada stasiun 2. Hal ini memungkinkan kandungan bakteri pada stasiun 2 terbawa aliran arus ke stasiun 3. Keberadaan bakteri *E.coli* pada sampel air sungai Gua Ngerong didukung oleh temperature perairan yang berkisar 27,5-28,4 °C, dimana bakteri dapat berkembang biak dengan temperature suhu tersebut. Bakteri *E.coli* bersifat anaerob fakultatif yaitu bakteri yang hidup tanpa adanya oksigen. Hal ini didukung dengan kandungan DO yang ada didalam perairan yang berkisar antara 3,12-4.76 mg/L (Widyaningsih *et al.*, 2016).

Keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada air sungai gua ngerong perlu diwaspadai, hal ini dikarenakan bakteri *Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit seperti diare, demam tifoid, dan lainnya. Aliran air sungai yang mengalir dari hulu hingga hilir juga menjadi rentan terkena pencemaran yang disebabkan oleh mikroorganismenya seperti bakteri. Hal ini yang menyebabkan air sungai menjadi tercemar karena membawa bahan polutan yang berasal dari kegiatan warga atau sampah yang ada di sekitar sungai. Hal ini sejalan dengan penelitian Daramusseng dan Syamsir (2021) bahwa kualitas air sungai karang mumus didapatkan kandungan bakteri

E.coli terendah <30 Cfu/ml dan tertinggi 2100 Cfu/ml yang menunjukkan air tidak memenuhi standar baku mutu kebutuhan hygiene sanitasi. kandungan *E.coli* pada air sungai karang mumus disebabkan oleh berbagai aktivitas masyarakat seperti limbah domestic yang masuk kedalam sungai, sehingga air tercemar.

4.2 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika

Kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter fisika dilakukan pengujian antara lain suhu, warna, bau, dan TDS. Hasil pengukuran kualitas air pada aliran sungai gua ngerong berdasarkan parameter fisika disajikan pada Tabel. 4.5

Tabel 4. 5 Hasil pengukuran uji parameter fisika

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Baku Mutu
Suhu	27,9°C	27,8°C	28°C	MS
Warna	Hijau keruh	Hijau keruh	Hijau keruh	TMS
Bau	Tidak bau	Tidak bau	Tidak bau	MS
TDS	348,6 mg/l	349,6 mg/l	350 mg/l	MS

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

MS= Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi

TMS = Tidak Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi

Hasil pengukuran uji parameter fisika dapat diketahui suhu pada semua stasiun memenuhi syarat baku mutu air untuk hygiene sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Bab II. Suhu pada semua titik pengambilan rata-rata pada suhu 27,8-28°C menunjukkan suhu dalam keadaan normal untuk air permukaan. Suhu normal untuk air permukaan antara 20-31°C (Nontji, 20015; Effendi, 2003; Kumalasari, 2021). Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi keberadaan organisme maupun mikroorganisme yang ada didalam air. Selain itu, suhu juga

berpengaruh terhadap ekosistem yang ada didalam air dan mengenalkan pertumbuhan biota air. Suhu optimal perairan yang sesuai dengan organisme perairan antara 27-30°C (Mainassy, 2017).

Hasil penelitian didapatkan suhu tertinggi pada stasiun 3 pengukuran dengan nilai suhu 28°C dan suhu terendah pada stasiun 2 dengan nilai 27,8°C. Penelitian yang dilakukan Suprayogi *et al.*, (2019) pada sungai bawah tanah Gua Ngerong didapatkan suhu 26,5 – 27,1°C. Perbedaan suhu disebabkan karena perbedaan titik stasiun pengambilan sampel yaitu dalam Gua Ngerong. Selain itu, perbedaan suhu dapat terjadi dikarenakan waktu pengukuran, musim, dan arah aliran air. Menurut Boyd (2015); Muarif (2016) faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi dan rendahnya suhu pada perairan seperti suhu udara, radiasi matahari, iklim dan cuaca. Sedangkan menurut Chin (2006); Muarif (2016) keberadaan pohon atau tanaman air dan air limbah juga mempengaruhi suhu perairan. Hal ini terbukti dengan banyaknya tanaman disekitar aliran sungai Gua Ngerong.

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa kualitas air pada aliran sungai gua ngerong memiliki warna hijau keruh yang menyebabkan air tidak memenuhi syarat baku mutu. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Bab II berdasarkan parameter fisik air tidak bewarna. Warna pada air dikarenakan kandungan zat padat terlarut (TDS) yang ada didalam air. Selain itu, keruhnya air juga disebabkan oleh buangan limbah rumah tangga seperti limbah rumah tangga dan sabun yang menyebabkan air menjadi keruh. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap warna perairan yaitu jenis plankton, dekomposisi bahan organik, larutan

tersuspensi, mineral dan bahan lain yang larut dalam air (Nuriya dkk, 2010; Rosarina dan Ellysa, 2018). Selain itu, warna keruh pada air dapat disebabkan oleh zat-zat organik yang larut dari partikel hasil pembusukan bahan organik, ion-ion metal alam, plankton, humus, dan tanaman (Untari dan Joni, 2015).

Kualitas air yang baik sebaiknya tidak bewarna dikarenakan untuk alasan estetis dan mencegah keracunan dari zat-zat maupun mikroorganisme yang bewarna yang ada didalam air. Air yang bewarna menunjukkan adanya kandungan bahan-bahan atau hasil dari kontak antara air dengan organisme yang mengalami pembusukan (Latupeirissa., dan Banuhutu, 2020). Kekeruhan pada air karena adanya partikel-partikel yang tersuspensi dengan air baik yang bersifat organik maupun anorganik. Adapun zat anorganik dapat berasal dari pelapukan tanaman dan hewan. Zat organik yang terkandung dalam air menjadi sumber makanan bakteri, sehingga sesuai untuk bakteri berkembang biak. Kualitas air yang baik adalah air yang bening (jernih) dan tidak keruh (Idrus, 2014).

