

**ANALISIS KANDUNGAN BAKTERI *Eshericia coli* DI PERAIRAN  
PULAU SAMALONA, KOTA MAKASSAR**

**SKRIPSI**

**YUNITA NUR FATANAH**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**ANALISIS KANDUNGAN BAKTERI *Eshericia coli* DI PERAIRAN  
PULAU SAMALONA, KOTA MAKASSAR**

**YUNITA NUR FATANAH**

**L01 1191 115**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Kandungan Bakteri *Escherichia coli* di Perairan Pulau Samalona, Kota  
Makassar

Disusun dan diajukan oleh

**YUNITA NUR FATANAH**

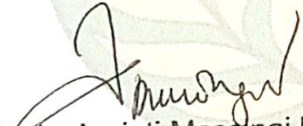
**L011191115**

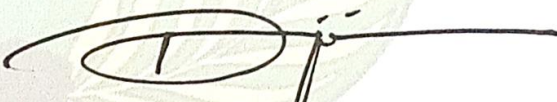
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Ir. Arniati Massinai M. Si.  
NIP. 196606141991032016

  
Dr. Ir. Rijal Idris, M.Sc.  
NIP. 196512191990021001

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan,



Dr. Khairul Amri, S.T., M.Sc.Stud  
NIP: 196907061995121002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yunita Nur Fatanah

NIM : L011191115

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul : **“Analisis Kandungan Bakteri *Eschericia coli* di Perairan Pulau samalona, Kota Makassar”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hri terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 24 November 2023



Yunita Nur Fatanah  
NIM. L011191115



## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yunita Nur Fatanah

NIM : L011191115

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 24 November 2023

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan,



Dr. Khairul Amri, S.T., M.Sc.Stud  
NIP. 196907061995121002

Penulis,

Yunita Nur Fatanah  
NIM. L011191115

## ABSTRAK

**Yunita Nur Fatanah.** L011191115. Analisis Kandungan Bakteri *Escherichia coli* di Perairan Pulau samalona, Kota Makassar. Di bawah bimbingan **Arniati Massinai** dan **Rijal Idrus**.

---

---

Bakteri *Escherichia coli* merupakan jenis utama dari kelompok bakteri *faecal coli* yang dijadikan sebagai indikator cemaran biologis di perairan wisata bahari. Salah satu destinasi wisata bahari yang banyak dikunjungi oleh wisatawan adalah Pulau Samalona, lokasi pulau ini tidak jauh dari daratan utama Kota Makassar. Sampai saat ini belum ada penelitian terkait pemeriksaan secara biologis di tempat ini. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan bakteri *E. coli* dan parameter apa saja yang memengaruhi kelimpahan bakteri ini di perairan. Penelitian ini dilakukan pada 2 stasiun penelitian yang telah ditetapkan, yaitu stasiun 1 di bagian pulau yang menghadap ke daratan utama dan stasiun 2 di bagian pulau yang menghadap ke laut lepas. Air sampel dari masing-masing stasiun penelitian dianalisis dengan rangkaian uji penduga, penegas, dan penguat. Kelimpahan bakteri *E. coli* dihitung dengan menggunakan metode MPN (*Most Probably Number*) dan hubungan antara parameter oseanografi dengan kelimpahan bakteri dianalisis secara statistik dengan regresi linear berganda. Hasil penelitian menunjukkan hampir semua seri tabung pengenceran menunjukkan hasil yang positif sehingga diperoleh rerata kelimpahan bakteri *E. coli* relatif lebih tinggi pada stasiun 1 sebesar  $1.28 \times 10^3$ , sedangkan pada stasiun 2 kelimpahan bakteri sebesar  $1.16 \times 10^3$ , namun kelimpahan bakteri antar stasiun tidak signifikan perbedaannya. Parameter yang paling berpengaruh terhadap kelimpahan bakteri *E. coli* adalah Bahan Organik Total (BOT).

Kata kunci : Bakteri *Escherichia coli*, Pulau Samalona, Metode MPN

## ABSTRACT

**Yunita Nur Fatanah.** L011191115. Analysis of *Escherichia coli* Bacteria in the Waters of Samalona Island, Makassar City. Under the guidance of **Arniati Massinai** and **Rijal Idrus..**

---

---

*Escherichia coli* bacteria is the main type of fecal coliform bacteria used as a biological pollution indicator in marine tourism waters. One of the popular marine tourism destinations visited by tourists is Samalona Island, which is located not far from the mainland of Makassar City. Until now, there has been no research related to biological examination in this area. This study was conducted to determine the content of *E. coli* bacteria and the factors that affect its abundance in the waters. The study was conducted at two designated research stations, namely station 1 on the part of the island facing the mainland and station 2 on the part of the island facing the open sea. Water samples from each research station were analyzed using a series of presumptive, confirmatory, and amplification tests. The abundance of *E. coli* bacteria was calculated using the Most Probable Number (MPN) method, and the relationship between oceanographic parameters and bacterial abundance was analyzed statistically using multiple linear regression. The results showed that the average abundance of *E. coli* bacteria was relatively higher at station 1 ( $1.28 \times 10^3$ ) compared to station 2 ( $1.16 \times 10^3$ ), but the difference in bacterial abundance between the two stations was not significant. In addition, the parameter that had the most significant effect on the abundance of *E. coli* bacteria was Total Organic Matter (TOM).

