

**ISOLASI DAN UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK TERHADAP
BAKTERI *Escherichia coli* DARI SUNGAI MATA IE
KECAMATAN DARUL IMARAH KABUPATEN
ACEH BESAR**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**SARAH APRILLIA
NIM. 170703053
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2021 M / 1443 H**

**ISOLASI DAN UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK TERHADAP
BAKTERI *Escherichia coli* DARI SUNGAI MATA IE KECAMATAN
DARUL IMARAH KABUPATEN
ACEH BESAR**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh :

Sarah Aprillia

NIM. 170703053

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Diannita Harahap, M. Si
NIDN. 2022038701

Pembimbing II,



Arif Sardi, M.Si
NIDN. 2019068601

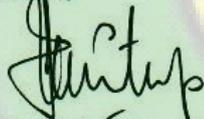
**ISOLASI DAN UJI RESISTENSI ANTIBIOTIK TERHADAP
BAKTERI *Escherichia coli* DARI SUNGAI MATA IE KECAMATAN
DARUL IMARAH KABUPATEN
ACEH BESAR**

**Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Biologi**

Pada Hari/Tanggal: Senin, 16 Agustus 2021
7 Muharam 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



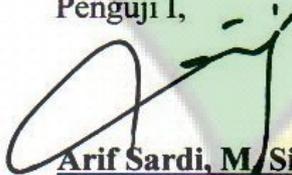
Diannita Harahap M. Si
NIDN. 2022038701

Sekretaris,



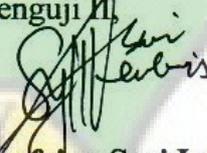
Feizia Huslina, M. Sc
NIDN. 2012048701

Penguji I,



Arif Sardi, M/Si
NIDN. 2019068601

Penguji II,



Syafrina Sari Lubis, M. Si
NIDN. 2025048003

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Aprillia
NIM : 170703053
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain yang menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 21 Juni 2021
Yang Menyatakan,



Sarah Aprillia

ABSTRAK

Nama : Sarah Aprillia
NIM : 170703053
Program Studi : Biologi
Judul : Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar
Tanggal Sidang : 16 Agustus 2021
Tebal Skripsi : 68 Halaman
Pembimbing I : Diannita Harahap, M. Si
Pembimbing II : Arif Sardi, M. Si
Kata Kunci : *Escherichia coli*, Mata Ie, resistensi, antibiotik

Kualitas suatu perairan dapat dinilai berdasarkan aspek mikrobiologi yaitu keberadaan bakteri *Escherichia coli* di perairan tersebut, karena bakteri *E. coli* merupakan bakteri indikator pencemar air. Berbagai aktivitas dan kondisi lingkungan sekitar sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar berpotensi memicu kehadiran bakteri *E. coli*. Selain itu adanya aktivitas masyarakat yang mencuci di sungai dapat pula menyebabkan bakteri *E. coli* resisten terhadap antibiotik karena seringnya terpapar dengan antimikroba yang terkandung di dalam detergen. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap kesehatan warga yang memanfaatkan air sungai dalam aktivitas sehari-harinya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat keberadaan bakteri *E. coli* di Sungai Mata serta resistensinya terhadap antibiotik. Titik pengambilan sampel ditentukan dengan metode *purposive sampling*. Sampel diambil pada dua titik yang berbeda berdasarkan aktivitas warga di sepanjang sungai. Titik pertama diambil pada kolam pemandian pengunjung sedangkan titik kedua diambil pada aliran sungai tempat warga mencuci pakaian. Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi isolasi bakteri *E. coli* dari Sungai Mata Ie, uji konfirmasi dengan Media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*, uji pewarnaan Gram, kemudian dilanjutkan dengan uji IMViC (*Indol, Methyl Red, Voges Proskauer, Citrat*). Di bagian akhir dilakukan pengujian resistensi bakteri terhadap antibiotik. Antibiotik yang digunakan adalah amoksisilin 30 µg dan kloramfenikol 30 µg. Dari hasil penelitian didapatkan 7 isolat positif *E. coli*. Kepekaannya terhadap antibiotik menunjukkan hasil yang berbeda-beda yaitu Isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, dan ESCE 6 bersifat intermediet terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol. Sementara isolat ESEM resisten terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol. Jadi dari total isolat yang didapat hanya satu yang bersifat resisten, itupun hanya resisten terhadap amoksisilin saja dengan presentase resistensi sebesar 0,14 %.