Pengukuran kualitas air pada aliran sungai gua ngerong didapatkan hasil air tidak berbau. Hal ini menunjukkan air memiliki kualitas yang baik dan memenuhi syarat air untuk kebutuhan hygiene sanitasi. Bau dapat dirasakan secara langsung dengan indra penciuman. Bau pada air menunjukkan adanya proses dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikroorganisme air. Bau pada air menunjukkan kualitas air yang tidak baik, seperti bau amis yang dapat disebabkan oleh tumbuhnya algae. Selain itu, perubahan bau pada air dapat disebabkan oleh kandungan protein yang berasal dari limbah (Idrus, 2014).

Zat padat terlarut pada tiga stasion titik pengambilan memiliki nilai antara 348,6-350 mg/L, kandungan TDS tertinggi berada pada stasiun 3 sebesar 350 mg/L dan nilai TDS terendah berada pada titik 1 sebesar 348,8 mg/L. dapat diketahui kualitas air Berdasarkan hasil nilai TDS memenuhi standar baku mutu untuk kebutuhan hygiene sanitasi, karena nilai tidak melebihi ambang batas baku mutu yaitu 1000 mg/L. Nilai ambang batas TDS digunakan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Bab II. Tinggi nilai TDS pada titik 3 disebabkan oleh sumber pencemaran yaitu buangan limbah detergen dan MCK yang berada di sekitar aliran sungai gua ngerong. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mahyudin *et al.*, (2015) bahwa kandungan zat padat terlarut dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia. Hasil yang didapatkan tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Suprayogi *et al.*, (2019) pada sungai bawah tanah Gua Ngerong didapatkan nilai TDS 345,7 – 350 mg/L. Nilai TDS menunjukkan kandungan bahan organik maupun organik yang larut dalam air. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai TDS yaitu pelapukan, pengaruh antropogenik, dan limpasan tanah (Rinawati *et al.*, 2016).

4.3 Hasil Uji Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia

Kualitas air pada aliran sungai gua ngerong berdasarkan parameter fisika antara lain pH, BOD, COD, dan DO. Kualitas air pada aliran sungai gua ngerong berdasarkan parameter kimia disajikan pada Tabel. 4.6

Tabel 4. 6 Hasil pengukuran uji parameter kimia

Parameter kimia	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Baku Mutu
pH	7,34	7,33	7,41	MS
BOD	10,29 mg/l	11,58 mg/l	10,63 mg/l	TMS
COD	22,61 mg/l	27,53 mg/l	26,26 mg/l	TMS
DO	4,08 mg/l	4,16 mg/l	4,41 mg/l	MS

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

MS= Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi

TMS = Tidak Memenuhi Syarat kualitas air kebutuhan hygiene sanitasi

Hasil pengukuran suhu pada semua titik stasiun pengambilan sampel air didapatkan nilai pH paling rendah yaitu 7,33 sedangkan nilai pH paling tinggi pada titik 3 yaitu pH 7,41. Hasil yang didapatkan tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Suprayogi *et al.*, (2019) pada sungai bawah tanah Gua Ngerong dengan nilai pH antara 7,0 – 7,1. Kegunaan parameter pH untuk menunjukkan intensitas asam atau basa yang ada pada suatu larutan. Selain itu, pH meter digunakan untuk mengetahui indeks pencemaran yang ditunjukkan dengan keasaman atau kebasaan pada air. Parameter pH yang digunakan untuk mengukur suatu sampel diukur berdasarkan skala pH yang menunjukkan konsentrasi hydrogen yang ada dalam larutan tersebut (Idrus, 2014).

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang dilakukan maka kualitas air pada aliran sungai gua ngerong memenuhi standar baku mutu air kegunaan kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Bab II. Ambang batas baku mutu yang telah ditentukan yaitu pH 6,5-8,5 sehingga air masih layak digunakan untuk kebutuhan hygiene sanitasi. Menurut Putra dan Putri (2019), nilai pH yang kurang dari 6,5 dan diatas 9 menyebabkan senyawa kimia yang ada

didalam tubuh manusia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan.

Pengukuran kadar BOD (*Biology Oxygen Demand*) untuk mengetahui kadar oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam menguraikan zat organik terlarut yang tersuspensi dalam air. Kadar BOD menjadi salah satu parameter yang dijadikan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada suatu perairan. Hasil yang didapatkan kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter BOD pada semua stasiun tidak memenuhi syarat baku mutu. Pada stasiun 1 memiliki nilai BOD paling rendah yaitu 10,29 sedangkan nilai BOD paling tinggi pada stasiun 2 yaitu 11,58. Maka dapat diketahui air pada aliran sungai gua ngerong telah mengalami tingkat pencemaran berat. Kandungan BOD yang sangat besar disebabkan karena adanya pencemaran. Selain itu, tingginya nilai BOD menyebabkan jumlah oksigen yang diperlukan mikroorganisme dalam mendegradasi limbah menjadi sangat besar. Mikroorganisme akan mendegradasi bahan organik menjadi gas CO_2 , NH_3 , dan H_2O . Adanya bau busuk pada suatu perairan disebabkan oleh keberadaan gas NH_3 (Mardhia dan Viktor, 2018). Nilai BOD yang didapatkan hanya mengukur zat organik yang biodegradable (Koda *et.al.*, 2017; Royani *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada stasiun 2 nilai BOD sebesar 11,58 hal ini dikarenakan pada titik 2 dipengaruhi oleh tingginya bahan organik yang berasal dari pembuangan limbah rumah tangga. Selain itu, tingginya nilai BOD dapat disebabkan oleh arus yang cukup deras sehingga bahan organik yang berasal dari pencemaran tidak mengendap ke dasar