Keyword : *Escherichia coli* bacteria, Samalona island, MPN methode

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala berkat dan rahmat-Nya saya selaku penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Bakteri *Eschericia coli* di Perairan Pulau samalona, Kota Makassar”. Skripsi ini dibuat berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Penyelesaian Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak baik berupa saran maupun kritikan yang bersifat membangun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, ayahanda **Marzuki** dan ibunda **Nurbaeti** atas segala doa, nasehat, kasih sayang dan bimbingan yang tak pernah terputus hingga detik ini. Terima kasih juga ucapkan kepada kakak penulis yang selalu menyemangati dan mendukung dalam penyelesaian Skripsi ini.
2. Ibu **Dr. Ir. Arniati Massinai M. Si** selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, kritik dan saran yang sangat membangun kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Ir, Rijal Idrus M.Sc.** selaku dosen penasehat akademik dan dosen pembimbing anggota yang mendampingi, memberi masukan serta bimbingan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak **Drs. Sulaiman Gossalam, M.Si** selaku dosen penguji utama yang memberikan kritik dan saran serta ilmu yang sangat bermanfaat untuk penulisan skripsi ini.
5. Bapak **Prof. Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si** selaku dosen penguji anggota yang memberikan kritik dan saran serta ilmu yang sangat membantu untuk pengolahan data pada penyusunan skripsi ini.
6. Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Bapak **Safruddin, S.Pi MP., Ph.D**, Ketua Program Studi Ilmu Kelautan Bapak **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud** beserta seluruh dosen dan staf pegawai yang telah memberikan sebagian ilmu dan membantu dalam pengurusan penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman yang melakukan penelitian di lokasi yang sama : Anella Hasri P, Lala Saskia, dan Devilsa Damayanti. Terimakasih atas kerja sama dan dukungannya selama penyusunan proposal, analisis di laboratorium hingga selesainya penulisan skripsi ini.
8. Tim Lapangan: Jihad Al-Munawir, Muh. Firdaus, Nur Ainul Hidayat, Asman, Muh. Arif dan Rafa Muhammad Syafiq T. terima kasih atas waktu yang telah diluangkan untuk membantu penulis dalam pengambilan sampel di lapangan.



9. Teman teman seperjuangan yang membantu, mendukung dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama Mudhiyyah Irman, Nur Afifa Nawing, Sarah Estafani, Dwinahdah Asti, dan Sherly Silfanny.
10. Teman-teman asisten planktonologi laut: Andi Muh. Rafly, Nurul Muafiah, Fira, Uzli, Umam, Alif, dan Dilla yang telah menghibur dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini,
11. Seluruh teman-teman MARIANAS 19 dan Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) terima kasih atas persaudaraan, kekompakan dan pengalaman selama masa kuliah.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu namun belum sempat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk segala bantuannya, semoga Allah SWT membalas semua bantuan kebaikan dan ketulusan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, penulis sangat mengharapkan saran-saran guna perbaikan dan kesempurnaan di masa yang akan datang. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, 24 November 2023

Penulis,

Yunita Nur Fatanah

## BIODATA PENULIS



Yunita Nur Fatanah, lahir di Bulukumba pada tanggal 6 Juni 2002. Penulis merupakan anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan **Marzuki** dan **Nurbaeti**. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SD Negeri 134 Kalumpang dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya pada tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 33 Bulukumba. Pada tahun 2019 penulis menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 4 Bulukumba dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di program studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjalani dunia kemahasiswaan, penulis diamanahkan menjadi asisten laboratorium di beberapa mata kuliah seperti Sistem Informasi Geografis, Perbenihan dan Penangkaran Biota Laut, Mikrobiologi Laut, Oseanografi Kimia, Analisis Data Bioekologi Laut, Metode dan Teknik Survey Sumber Daya Hayati Laut, Planktonologi Laut dan Pencemaran Laut. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir pada tahun 2022 yakni dengan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) gelombang 107 di Desa Tritiro, Kecamatan Bontotiro Kabupaten Bulukumba. Kemudian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan penulis menyusun Skripsi yang berjudul: **Analisis Kandungan Bakteri *Eschericia coli* di Perairan Pulau Samalona, Kota Makassar.**

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
PERNYATAAN AUTHORSHIP .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BIODATA PENULIS .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
A. Standar Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari .....	3
B. Bioekologi Bakteri <i>Esherichia coli</i> .....	3
1. Karakteristik Koloni dan Sel Bakteri <i>E. coli</i> .....	4
2. Reproduksi.....	5
3. Habitat.....	6
4. Sistem Pencernaan .....	7
5. Parameter Oseanografi yang Memengaruhi Pertumbuhan Bakteri <i>E. coli</i> ..	7
a. Suhu.....	7
b. <i>Potential Hydrogen</i> (pH).....	8
c. Salinitas.....	8
d. Bahan Organik Total (BOT).....	8

e. Oksigen Terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ).....	9
f. Arus.....	9
C. Patogenitas Bakteri <i>E. coli</i> .....	9
D. Metode MPN .....	11
<b>III.METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
A. Waktu dan Tempat .....	13
B. Alat dan Bahan.....	14
C. Prosedur Penelitian .....	15
1. Persiapan .....	15
2. Penentuan Stasiun Penelitian.....	15
3. Pengambilan Sampel Air untuk Analisis Bakteri <i>E. coli</i> .....	15
4. Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	16
5. Analisis Sampel.....	18
4. Perhitungan Bakteri .....	21
5. Pengamatan Morfologi Koloni.....	21
6. Pewarnaan Gram .....	21
7. Pengamatan morfologi sel <i>Escherichia coli</i> .....	22
6. Analisis Data .....	22
<b>IV.HASIL.....</b>	<b>23</b>
A. Gambaran Umum Lokasi.....	23
B. Kelimpahan Bakteri <i>E. coli</i> di Perairan Pulau Samalona .....	23
C. Hubungan Kelimpahan Bakteri <i>E. coli</i> Dengan Parameter Oseanografi.....	26
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
<b>VI.KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
A. Kesimpulan.....	33
B. Saran.....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian .....	14
2. Bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian.....	14
3. Hasil analisis uji t-student kelimpahan bakteri <i>E. coli</i> di Pulau Samalona .....	26
4. Rata-rata hasil pengukuran parameter oseanografi di perairan Pulau Samalona .	27
5. Model parameter oseanografi yang berpengaruh terhadap kelimpahan bakteri....	27
6. Model pengaruh parameter oseanografi dengan kelimpahan bakteri.....	28