perairan sehingga berada di permukaan (Hardiyanto *et al.*, 2012). Tingginya nilai BOD pada musim hujan dikarenakan kondisi air yang keruh dan kotor, keberadaan mikroorganisme menyebabkan kandungan oksigen dalam air menjadi berkurang dan disebabkan oleh limbah yang dihasilkan oleh penduduk setempat seperti limbah rumah tangga (Bahagia *et al.*, 2020). Selain itu, dilakukan pengukuran kadar COD untuk mengetahui kualitas air pada aliran sungai gua ngerong.

Pengukuran kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) untuk mengetahui kadar bahan organik yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi yang terdapat dalam 1 liter air. Pengukuran kadar COD bahan organik. Hasil yang didapatkan kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong pada semua stasiun tidak memenuhi baku mutu air untuk kebutuhan hygiene sanitasi. Pada stasiun 1 memiliki nilai COD paling rendah yaitu 22,616 sedangkan pada stasiun 2 nilai COD paling tinggi yaitu 27,537. Hal ini dapat disimpulkan bahwa air pada aliran sungai Gua Ngerong telah mengalami tingkat pencemaran berat. Pada stasiun 2 didapatkan nilai COD lebih tinggi dikarenakan pada titik tersebut sebagai tempat pembuangan sampah. Tingginya nilai COD juga disebabkan oleh kegiatan yang ada di aliran sungai Gua Ngerong seperti pembuangan limbah rumah tangga. Menurut Hidayat (2019) penyebab dari tingginya nilai COD adalah air limbah rumah tangga dan limbah industri yang menjadi sumber utama.

Nilai COD selalu lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BOD, hal ini dikarenakan zat organik banyak yang teroksidasi secara kimiawi dibandingkan dengan zat organik yang teroksidasi secara biologis (Khan *et.al.*,

2011; Royani *et al.*, 2021). Selain itu, nilai COD juga menunjukkan kandungan dari zat total organik baik yang bersifat biodegradable maupun non-biodegradable (Royani *et al.*, 2021). Menurut Yogafanny (2015) bahan organik yang bisa didegradasi secara biodegradable maupun yang non-biodegradable seperti tumbuhan dan hewan yang mati, juga limbah buangan rumah tangga.

Oksigen terlarut (DO) pada tiga titik stasiun pengambilan menunjukkan kualitas air memenuhi baku mutu air kebutuhan hygiene sanitasi karena standar air bersih dan air minum untuk DO yaitu 4-6 mg/L. Pada stasiun 1 didapatkan nilai DO paling rendah yaitu 4,08 sedangkan nilai DO paling tinggi pada stasiun 3 yaitu 4,41. Hal ini dikarenakan pada stasiun 1 tidak ada beban pencemar yang masuk kedalam air, dimana perhitungan beban pencemar dimulai pada stasiun 2. Pada titik 2 sumber beban pencemar berasal dari limbah rumah tangga yang buangnya masuk kedalam badan sungai. Penelitian yang dilakukan Suprayogi *et al.*, (2019) pada sungai bawah tanah Gua Ngerong didapatkan Nilai DO 1,3 – 2,0 mg/L. Rendahnya nilai DO disebabkan minimnya oksigen yang terlarut dalam air sehingga tidak adanya proses fotosintesis.

Menurut Budiman (2010), jika ketinggian pada badan air bertambah namun kecepatan air tidak bertambah menyebabkan kecepatan air menjadi sangat lambat tetapi volume meningkat. Sehingga oksigen yang diperlukan juga mengalami peningkatan, namun keberadaan oksigen semakin dengan adanya beban pencemar yang berasal dari air buangan limbah penduduk. Tingginya tingkat pencemaran pada perairan hal ini dikarenakan aktivitas

manusia yang menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air sungai. Berkurangnya kualitas air sungai disebabkan karena banyaknya aktivitas pemukiman yang membuang limbahnya ke badan sungai (Anggun, 2013; Hastutiningrum *et al.*, 2020).

4.4 Hasil kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan baku mutu pemerintah

Hasil kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong di desa Rengel, Kecamatan Rengel Tuban Jawa Timur berdasarkan parameter biologi, fisika, dan kimia disajikan pada 4.7

Tabel 4. 7 hasil pengukuran kualitas air berdasarkan baku mutu pemerintah

Parameter Kualitas Air	Stasiun			Standar Baku Mutu PERMENKES No.32 Tahun 2017	Keterangan
	St.1	St.2	St.3		
Coliform	14 koloni/100ml	17 koloni/100ml	14 koloni/100ml	50 koloni/100ml	Memenuhi baku mutu
E.coli	29 koloni/100ml	84 koloni/100ml	113 koloni/100ml	0 koloni/100ml	Tidak Memenuhi baku mutu
Suhu	27,9°C	27,8°C	28°C	Deviasi 3 27°C -32°C	Memenuhi baku mutu
Bau	Hijau keruh	Hijau keruh	Hijau keruh	Tidak bewarna	Tidak Memenuhi baku mutu
Warna	Tidak bau	Tidak bau	Tidak bau	Tidak berbau	Memenuhi baku mutu
TDS	348,6 mg/l	349,6 mg/l	350 mg/l	1000 mg/l	Memenuhi baku mutu
pH	7,34	7,33	7,41	6,5 - 8,5	Memenuhi baku mutu
BOD	10,29 mg/l	11,58 mg/l	10,63 mg/l	-	-
COD	22,61 mg/l	27,53 mg/l	26,26 mg/l	-	-
DO	4,08 mg/l	4,16 mg/l	4,41 mg/l	-	-