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Koloni bakteri <i>E. coli</i> : (A) medium EMBA; (B) medium SMAC .....	4
2. Morfologi sel bakteri <i>E. coli</i> .....	5
3. Peta lokasi pengambilan sampel air di Pulau Samalona, Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.....	13
4. Media LB untuk uji praduga, (A) hasil uji negatif, (B) hasil uji positif .....	19
5. Hasil uji penegas , (A) hasil uji negatif, (B) hasil uji positif .....	20
6. Hasil uji penegas , (A) hasil uji negatif, (B) hasil uji positif .....	21
7. Uji praduga : (A) sebelum inkubasi (B) setelah inkubasi .....	24
8. Uji penegas : (A) sebelum inkubasi (B) setelah inkubasi .....	24
9. Morfologi koloni bakteri <i>E. coli</i> pada medium EMBA.....	25
10. Hasil pewarnaan Gram bakteri <i>E. coli</i> .....	25
11. Grafik rata-rata kelimpahan bakteri <i>E. coli</i> di perairan Pulau Samalona .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Tabel MPN dengan tingkat kepercayaan 95% untuk berbagai kombinasi 3 seri tabung pengenceran .....	42
2. Data Kandungan Bakteri <i>E. coli</i> di perairan Pulau Samalona .....	42
3. Data Parameter Oseanografi Pulau Samalona.....	42
4. Uji normalitas sebagai syarat uji T kelimpahan bakteri <i>E. coli</i> pada stasiun 1 dan 2 pada Pulau Samalona.....	43
5. Normal P-Plot dan <i>Scatterplot</i> heteroskedastisitas .....	43
6. Pembuatan Medium Pertumbuhan Bakteri .....	44
7. Pengenceran.....	45
8. Inokulasi ke Media <i>Lactose Broth</i> .....	45
9. Inokulasi bakteri dari Media LB ke media BGLB .....	46
10. Inokulasi Bakteri dari Media BGLB ke EMBA .....	46
11. Koloni bakteri <i>E. coli</i> yang tumbuh pada medium EMBA memiliki karakteristik berwarna hijau metalik .....	47

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pulau Samalona merupakan salah satu tempat wisata Pantai yang terletak di kota Makassar. Pulau ini dapat di tempuh selama 30 menit dari daratan utama menggunakan perahu (transportasi umum) yang disewakan oleh penduduk setempat. Tempat ini memiliki pasir putih dengan air yang jernih, sehingga menarik sebagai tempat mandi dan berenang. Selain tempatnya indah, pengunjung dapat menikmati berbagai masakan berbahan dasar ikan segar yang diperjualbelikan oleh penduduk yang menetap di sana. Pulau Samalona banyak dikunjungi oleh wisatawan lokal hampir setiap harinya untuk mandi dan berenang atau sekadar menikmati pemandangan laut yang indah.

Perairan Pulau Samalona menjadi kawasan wisata bahari yang dikelola oleh penduduk pulau, namun fasilitas sanitasi di pulau ini masih belum memadai sehingga ada kemungkinan kondisi ini menyebabkan pencemaran biologis di perairan. Schaechter (1992) menyatakan kelompok bakteri *coliform* umumnya ditemukan melimpah pada limbah domestik, berdasarkan hasil temuan Feliatra (2002) melaporkan di antara anggota kelompok bakteri *coliform*, bakteri *faecal coli* yang lebih banyak ditemukan pada seluruh badan air yang terkontaminasi limbah domestik. Keberadaan kelompok bakteri ini di perairan menjadi indikator pencemaran biologis sehingga ditetapkan standar baku mutu untuk wisata bahari di Indonesia diatur melalui peraturan pemerintah No. 22 Tahun 2021 pada lampiran VIII bahwa parameter biologis total *coliform* pada wisata bahari 1000 MPN/100 mL

Bakteri *Escherichia coli* merupakan flora normal pada saluran pencernaan manusia atau hewan berdarah panas (Escherich, 1988), bakteri ini berperan dalam pembusukan makanan serta memberikan resistensi terhadap mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada usus (Salyers & Whitt, 2002). Meskipun sebagian besar strain *E. coli* tidak dianggap sebagai patogen, bakteri ini dapat menjadi patogen oportunistik yang menyebabkan infeksi pada inang yang sistem imunnya lemah (Feng *et al.*, 2013). Penyakit yang dapat disebabkan oleh bakteri *E. coli* patogen ialah sakit perut, diare (biasanya diare berdarah), muntah, dan demam (Ayu, 2019).

Bakteri *E. coli* di perairan wisata bahari dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor oseanografi seperti suhu, salinitas, arus, pH dan bahan organik (Karl & Latelier, 2009). Berdasarkan temuan (Chen *et al.*, 2012; Yuspita *et al.*, 2018) parameter yang paling berpengaruh dengan kelimpahan bakteri *E. coli* adalah parameter bahan organik. Hal ini disebabkan karena bahan organik mengandung unsur berupa karbon, nitrogen dan

fosfat yang dapat digunakan bakteri untuk pertumbuhannya (Boutleaux, 2005). Setyati *et al.*, (2020) menemukan bahwa sampah organik wisatawan dan masyarakat sekitar perairan pantai wisata bahari dapat menjadi sumber nutrisi untuk pertumbuhan bakteri.

Berdasarkan hasil penelitian Erwin (2014), melaporkan kandungan bakteri *coliform* pada Kanal Paotere, Benteng dan Bungaya berkisar antara 16 – 24000 MPN/100 mL pada saat keadaan pasang dan surut. Kartini *et al.*, (2022) juga melaporkan kandungan bakteri *coliform* di muara Sungai Jeneberang sebesar 4800 MPN/100 mL. Kelimpahan bakteri *E. coli* pada perairan wisata bahari pernah dilakukan oleh Adriana (2017) di Pantai Tanjung Bayang dan Pantai Akkarena, melaporkan jumlah bakteri *E. coli* meningkat di musim hujan sedangkan Ilyas (2023) menemukan jumlah bakteri *E. coli* juga melimpah di pantai Akkarena. Dari beberapa hasil penelitian terdahulu, kelimpahan bakteri *coliform* dan *faecal coli* di perairan pesisir Kota Makassar sudah melampaui ambang batas baku mutu, namun belum diketahui secara pasti kelayakan secara bakteriologis untuk wisata mandi dan renang di perairan Pulau Samalona. Oleh karena itu penelitian mengenai analisis kandungan bakteri *E. coli* di perairan Pulau Samalona penting untuk dilakukan.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis kelimpahan bakteri *Escherichia coli* di perairan Pulau Samalona
2. Menganalisis hubungan parameter oseanografi dengan kelimpahan bakteri *Escherichia coli* di perairan Pulau Samalona

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi awal untuk penelitian selanjutnya dan salah satu bahan acuan kepada instansi terkait untuk pengelolaan dan pengembangan wisata Pantai Pulau Samalona.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Standar Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari

Baku mutu air laut untuk pengembangan wisata bahari meliputi beberapa parameter lingkungan yakni parameter fisika, kimia dan biologi air laut. Faktor biologi meliputi kandungan bakteri *coliform* di perairan, khususnya bakteri *Escherichia coli*. Menurut Knechtges (2011) dalam Setyati *et al.*, (2022) menyatakan bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu spesies utama dalam kelompok bakteri *faecal coli*, bakteri *E. coli* memiliki sifat yang lebih spesifik dibandingkan dengan total *coliform* sehingga bakteri ini digunakan sebagai indikator kualitas perairan.

Bakteri *E. coli* digunakan sebagai bioindikator pencemaran, karena tingginya kepadatan bakteri ini di perairan menjadi indikasi jika lingkungan perairan telah terkontaminasi limbah domestik, selain itu hadirnya bakteri *E. coli* juga dapat mengindikasikan kehadiran bakteri patogen lainnya (Zainun & Simbolon, 2012). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup standar baku mutu air laut untuk total *coliform* pada wisata bahari adalah maksimum 1000 MPN / 100 mL dan *faecal coli* 200 MPN/100 mL.

### B. Bioekologi Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang pertama kali diisolasi dari tinja manusia oleh Theodor Escherich pada tahun 1885. Bakteri ini merupakan bagian dari famili Enterobacteriaceae yang umum ditemukan di usus besar manusia atau hewan berdarah panas lainnya sebagai bakteri simbiosis yang membantu pembusukan sisa pencernaan manusia (Escherich, 1988). Bakteri ini merupakan flora normal yang bersifat non-patogen pada sistem pencernaan, namun bakteri ini akan bersifat patogen apabila berada di luar kolon (Arivo & Annissatussholeh, 2017). Bakteri *E. coli* menjadi bakteri indikator sanitasi dan *hygiene* air minum apabila dalam jumlah tertentu bakteri ini hadir dalam air. Bakteri ini juga menjadi indikator hadirnya bakteri patogen lainnya dalam air (Rompas & Polii, 2001).

Klasifikasi *Escherichia coli* menurut Escherich 1985 dalam Sutiknowati (2016) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales



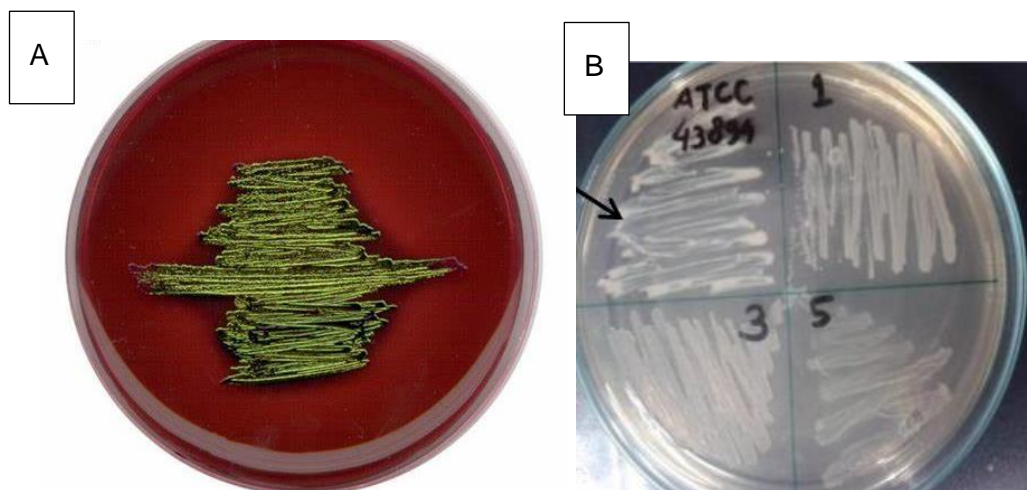
Famili : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

### 1. Karakteristik Koloni dan Sel Bakteri *E. coli*

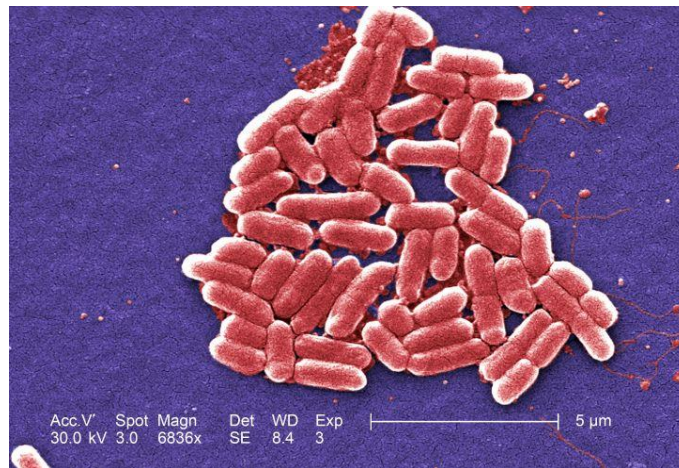
Karakteristik koloni bakteri *E. coli* bentuknya berbeda pada tiap medium pertumbuhan yang digunakan (Krieg, 2015). Pada medium *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA), pertumbuhan koloni bakteri *E. coli* ditandai dengan karakteristik berwarna hijau metalik, berbentuk bulat, elevasinya mencembung, ukurannya berkisar antara 3-4 mm (Levine, 1918). Puspita *et al.*, (2020) juga menemukan hasil yang sama, koloni bakteri yang diduga *E. coli* setelah dilakukan pemurnian tetap menunjukkan karakteristik berwarna hijau metalik, berbentuk bulat dengan titik hitam di tengahnya, elevasinya mencembung, dan tekstur halus setelah ditumbuhkan pada medium EMBA. Jayanti *et al.*, (2020) juga menemukan hasil yang sama pada uji praduga *E. coli* di medium EMBA, hasil positif tersebut kemudian diinokulasi ke media *Sorbitol MacConkey* (SMAC) hingga terbentuk koloni yang tidak berwarna, hal ini menandakan sampel positif mengandung *E. coli*. Medium EMBA berfungsi sebagai media diferensial yang mengandung indikator Y yang menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan menyuburkan bakteri Gram negatif, sedangkan medium SMAC berfungsi sebagai media selektif *E. coli* serotipe O157:H7 dengan kandungan sorbitol yang tidak bisa difermentasi oleh *E. coli* sehingga menghasilkan koloni tidak berwarna (Leboffe & Pierce, 2011).