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

Hasil uji kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong parameter biologi total *Coliform* pada ketiga stasiun yaitu 14-17 koloni/100 ml yang menunjukkan pada ketiga stasiun memenuhi baku karena tidak melebihi baku

mutu air kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017 yaitu batas baku mutu total *Coliform* 50 koloni/100ml. Adapun total *Coliform fecal* ketiga stasiun yaitu 29-113 koloni/100ml menunjukkan ketiga stasiun tidak memenuhi baku mutu kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017 yaitu *E. coli* 0 koloni/100ml.

Kualitas air aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan parameter fisika suhu, bau, dan TDS memenuhi baku mutu air kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017. Sedangkan parameter warna tidak memenuhi baku mutu, dikarenakan pada ketiga stasiun air memiliki warna hijau keruh. Pengujian kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong juga digunakan parameter kimia yaitu pH yang memenuhi baku mutu air kebutuhan hygiene sanitasi berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, sedangkan parameter BOD didapatkan 10,29 mg/l-11,63 mg/l tidak memenuhi baku mutu karena melebihi baku mutu yaitu 2 mg/l untuk air sungai kelas I berdasarkan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup No. 22 tahun 2021.

Parameter COD juga digunakan dalam pengujian kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong didapatkan 22,61 mg/l – 27,53 mg/l. Berdasarkan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup No. 22 tahun 2021 dapat diketahui kualitas air berdasarkan parameter COD tidak memenuhi baku mutu karena melebihi baku mutu air sungai kelas I yaitu 10 mg/l. Hasil pengukuran DO didapatkan nilai 4,08 mg/l – 4,41 mg/l, dapat diketahui air pada aliran sungai Gua Ngerong memenuhi baku mutu air sungai

kelas I berdasarkan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup No. 22 tahun 2021 karena tidak lebih dari 6 mg/l.

Berdasarkan hasil uji kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong, maka perlu adanya pengawasan dengan menjaga daerah aliran sungai yaitu tidak membuang sampah sembarangan. Cara tersebut menjadi salah satu upaya untuk menjaga kualitas air agar tetap memenuhi baku mutu sehingga aman digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Air menjadi kebutuhan kompleks manusia yang diciptakan oleh Allah dalam kondisi bersih suci yang dapat dimanfaatkan makhluk hidup untuk minum atau kebersihan. Sebagaimana sabda Rasulullah SAW:

وَعَنْ أَبِي سَعِيدٍ الْخُدْرِيِّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ الْمَاءَ طَهُورٌ لَا يُجَسُّهُ شَيْءٌ أَخْرَجَهُ الثَّلَاثَةُ وَصَحَّحَهُ أَحْمَدُ

Artinya : “Dari Abu Said al-Khudri, ia berkata bahwa Rasulullah SAW bersabda: *Sesungguhnya air itu suci dan tidak dinajisi oleh sesuatu apapun*”. (HR. Al-Tsalasah).

Dalam kitab Sunan Abu Dawud mengenai bab Thaharah (2009) hadits ini menjelaskan tentang air yang memiliki sifat bersih dan suci yang dapat dimanfaatkan untuk mensucikan. Ketika air tidak lagi dalam kondisi bersih atau suci karena terkena najis atau kotoran. Namun, ketika air tersebut mengalir atau yang disebut sungai, maka air tersebut masih dapat digunakan untuk bersuci. Hal ini seperti juga pada air sungai gua ngerong yang terkena kotoran dari manusia maupun hewan tetapi dapat digunakan sebagai sarana kebersihan.

Pencemaran menjadi salah satu kerusakan lingkungan yang menjadi masalah bagi semua makhluk hidup. Khususnya pencemaran air yang dapat

menurunkan kualitas air. Salah satu pemicu pencemaran air seperti membuang sampah ke sungai. hal ini seperti pada aliran air sungai gua ngerong terdapat sampah organik maupun non organik. Allah berfirman dalam Al-Qur'an Surah Ar-Rum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ.

Artinya : *Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari a(akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar) (QS. Ar-Rum: 41).*

Dalam tafsir Ibn Asyur di dalam kitab Al-Misbah dijelaskan bahwa alam raya di ciptakan Allah dalam keadaan yang serasi dan sesuai dengan kehidupan manusia, tetapi mereka melakukan kegiatan yang buruk yang membuat ketidakseimbangan dalam sistem kerja alam (Shihab, 2002).