**Gambar 1.** Koloni bakteri *E. coli* : (A) medium EMBA; (B) medium SMAC ([sumber:https://www.researchgate.net/figure/1-Different-types-of-culture-media\\_fig3\\_332447039](https://www.researchgate.net/figure/1-Different-types-of-culture-media_fig3_332447039))

Karakteristik sel bakteri *E. coli* berdasarkan hasil pewarnaan Gram, termasuk Gram negatif berbentuk batang dengan panjang 1-2 mikrometer dengan diameter berkisar antara 0,5 – 1.0 mikrometer (Krieg, 2015). Bagian luar dinding sel bakteri *E. coli*

dilapisi membran yang mengandung lipopolisakarida yang berfungsi untuk melindungi sel dari substansi berbahaya dari lingkungan. Pada saat pewarnaan gram, lapisan lipopolisakarida ini akan menyerap pewarna utama yakni kristal violet, namun setelah di bersihkan dengan alkohol ataupun etanol, lapisan ini akan pecah sehingga peptidoglikan bakteri akan menyerap zat warna safranin sehingga sel bakteri akan tampak berwarna merah di bawah pengamatan mikroskop (Beveridge & Davies, 1983).



**Gambar 2.** Morfologi sel bakteri *E. coli* termasuk Gram negatif (sumber: [pixnio.com](http://pixnio.com))

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri motil dan mampu bergerak dengan menggunakan flagella, jumlah dan ukuran flagella tergantung dengan jenis strain bakteri *E. coli* (Escherich, 1988). Prasetya *et al.*, (2019) menemukan bakteri *E. coli* memiliki flagella yang menjulur ke seluruh permukaan bakteri setelah melakukan uji motilitas. Puspita *et al.*, (2020) melaporkan bakteri *E. coli* memiliki flagella ditandai dengan adanya bentukan serupa awan di daerah tusukan pada medium setelah uji motilitas.

## 2. Reproduksi

Reproduksi merupakan proses biologis untuk menciptakan individu baru. Reproduksi dapat berlangsung secara seksual dan aseksual, reproduksi seksual melibatkan penggabungan informasi genetik dari dua individu, sedangkan reproduksi secara aseksual merupakan proses pembentukan individu baru hanya dari satu induk saja sehingga sifat induk dan anakan sama persis. Bakteri umumnya bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan biner, namun beberapa bakteri juga mampu bereproduksi secara seksual melalui proses konjugasi (Park & Wood, 2018).

Bakteri *E. coli* bereproduksi secara aseksual melalui proses pembelahan biner. Pembelahan biner merupakan proses peleburan sel haploid menjadi sel diploid. Proses pembelahan biner pada reproduksi bakteri *E. coli* dimulai dengan replikasi DNA, DNA di dalam sel akan berlipat ganda menjadi dua. Salinan DNA ini selanjutnya akan menempel

pada bagian membran sel yang berbeda, sel akan memanjang dan dinding sel baru akan muncul di tengah sel untuk membelah sel menjadi dua anakan yang identik dengan salinan DNA sel asli (Liao, 2021).

### 3. Habitat

Bakteri *E. coli* merupakan kelompok bakteri yang umum ditemukan pada sistem pencernaan manusia atau hewan, namun bakteri ini dapat tumbuh dengan optimal pada media tanah, air tawar hingga air laut dalam jangka waktu yang cukup lama. Keberadaan bakteri di luar kolon dapat disebabkan karena sumber cemar bakteri ini mengontaminasi lingkungan sehingga bakteri ini terpapar faktor biotik dan abiotik lingkungan yang membuat bakteri *E. coli* memiliki kemampuan untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem (Rahayu *et al.*, 2018). Menurut Daramusseng (2021) bahwa bakteri *E. coli* dapat masuk ke perairan melalui limpasan aliran limbah dari darat yang bermuara ke laut,

Bakteri *E. coli* di perairan dapat menjadi indikasi hadirnya bakteri patogen lainnya sebagai hasil dari kontaminasi kotoran manusia atau hewan berdarah panas lainnya pada perairan. Adrianto (2018) menyatakan jika meningkatnya jumlah penduduk dengan tingginya kerapatan penduduk yang bermukim di tepi perairan sungai di Jepara menyebabkan perairan tersebut tercemar bakteri *E. coli* karena besarnya cemaran limbah domestik akibat gaya hidup masyarakat yang kurang sehat. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Daramusseng (2021) di muara sungai menyatakan jika air merupakan media yang baik untuk perkembangan bakteri *E. coli* sekalipun media tersebut dipengaruhi faktor lain seperti salinitas dan pH berdasarkan hasil pengukuran CFU di mana kandungan bakteri *E. coli* terendah <30 CFU/100 mL dengan syarat parameter (0 CFU/100 mL).

Hijrayanti *et al.*, (2022) menyatakan jika bakteri *E. coli* juga dapat ditemukan pada perairan laut dan di sedimen, hal ini disebabkan karena buangan limbah dari daratan selalu bermuara di laut. Selain limpasan limbah domestik dari darat, Diarti *et al.*, (2017) menyatakan jika bakteri *E. coli* di perairan laut juga dapat disebabkan oleh hadirnya burung-burung predator dan aktivitas pariwisata di pesisir Pantai. Rongre (2019) menemukan kehadiran bakteri *E. coli* di perairan dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan jarak sumber cemaran, faktor lingkungan yang mendukung dan semakin dekat dengan sumber pencemar menunjukkan sampel air positif mengandung bakteri *E. coli* dan melimpah.

#### 4. Sistem Pencernaan

Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang bersifat fakultatif anaerob, artinya bakteri *E. coli* mampu bertahan dalam keadaan aerob dan anaerob. Bakteri *E. coli* memiliki sistem pencernaan yang kompleks yang terdiri dari berbagai enzim dan transporter yang membantu metabolisme bakteri *E. coli*. *E. coli* dalam memecah karbohidrat dan berbagai produk lainnya seperti glukosa, laktosa, dan maltosa dengan memanfaatkan enzim  $\beta$ -galactosidase,  $\beta$ -glucosidase, dan  $\alpha$ -amylase. Bakteri *E. coli* mampu memfermentasi glukosa dan produk gula lainnya untuk merubahnya sebagai sumber energi. *E. coli* juga memanfaatkan berbagai macam transporters/pengangkut yang bertanggung jawab atas penyerapan nutrisi seperti asam amino, gula dan vitamin dengan memanfaatkan ATP, sistem fosfotransferase (PTS) dan antiporter natrium-proton (NhaA) (Bishop & Ferguson. 2004).

Sumber energi bakteri *E. coli* selain dari glukosa, bakteri *E. coli* juga mengubah senyawa kompleks seperti protein dan lemak sebagai sumber nutrisi. *E. coli* menghasilkan enzim seperti protease dan peptidase untuk memecah protein menjadi asam amino yang dapat diangkut ke dalam sel. Protease utama yang dihasilkan oleh *E. coli* adalah OnpT, DegP, dan ClpP. Bakteri *E. coli* memanfaatkan enzim lipase untuk mengubah lipid menjadi asam lemak dan gliserol. Lipase utama yang diproduksi oleh *E. coli* adalah Pla yang diatur oleh sistem dua komponen PhoPQ (Saier. 2000).

#### 5. Parameter Oseanografi yang Memengaruhi Pertumbuhan Bakteri *E. coli*

Sistem pencernaan manusia atau hewan berdarah panas lainnya merupakan habitat yang relatif stabil untuk bakteri *E. coli* untuk tumbuh, namun bakteri *E. coli* memiliki kemampuan bertahan dalam kondisi yang ekstrem. Bakteri *E. coli* bertahan di luar kolon dan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik lingkungan. Interaksi bakteri *E. coli* terhadap faktor lingkungan yang beragam menyebabkan bakteri *E. coli* dapat bersifat patogen dan menyebabkan penyakit. Terdapat beberapa faktor oseanografi yang dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri *E. coli* yakni lingkungan dengan pH rendah, perubahan suhu dan stres akibat tekanan osmotik (Rahayu *et al.*, 2018).

##### a. Suhu

Suhu merupakan faktor fisik yang memengaruhi laju pertumbuhan bakteri, kecepatan inaktivasi enzim dan sintesis enzim. Perubahan suhu yang kurang dari kisaran optimum atau lebih dari kisaran optimum akan memengaruhi aktivasi enzim bahkan dapat menyebabkan denaturasi enzim. Arivo & Annissatussholeh (2017)

menemukan pertumbuhan bakteri *E. coli* optimal pada suhu 37 °C dan pertumbuhan bakteri paling rendah ditemukan pada suhu 10°C. Adriana (2017) menemukan bakteri *E. coli* pada suhu 34 °C pada musim kemarau dan 27°C pada musim hujan di Pantai Akkarena, dan di Pantai Tanjung Bayang dengan suhu 31°C di musim kemarau dan suhu 27°C pada musim hujan. Ilyas (2023) menemukan bakteri *E. coli* pada suhu 29°C di Pantai Akkarena dan Pantai Biru.

#### **b. Potential Hydrogen (pH)**

pH atau derajat keasaman sangat memengaruhi aktivitas enzim bakteri *E. coli* dalam membentuk kompleks enzim substrat. pH yang melebihi batas optimum pertumbuhan bakteri akan menyebabkan denaturasi enzim sehingga akan menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Arivo & Annissatussholeh (2017) menemukan bakteri *E. coli* dapat tumbuh optimal pada pH 7 namun pada konsentrasi pH 3 menunjukkan pertumbuhan bakteri *E. coli* yang sedikit. Ramalingam, K. *et al.* (2020) menemukan bakteri *E. coli* dapat tumbuh optimal pada rentang pH yang berkisar antara 4.5-9.5 dan bakteri *E. coli* tumbuh optimum pada pH 7.0. Shi *et al.* (2020) juga menemukan jika pertumbuhan *E. coli* berkurang secara signifikan pada pH 4.5 dan benar-benar terhambat pada pH 4.0.

#### **c. Salinitas**

Salinitas merupakan faktor yang dapat menyebabkan stres lingkungan pada bakteri *E. coli*. Dalam menghadapi stress lingkungan ini maka bakteri *E. coli* akan memanfaatkan kemampuan osmoregulasinya untuk menjaga tekanan osmosis internal. Kusumaningrum *et al.* (2004) menemukan jika bakteri *E. coli* memang mampu tumbuh pada salinitas dengan rentang yang luas namun makin tinggi nilai salinitasnya, maka makin lambat laju pertumbuhan dan fase lagnya. Lues *et al.*, (2015) juga melaporkan jika bakteri *E. coli* mampu tumbuh pada salinitas 28-32 ppt, maka nilai salinitas ini sangat memengaruhi laju pertumbuhan dan fase lag. Arivo & Annissatussholeh (2017) menemukan bakteri *E. coli* dapat tumbuh optimum pada salinitas 20 ppt, namun bakteri *E. coli* juga masih ditemukan pada salinitas 30 ppt.