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong dapat disimpulkan bahwa :

- a. Berdasarkan hasil uji kualitas air parameter biologi metode TPC dengan media NA pada stasiun 3 dengan jumlah koloni tertinggi $1,7 \times 10^4$ Cfu/ml dan jumlah koloni terendah pada stasiun 1 dengan jumlah koloni $3,6 \times 10^2$ Cfu/ml didapatkan pada semua sampel melebihi ambang batas baku mutu berdasarkan SNI No. 01-3553 tahun 2006. Pada metode MPN didapatkan nilai MPN tertinggi pada stasiun 2 bakteri *Coliform* antara 14-17 koloni/100 ml dan *Coliform fecal* antara 29-113 koloni/100 ml dengan nilai tertinggi pada stasiun 3, hasil metode MPN pada media EMBA didapatkan 3 jenis koloni bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp., dan *Klebsiella* sp.
- b. Berdasarkan hasil uji kualitas air parameter fisika air pada aliran sungai Gua Ngerong stasiun 1 memiliki suhu $27,9^{\circ}\text{C}$, hijau keruh, tidak bau, TDS 348,6 mg/l, pada stasiun 2 memiliki suhu $27,8^{\circ}\text{C}$, hijau keruh, tidak bau, TDS 349,6 mg/l sedangkan pada stasiun 3 suhu 28°C , hijau keruh, tidak bau, dan TDS 350 mg/l.
- c. Berdasarkan hasil uji kualitas air parameter kimia air pada aliran sungai Gua Ngerong stasiun 1 memiliki pH 7,34, BOD 10,29 mg/l, COD 22,61 mg/l, DO 4,08 mg/l, pada stasiun 2 memiliki pH 7,33, BOD 11,58 mg/l,

COD 27,53 mg/l, DO 4,16 mg/l sedangkan pada stasiun 3 pH 7,41, BOD 10,63 mg/l, COD 26,26, dan DO 4,41 mg/l.

- d. Berdasarkan hasil uji kualitas air pada aliran sungai Gua Ngerong berdasarkan baku mutu pemerintah total *Coliform*, suhu, bau, TDS, dan pH memenuhi baku mutu, sedangkan total *Coliform fecal* dan warna tidak memenuhi baku mutu PERMENKES No. 32 Tahun 2017 untuk air kebutuhan hygiene sanitasi, parameter DO memenuhi baku mutu baku mutu sedangkan BOD dan COD tidak memenuhi baku mutu air sungai kelas I berdasarkan penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup No. 22 tahun 2021.

5.2 Saran

- a. Perlu adanya pengelolaan dan pengawasan pada aliran sungai agar tidak membuang sampah pada aliran sungai
- b. Perlu adanya penelitian berkala untuk mengetahui kualitas air sungai gua ngerong berdasarkan parameter biologi, fisika, dan kimia
- c. Perlu adanya penelitian setelah uji MPN dilanjutkan uji biokimia

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Afwa, R.S, Muskananfolo, M.R., Rahman, A., Suryanti., dan Sabdaningsih, A. (2021). Analysis of the Load and Status of Organic Matter Pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3), 168-178.
- Agniy, R.F., Tcahyo, N.A, Eko, H., Afid, N., Ahmad, C., Aji, D.P., dan Dicky, S.D. (2019). Karakteristik Sistem Aliran Sungai Bawah Tanah di Kawasan Karts Jonggrangan dengan Tracer Test. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9r5kh>.
- Aji, O.R., dan Nofa, N.F. (2021). Deteksi Keberadaan *Coliform* dan *Escherichia coli* Pada Es Batu Dari Penjual Minuman di Sekitar Kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan. *Metamorfosa: Journal Of Biological Science*, 8(2),222-229..
- Aminollah, Bambang, I., dan Agus, P. (2016). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Patogen *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Pada Kotoran Kelelawar di Gua Pongangan, Gresik dan Gudang Talun Bojonegoro, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Amaliyah, L. (2020). Analisis Kadar bakteri *Coliform* Pada Aliran Sungai Brantas di Desa Joho Kabupaten Kediri. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Andriani, K.Y., dan Murtini, S. (2018). Kajian Objek Wisata Gua Ngerong dan Gua Putri Asih Sebagai Destinasi Wisata di Kabupaten Tuban. *Swara Bhumi*, 5(8), 1-9.
- Anisafitri, J., Khairuddin., dan Dewa, A.C.R. (2020). Analisis Total Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Air Pada Sungai Unus Lombok. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(3), 266-272.
- Apriliyanti, L.D. (2020). Analisis Kandungan Mikroba Pada Jajanan Bakso Tusuk di Alun-Alun Kota Gresik Menggunakan Metode TPC (*Total Plate Count*) dan MPN (*Most Probable Number*). *Skripsi*. UIN Sunan Ampel. Surabaya.
- Arisanty, D., Adyatama, S., dan Huda, N. (2017). Analisis Kandungan Bakteri *Fecal Coliform* pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(2), 51-60.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*, 4(1), 83-93.
- Azhari, A.S., Esti, T., dan Hanik, F. (2022). Physical, Chemical, and Microbiological Quality Analysis of Home Ice Cubes, Beams, and Crystals in Gang Lebar, Wonocolo, Surabaya. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1431-1444.
- Azis, M.F. (2006). Gerak Air Laut. *Oseana*, 31(4), 9-21.
- Bahagia., Suhendrayatna., dan Zulkifli, A.K. (2020). Analisis Tingkat Pencemaran Air Sungai Krueng Tamiang Terhadap COD, BOD, dan TSS. *Serambi Engineering*, 5(3), 1099-1106.