#### **d. Bahan Organik Total (BOT)**

Bahan organik total merupakan total bahan organik dalam air yang terdiri dari bahan organik yang tersuspensi, dan bahan organik koloid. Keberadaan bahan organik sangat diperlukan oleh bakteri untuk menunjang pertumbuhannya. Tingginya kandungan bahan organik di perairan berkorelasi positif terhadap pertumbuhan bakteri. Chen *et al.* (2012) menemukan jika pertumbuhan *E. coli* berkorelasi positif dengan peningkatan



konsentrasi BOT, hal ini diduga karena stimulasi aktivitas mikroba dan pelepasan nutrisi. Yuspita *et al.*, (2018) menemukan jika konsentrasi BOT dengan kelimpahan bakteri di perairan Teluk Benoa sangat berhubungan kuat, hal ini didasarkan hasil interpretasi koefisien korelasi menunjukkan BOT memberi pengaruh sebesar 41,8 % terhadap kepadatan bakteri. (Sabar & Inayah, 2016; Abmi *et al.*, 2021) juga menemukan korelasi positif kuat antara kandungan BOT terhadap kepadatan bakteri *E. coli* di perairan.

#### **e. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)**

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) merupakan sejumlah oksigen yang terlarut dalam perairan yang dibutuhkan oleh mikroba untuk pertumbuhan dan oksidasi bahan organik dan anorganik. Li *et al.*, (1992) menemukan bakteri *E. coli* lebih optimal pertumbuhannya pada kondisi aerob ditunjukkan dengan pertumbuhannya yang cenderung meningkat pada kadar DO kontrol berkisar antara 1-10 ppm, namun Kim *et al.*, (2016) menemukan konsentrasi DO di atas 10 ppm juga mampu menyebabkan peningkatan stres oksidatif dan menurunkan viabilitas sel. Abmi *et al.*, (2021) menemukan pertumbuhan optimal bakteri *E. coli* pada rentang DO 5-5.5 ppm.

#### **f. Arus**

Arus laut merupakan gerak massa air laut dari satu tempat ke tempat yang lain. Arus laut memengaruhi kelimpahan bakteri dengan membawa bahan organik yang dibutuhkan oleh bakteri untuk metabolismenya. Arus juga dapat memengaruhi suhu air dengan mendistribusikan panas ke wilayah yang airnya lebih dingin. Boehm *et al.*, (2002) menemukan jika kelimpahan bakteri *E. coli* berkorelasi khusus dengan arus dan gelombang laut, distribusi bakteri *E. coli* di perairan Pantai California dipengaruhi oleh arus dan gelombang laut. Russel *et al.*, (2013) menemukan kelimpahan bakteri *E. coli* di perairan dekat Pantai dipengaruhi oleh perubahan arus dan salinitas, konsentrasi *E. coli* paling tinggi ditemukan pada daerah dengan salinitas rendah dan arus yang lemah.

### **C. Patogenitas Bakteri *E. coli***

Bakteri *E. coli* merupakan kelompok bakteri yang umumnya tidak bersifat patogen ditemukan pada sistem pencernaan manusia. Sistem pencernaan manusia merupakan habitat yang optimum untuk tumbuhnya bakteri karena kaya nutrisi, hangat dan bersifat anaerob. Bakteri *E. coli* mencemari lingkungan dalam bentuk feses yang berinteraksi langsung pada lingkungan. Faktor-faktor lingkungan yang tidak stabil menyebabkan bakteri *E. coli* akan mengekspresikan gen khusus, mengalami mutasi dan

mengalami perubahan morfologi sel hingga bakteri ini dapat menimbulkan penyakit (Rahayu *et al.*, 2018).

Bakteri *E. coli* dapat dibagi ke dalam kelompok berdasarkan patogenitasnya menurut Prasetya *et al.*, (2019):

### **1. *Enteropathogenic E. coli* (EPEC)**

EPEC merupakan jenis bakteri yang dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan seperti diare dan gejala lainnya. Mekanisme penyerangan EPEC dengan melibatkan proses pembentukan lesi *Attaching dan Effacing (A/E)* pada sel usus. EPEC akan melekat dan membentuk koloni pada epitel mukosa duodenum dan jejunum. Ayu (2019) menemukan bayi yang terinfeksi EPEC mengalami diare cair yang disertai dengan gejala lainnya misalnya demam tinggi dan muntah-muntah.

### **2. *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC)**

ETEC merupakan patogen yang dapat menyebabkan penyakit diare sama seperti EPEC. Mekanisme penyerangan ETEC melibatkan dua faktor virulensi yakni dengan faktor kolonisasi dan enterotoksin. Faktor kolonisasi dengan melibatkan fimbria atau pili yang memungkinkan bakteri menempel pada epitel usus kecil. Enterotoksin adalah protein yang merangsang sekresi cairan dan elektrolit dari sel usus yang menyebabkan diare. Qadri *et al.*, (2015) menemukan ETEC sebagai penyebab penyakit diare akut pada anak usia kurang dari lima tahun di Bangladesh. Molina *et al.*, (2016) menemukan infeksi ETEC pada sekelompok wisatawan di Mexico, mereka mengalami gejala seperti diare akut, sakit perut dan demam tinggi setelah melakukan aktivitas mandi dan renang di salah satu permandian di hotel Mexico .

### **3. *Enteroinvasive E. coli* (EIEC)**

Penyakit diare yang disebabkan oleh EIEC sangat mirip dengan penyakit *shigellosis* yang disebabkan oleh bakteri *shigella*. Beld (2012) menyatakan jika terdapat perbedaan antara EIEC dengan *shigella*, EIEC adalah strain yang memiliki beberapa karakteristik biokimia *E. coli* dan memiliki kemampuan untuk menyebabkan disentri menggunakan metode invasi yang sama seperti *shigella*. Arif & Raza (2019) menemukan infeksi EIEC pada bayi berusia 28 hari yang mengalami gejala demam tinggi dan diare berdarah, sumber infeksi berasal dari air yang terkontaminasi.

### **4. *Enteraggregative E. coli* (EAEC)**

Virulensi EAEC merupakan penyebab penyakit diare akut dan kronik dengan menghasilkan hemolisin dan enterotoksin yang sama dengan EHEC. EAEC menempel

pada mukosa usus kemudian membentuk koloni dan menghasilkan biofilm melalui *Aggregative Adhesin Fimbriae* (AAF). Biofilm ini dapat menyebabkan peradangan dan kerusakan pada epitel usus yang mengakibatkan diare dan gejala gastrointestinal lainnya. EAEC juga menghasilkan toksin yang dapat memperparah gejala dan kerusakan epitel usus (Harrington, 2017). Frank *et al.*, (2011) menemukan EAEC menyebabkan *haemolytic uremic syndrome* yang menyerang 20 pasien terdaftar di Miami. Okeke *et al.*, (2010) menemukan EAEC pada sampel tinja pasien di Boston yang mengalami gejala diare parah, demam tinggi dan nyeri perut yang menyebar.

## 5. *Enterohaemorrhagic E. coli* (EHEC)

*EHEC* merupakan salah satu strain *E. coli* yang dapat menyebabkan diare berdarah hingga gagal ginjal. Mekanisme infeksi EHEC dengan menghasilkan toxin yang disebut sebagai *shiga toxin* yang merusak lapisan usus dan menyebabkan diare berdarah. *Shiga toxin* juga bisa masuk ke aliran darah dan dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan menyebabkan kondisi yang disebut sindrom uremik hemolitik (HUS). Frank *et al.*, (2011) menemukan 4000 kasus dan 50 kematian dilaporkan dari Jerman yang disebabkan oleh infeksi EHEC. *Center for Disease Control and Prevention* (2018) menyatakan jika ada 210 kasus yang disebabkan infeksi EHEC di Amerika Serikat pada tahun 2018.

## D. Metode MPN

Metode MPN (*Most Probably Number*) merupakan metode yang paling umum digunakan untuk memperkirakan konsentrasi mikroorganisme yang dapat hidup pada sampel dengan cara mereplikasi pertumbuhan bakteri dalam pengenceran tertentu kemudian diisolasi pada serangkaian tabung yang berisi medium selektif yang sesuai (*World Health Organization*, 2004). Berdasarkan Badan Standar Nasional Indonesia (2006) mengenai metode MPN bahwa berdasarkan metode ini, hanya organisme hidup yang dihitung, ditandai dengan pembentukan gas pada tabung Durham dari serangkaian uji yang dilakukan. Nilai MPN diperoleh dari kesamaan kombinasi tabung positif pada rangkaian uji ini dengan tabel MPN (Lampiran 1). Rangkaian uji yang dilakukan untuk memperoleh nilai MPN adalah uji praduga untuk mengetahui sampel mengandung bakteri *coliform*, uji penegas untuk uji lanjutan dari uji praduga dan memastikan kandungan bakteri *coliform* sampel dan uji penguat untuk membuktikan tabung positif dari uji sebelumnya mengandung *coliform faecal* dengan menunjukkan karakteristik koloni yang khas (Leboffe & Pierce, 2011).

## 1. Uji Praduga *Coliform*

Uji praduga dapat dilakukan dengan menggunakan media *Lactosa Broth* (LB) untuk mendeteksi bakteri *coliform*. McCrady (1937) menemukan pembentukan gas sebagai indikasi keberadaan bakteri *coliform* pada medium LB, hal ini disebabkan karena bakteri *coliform* merupakan bakteri yang memfermentasi laktosa sehingga bakteri ini akan menghasilkan gas selama fermentasi laktosa berlangsung. Hal ini serupa dengan hasil yang ditemukan oleh (Kusuma *et al.*, 2015; Krisnamurti, 2017) menggunakan metode uji praduga dengan media *Lactose Broth* (LB) menunjukkan hasil uji positif ditunjukkan dengan munculnya gas pada tabung durham dan media berubah warna menjadi putih keruh.

## 2. Uji Penegas

Uji penegas dapat dilakukan dengan menggunakan media *Brilliant green Lactose Broth*. McCrady (1937) menyatakan jika kandungan *Ox-bile* dan *Brilliant green* akan menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan menyuburkan pertumbuhan bakteri Gram negatif, selain itu medium ini juga mengandung laktosa sehingga dapat difermentasi oleh bakteri *faecal coli* ditandai dengan pembentukan gas pada tabung durham. (Saridewi *et al.*, 2017; Agustina, 2021) menemukan hasil positif dari uji praduga dengan media BGLB 2% ditandai dengan terbentuknya gas di dalam tabung durham.

## 3. Uji Penguat

Uji penguat dapat dilakukan dengan menggunakan media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) sebagai media isolasi dan diferensiasi bakteri *faecal coliform* dan non-*faecal coliform*, media ini juga berfungsi untuk menumbuhkan bakteri Gram negatif. Levine (1918) pertama kali melaporkan bakteri *E. coli* yang ditumbuhkan pada media EMBA memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat, elevasinya mencembung dan jarang ditemukan cekung, pinggirannya halus dan kadang bergelombang, berwarna hijau metalik. Menurut Leboffe dan Pierce (2011) menemukan bahwa karakteristik koloni berwarna hijau metalik merupakan indikator kuatnya fermentasi laktosa oleh bakteri *E. coli*, komposisi berupa sukrosa dan laktosa pada medium EMBA dapat menjadi sumber energi pertumbuhan bakteri *E. coli*, sedangkan indikator Y berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan menyuburkan bakteri Gram negatif. (Adriana, 2017; Khakim & Rini, 2018; Hadiansyah *et al.*, 2021) juga menemukan hasil positif pada tahap uji ini ditandai koloni bakteri berwarna hijau metalik, berbentuk bulat dan ada yang tidak beraturan, pinggirannya halus dan sebagian bergelombang.