- Basriman, I., Dahni, B.H., dan Noryawati, M. (2019). Mutu Mikrobiologis Udang Selama Penyimpanan Dalam Kemasan Plastik *Biodegradable* Dengan Matriks Damar Daging dan Pati Tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan*, 1(1), 49-57.
- Budiman, A. (2010). Pemodelan Kualitas Air dengan Parameter BOD dan DO Pada Sungai Ciliwung. *Indonesian Journal of Urban and Environmental*, 5(3), 97-106.
- Brooks, G.F., Janet, S.B., Stephen, A.M. 2001. Jawetz, Melnick and Adelbergs, *Mikrobiologi Kedokteran*, Alih Bahasa Oleh Mudihardi, E., Kunataman Wasito, E.B., Mertianiasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L. Penerbit Salemba, Jakarta.
- Castas, Kasasiah, A., dan Hilmi, I.L. (2022). Analisis Sumber Cemar Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp Pada Minuman Jamu Serbuk Instan Temulawak dan Kunyit Asam di Depot Jamu Kabupaten Karawang. *LUMBUNG FARMASI; Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(2):155-164.
- Daramusseng, A., dan Syamsir. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter *Escherichia coli* untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indoensia*, 20(1), 1-6.
- Dewi, A.P., dan Gusnita. (2019). Analisa Cemar Mikroba Pada Es Batu yang Dijual di Sekitar Universitas Abdurrahman Dengan Metode *Most Probable Number* (MPN). *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2).
- Dhafin, A.A. 2017. Analisis Cemar Bakteri Coliform *Escherichia coli* Pada Bubur Bayi Home Industry Di Kota Malang Dengan Metode TPC dan MPN. *Thesis*. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Epriyanti, E., Andi, I., dan Ishak, M.J. (2016). Analisis Kualitas Air di Parit Besar Sungai Jawi Kota Pontianak. *PRISMA FISIKA*, 4(03), 101-108.
- Falamy, R., E. Warganegara., dan E. Apriliana. (2013). Deteksi Bakteri *Coliform* pada Jajan Pasar Cincin Hitam di Pasar Tradisional dan Swalayan Kota Bandar Lampung. *MAJORITY Medical Journal of Lampung University*, 2(5), 2
- Fataha, S.N., Iis, H.A.W., dan Sardju, A.P. (2019). Perancangan Alat Pengukur Suhu Air Laut. *Jurnal PROtek*, 6(1), 12-14.
- Fatiqin, A., Riri, N., dan Ike, A. (2019). Pengujian *Salmonella* dengan Menggunakan Media SSA dan *E. coli* Menggunakan Media EMBA Pada Bahan Pangan. *Jurnal Indobiosains*, 1(1), 22-29.
- Genisa, M.U., dan Auliandari, L. (2018). Sebaran Spasial Bakteri Koliform di Sungai Bagian Hilir. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(3), 131-138.
- Hamuna, B., Rosye, H.R.T., Suwito., Hendra, K.M., dan Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-

- Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu lingkungan*, 16(1), 35-43.
- Hanafi, M.H., dan Yosanto, Y. (2018). Kajian Ketersediaan Air di Sungai Cimande untuk Kebutuhan Air bagi Masyarakat di Kecamatan Cimanggung Sumedang. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(1), 112-121.
- Handayani, W. (2017). Local Knowledge Analysis For Animal Water Sustainability At Ngerong Cave in Rengel Village, Rengen Subdistrict, Tuban Regency-East Java. *Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*, 05(01), 90-103.
- Hanik, U. (2018). Hitung Jumlah *Coliform* Pada Minuman Es The (Studi Kasus di Kantin Perguruan Tinggi X). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Hastutiningrum, S., Muchlis., dan Nova, A.A. (2020). Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Selokan Mataram Yogyakarta. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 12(2), 189-194.
- Hidayat, M.Y., Ridwan, F., dan Alfrida, E.S. (2019). Efektivitas Multimedia Dalam *Biofilter* Pada Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 3(2), 111-126.
- Husain, A.F. (2021). Uji Kualitas Air Sungai Sanggong di Desa Rante Balla Kecamatan Latimojong Kabupaten Luwu. *Skripsi*. Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Idrus, S.W.A. (2014). Analisis Pencemaran Air Menggunakan Metode Sederhana Pada Sungai Jangkuk, Kekalik dan Sekarbela Kota Mataram. *Paedagoria*, 5(2), 8-14.
- Ihsan., Rahmadwati., dan Herman, T. (2016). Klasifikasi dan Identifikasi Jumlah Koloni Pada Citra Bakteri dengan Metode *K-Nearest Neighbor*, 8(2), 78-82.
- Juariah, S., dan Sari, W.P. (2018). Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Bacillus* sp. *Klinikal Sains*, 6(1):24-29.
- Kamaliah. (2017). Kualitas Sumber Air Tangkiling yang Digunakan Sebagai Air Baku Air Minum Isi Ulang dari Aspek Uji MPN Total Coliform. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 5-12.
- Karim, I.A.N.S.A., Supit, C.J., dan Hendratta, L.A. (2016). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 705-714.
- Kaslum, L., Aneasari., Ahmad, Z., Yesi, T., Yaya, O., Aulia, A., Lismayani., dan Arinda. (2019). Kinerja Sistem Filtrasi Dalam Menurunkan Kandungan TDS, Fe, dan Organik Dalam Pengolahan Air Minum. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 10(1), 46-49.

- Kumalasari, D. (2021). Uji Kaulitas Air Pada Sumber Mata Air Desa Sumberbening Kabupaten Malang Selatan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Kusuma, A.P.B., Yudono, A.R.A., dan Widiarti, I.W. (2021). Potensi Kerentanan Air Tanah dan Air Permukaan Akibat Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Milangsari. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-III*.
- Latupeirissa, A.N., dan Manuhutu, J.B. (2020). Analsis Parameter Fisika dan Kesadahan Air PDAM Wainitu Ambon. *Molluca Journal of Chemistry Education*, 10(1), 1-7.
- Lestari, S. S. (2014). Penurunan Kadar Fe dan Warna Pada Air Gambut Menggunakan Tanah Gambut yang Diaktivasi dengan H_3PO_4 . *Skripsi*. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Mahyudin, M., Soemarno, S., dan Tri, B.P. (2015). Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lesatri*, 6(2), 105-114.
- Mainassy, M.C. (2017). Pengaruh Parameter Fisika dan Kimia Terhadap Kehadiran Ikan Lompa (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apul Kabupaten Maluku Tengah, *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Muda*, 19(2), 61-66.
- Mardhia, D., dan Viktor, A. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182-189.
- Masykur, H.Z., Bintal, A., Jasril., dan Sofyan, H.S. (2018). Analisis Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode STORET Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Dua Aliran Sungai di Kecamatan Tembilihan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2), 84-96.
- Megawati, C., Yusuf, M., Lilik, M. (2014). Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2), 142-150.
- Meylani, V., dan Putra, R.R. (2019). Analisi *E.Coli* Pada Air Minum Dalam Kemasan yang Beredar di Kota Tasikmalaya. *Journal Bioeksperimen*, 5(2), 121-125.
- Muarif. (2016). Karakteristik Suhu Perairan di kolam Budidaya Perikanan. *Jurnal Mina Sains*, 2(2), 96-101.
- Mukti, G.T., Tri, B.P., dan Riyanto, H. (2021). Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran dan Metode Water Quality Index (WQI) di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 238-251.
- Munfiah, S., Nurjazuli., dan Onny, S. (2013). Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(2), 154-159.

- Mutmainah, H., dan Ilham, A. (2018). Status Kualitas Perairan Kawasan Terpadu Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Menggunakan Metode Indeks Golongan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 107-115.
- Natalia, L.A., Siti, H., dan Dewi, M. (2014). Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Blora. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1),31-38.
- Negara, J.K., Sio, A.K., Rifkhan., Arifin, M., Oktaviana, Y., Wihansah, R.R.S., dan Yusuf, M. (2016). Aspek Mikrobiologis serta Sensori (Rasa, Warna, Tekstur, Aroma) pada Dua Bentuk Penyajian Keju yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4(2):286-290.
- Noor, A., Supriyanto, A., dan Rhomadhona, H. (2019). Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan *Turbidity* Sensor dan Arduino Berbasis Web Mobile. *Jurnal CoreIT*, 5(1), 316.
- Nugraha, M.P.H. (2016). Kajian Kualitas Air Sungai Bawah Tanah Pada Daerah Imbuhan dan Daerah Pengolahan Air Goa Birin, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Oriza, R. (2013). Hubungan Perilaku Pengguna Air Sungai dengan Keluhan Kesehatan di Desa Canggih Kecamatan Pante Ceureumen Kabupaten Aceh Barat. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Teuku Umar Meulaboh. Aceh Barat.
- Pakpahan. R.S., Picauly, I., dan Mahayasa, I.N.W. (2015). Cemaran Mikroba *Escherichia coli* dan Total Bakteri Koliform pada Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 9(4).
- Pamungkas, M.T.O.A. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD₅ dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(2), 166-175.e4
- Prakarsa, T.B.P. dan Ahmadin, K. (2013). Diversitas Arthropoda Gua di Kawasan Karst Gunung Sewu, Studi gua-gua di Kabupaten Wonogiri. *BIOTROPIC The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 31-36.
- Pratiwi, A.D., Widyorini, N.N., dan Rahman, A. (2019). ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN TOTAL BAKTERI COLIFORM DI SUNGAI PLUMBON, SEMARANG An Analysis of Waters Quality Based on Coliform Bacteria in Plumbon River, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 8(3),211-220.
- Prima, C.D., Agus, H., dan Max, R.M. (2016). Analisis Sebaran Spasial Kualitas Perairan Teluk Jakarta. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(2):51-60.
- Priyowinata, A. (2010). Pemanfaatan Sungai Bawah Tanah untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) 20 kW di Gua Ngerong, Desa Rengel, Tuban. *Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS*.

- Puluh, E.A., Hosea, J.E., dan Jainer, P.S. (2019). Formulasi dan Uji Antibakteri Sediaan Masker Gel *Peel-off* Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermis* Sebagai Antijerawat. *PHARMACON*, 8(4), 860-869.
- Putri, A.L.O., dan Endang, K. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Pangan Fermentasi Berbasis Ikan (Inasua) yang Diperjualbelikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 6-12.
- Putra, A.Y., dan Putri, A.R.Y. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD Pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103-109.
- Putri, A.M., dan Kurnia, P. (2018). Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Total Mikroba Dalam Es Dung-Dung di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indoensia*, 13(1):41-45.
- Puwanto, Y., dan Koesuma, S. (2017). Identifikasi Pola Aliran Sungai Bawah Tanah Daerah Karst di Desa gebangharjo Kecamatan Pracimantoro Menggunakan Metode *Tomography Resistivity* Konfigurasi Wenner-Schlumberger. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 7(2), 114-121.
- Rahman, M.A., Hidayat, N., dan Supianto, A.A. (2018). Komparasi Metode Data Mining *K-Nearest Neighbor* dengan Niave Bayes untuk Klasifikasi Kualitas Air Bersih. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 6346-6353.
- Ramaditya, N.A., Tono, K., Suarjana, I.G.K., dan Besung, I.N.K. (2018). Isolasi *Klebsiella* sp. Pada Sapi Bali Berdasarkan Tingkat Kedewasaan dan Lokasi Pemeliharaan serta Pola Kepekaan Terhadap Antibakteri. *Buletin Veteriner Udayana*, 10(1):26-32.
- Rimantho, D., dan Mariani, D. M. (2017). Penerapan Metode *Six Sigma* Pada Pengendalian Kualitas Air Baku Pada Produksi Makanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(1), 1-12.
- Rinaldi., Hardiana., Nurmalia, Z., dan Dina, V. (2022). Uji Cemaran Coliform Pada Air Minum Isi Ulang (AMIU) yang Dijual di Desa Peuniti Kota Banda Aceh. *Jurnal Sains & Kesehatan Darussalam*, 2(2),36-42.
- Rinawati, Diky, H., R. Suprianto., dan Putri, S.D. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid* dan *Total Suspended Solid*) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1).
- Rosarina, D., dan Ellysa, K.L. (2018). Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau dari Parameter Fisika. *Jurnal Redoks*, 3(2), 38-43.
- Royani, S., Adita, S.F., Afresa, B.P.E., dan Hanif, Z.B. (2021). Kajian COD dan BOD Dalam Air di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 13(1), 40-49.

- Santosa, M.B., dan Dhimas, W. (2013). Studi Kualitas Air di Lingkungan Perairan Tambak Adopsi *Better Management Practices* (BMP) Pada Siklus Budidaya I, Kelurahan Karang Anyar Pantai Kota Tarakan Propinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Harpodon Borneo*, 6(1).
- Saputri, E.T., dan Efendy, M. (2020). Kepadatan Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Biologis di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*, 1(2), 243-249.
- Sari, I.P.T.P. (2014). Tingkat Pengetahuan Tentang Pentingnya Mengonsumsi Air Mineral Pada Siswa Kelas IV Di SD Negeri Keputran A Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 10(2), 55-61.
- Sari, E.K., dan Oki, E.W. (2019). Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(3):486-491.
- Sari, M.A.P., Soleha, T.U., Carolia, N., dan Nisa, K. (2019). Identifikasi Bakteri Coliform dan *Escherichia coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Bandar Lampung. *Medula*, 9(1),107-114.
- Sari, D.P., Rahmawati., dan Elvi, R.P.W. (2019). Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri *Coliform* Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 29-35.
- Sasongko, E.B., Widyastuti, E., dan Priyono, R.E. (2014). Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72-82.
- Shihab, M.Q. (2002). *Tafsir Al-Misbah, Pesan, Kesan Dan Keserasian Al-Quran*. Lentera Hati, Jakarta.
- Sidabutar, C.M. (2019). Analisa Bakteri *Coliform* dengan Metode MPN Pada Air Es Tebu yang Dijual Dijalan Williemi Iskandar Medan. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan KEMENKES RI Medan.
- Sukmawati., dan Fatimah, H. (2018). Analisis *Total Plate Count* (TPC) Mikroba Pada Ikan Asin Kakap di Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Biodjati*, 3(1): 72-78.
- Soesetyaningsih, E., dan Azizah. (2020). Akurasi Perhitungan Bakteri Pada Daging Sapi Menggunakan Metode Hitung Cawan. *BERKALA SAINTEK*, 8(3), 75-79.
- Sunarti, R.N. (2015). Uji Kualitas Air Sumur dengan Menggunakan Metode MPN (*Most Probable Numbers*). *Bioilmi*, 1(1).
- Supomo., Eko, K., dan Muhammad, A. (2016). Uji Cemaran *Coliform* Pada *Ice Coffee Blended* yang Beredar di Kecamatan Samarinda Ulu dengan Menggunakan Metode MPN (*Most Probable Number*). *Jurnal Kebidanan*, 2(2), 92-96.

- Susanti, M. (2021). Analisis Cemaran Coliform Pada Sumber Air Produsen kue Tradisional Apem di Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Medika Husada*, 1(2):29-34.
- Susetyo, R.A. (2014). Uji Angka Kapang/Khamir (AKK), Angka Lempeng Total (ALT), dan Identifikasi *Escherichia coli* Dalam Jamu Cekok Dari Penjual Jamu Racik "X" di Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Tanjung, R.H.R., Hendra, K.M., dan Suwito. (2016). Pemantauan Kualitas Air Sungai Digoel, Distrik Jair, Kabupaten Boven Digoel, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 8(1), 38-47.
- Tyas, D.E., Widyorini, N., dan Solichin, A. (2018). Perbedaan Jumlah Bakteri Dalam Sedimen Pada Kawasan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Desa Bedono, Demak. *JOURNAL OF MAQUARES*, 7(2), 189-196.
- Utari, T., dan Joni, K. (2015). Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Layak Konsumsi di Kota Malang dengan Metode Modifikasi Filtrasi Sederhana. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1492-1502.
- Widiyanto, A.F., Yuniarno, S., dan Kuswanto, K. (2015). Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2):246-254.
- Widyaningsih, W., Supriharyono., dan Niniek, W. (2016). Analisis Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(3), 157-164.
- Winasari, K., Rita, E., dan Fifia, C. (2015). Uji Bakteriologis Air Minum Pada Mata Air Bukit Sikumbang Desa Pulau Sarak Kecamatan Kampar. *JOM FK. Kampar*, 2(2):1-7.
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 7(1), 41-50.
- Yuliana, A., dan Saeful, A. (2016). Analisis Mikrobiologi Minuman Teh Kemasan Berdasarkan Nilai APM Koliform. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 15(1),1-9.
- Yulis, P.A.R., Desti, D., dan Asyti, F. (2018). Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 6(3), 1-11.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. (2015). Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indoensia Berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) dengan Metode *Pour Plate*. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 237-248.