ABSTRACT

Name : Sarah Aprillia
NIM : 170703053
Study Program : Biologi
Title : Isolation and Testing of Antibiotic Resistance against *Escherichia coli* Bacteria from Mata Ie River Darul Imarah Sub-District, Aceh Besar District
Trial Date : 16 Agustus 2021
Script Thickness : 68 Page
Mentor I : Diannita Harahap, M. Si
Mentor II : Arif Sardi, M. Si
Keywords : *Escherichia coli*, Mata Ie, resistensi, antibiotik

The quality of a waters can be assessed based on microbiological aspects, namely the presence of *Escherichia coli* bacteria in these waters, because *E. coli* bacteria are indicator bacteria of water pollutants. Various activities and environmental conditions around the Mata Ie river, Darul Imarah sub-district, Aceh Besar district have the potential to trigger the presence of *E. coli* bacteria. In addition, community activities washing in rivers can also cause *E. coli* bacteria to be resistant to antibiotics because they are often exposed to antimicrobials contained in detergents. This will certainly affect the health of residents who use river water in their daily activities. This study aims to determine the presence of *E. coli* bacteria in Mata Ie river and its resistance to antibiotics. The sampling point was determined by purposive sampling method. Samples were taken at two different points based on the activities of residents along the river. The first point is taken at the visitor's bathing pool, while the second point is taken at the river where residents wash their clothes. The methods used in this study included the isolation of *E. coli* bacteria from Mata Ie river, confirmation test with *Brilliance E. coli*/Coliform Selective Agar Media, Gram staining test, then continued with IMViC test (Indol, Methyl Red, Voges Proskauer, Citrate). . At the end, the bacteria resistance to antibiotics was tested. The antibiotics used were amoxicillin 30 g and chloramphenicol 30 g. From the results of the study, 7 isolates were positive for *E. coli*. Their sensitivity to antibiotics showed different results, namely Isolates ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, and ESCE 6 were intermediate to amoxicillin and sensitive to chloramphenicol. Meanwhile, ESEM isolates were resistant to amoxicillin and sensitive to chloramphenicol. So, of the total isolates obtained, only one was resistant, and even then only was resistant to amoxicillin with a resistance percentage of 0,14 %.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini dengan judul **“Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh besar.”** Shalawat dan salam penulis tujukan kepada Nabi Muhammad SAW yang mencintai umatnya tanpa memilih dan persyaratan.

Selama penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan, pengarahan dan saran dari berbagai pihak baik itu dari pihak kampus maupun keluarga, dan teman-teman sekalian. Oleh sebab itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
2. Bapak Arif Sardi, M. Si selaku Ketua Program Studi Biologi dan seluruh staff Program Studi Biologi dan asisten Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah memberi pengalaman ilmu selama ini.
3. Ibu Diannita Harahap, M.Si selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberi ilmu, nasihat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi dari awal hingga akhir.
4. Bapak Arif Sardi, M.Si selaku Dosen Wali dan Pembimbing II yang telah membimbing, memberi ilmu, saran, nasehat, motivasi serta dukungan kepada penulis dari awal perkuliahan hingga akhir.
5. Seluruh Dosen Prodi Biologi Ibu Kamaliah, M. Si, Ibu Syafrina Sari Lubis, M. Si, Ibu Ayu Nirmala Sari, M.Si, Ibu Feizia Huslina, M. Sc, Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si, Bapak Muslich Hidayat, M. Si yang telah mengajarkan saya ilmu pengetahuan mulai dari semester satu hingga sekarang ini.
6. Kedua orang tua tercinta Ayahanda tercinta Abdul Manaf dan Ibunda tercinta Amaliah berkat keridhaan serta doa keduanya juga kasih sayang,

perhatian moril maupun materil penulis bisa sampai pada titik ini. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budi baik yang diberikan kepada penulis.

7. Keluarga tercinta kakak, abang, dan adek yang telah memberikan doa yang tiada hentinya dan dukungan kepada penulis
8. Sahabat tercinta Rosanti Apriliani, Nanda Vidasari, Lidya, Raihanum, Annisa, dan Anistia yang telah memberi bantuan, doa, motivasi, juga dukungan serta selalu bersedia direpotkan oleh penulis.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Biologi Angkatan 2017 yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dan mutu penulisan skripsi ini.

Akhir kata, hanya kepada Allah SWT penulis mohon ampun, semoga selalu diberikan hidayah dan ridha-Nya kepada penulis dan kita semua. Penulis berharap, agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekaligus demi menambah pengetahuan. Semoga segala bantuan dan dukungan dari semua pihak yang membantu mendapat balasan dari Allah SWT.

Banda Aceh, 21 Juni 2021
Penulis,

Sarah Aprillia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sungai Mata Ie Aceh Besar	6
2.2 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	7
2.3 Antibiotik	9
2.4 Resistensi Antibiotik	13
2.5 Kontaminasi Resistensi Bakteri dari Lingkungan	15
BAB III : METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	17
3.3 Objek Penelitian	18
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.5 Metode Penelitian.....	18
3.6 Prosedur Penelitian.....	19
3.7 Analisis Data	23
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil	24
4.1.1 Isolasi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	24
4.1.2 Uji Konfirmasi	32
4.1.3 Uji Pewarnaan Gram.....	37
4.1.4 Uji IMViC.....	40
4.1.5 Uji Resistensi Antibiotik	41
4.2 Pembahasan.....	42
4.2.1 Isolasi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	42
4.2.2 Keberadaan Bakteri <i>Escherichia coli</i> di Sungai Mata Ie	47
4.2.3 Uji Resistensi Terhadap Antibiotik.....	49

BAB V : PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	61
RIWAYAT HIDUP PENULUS	68



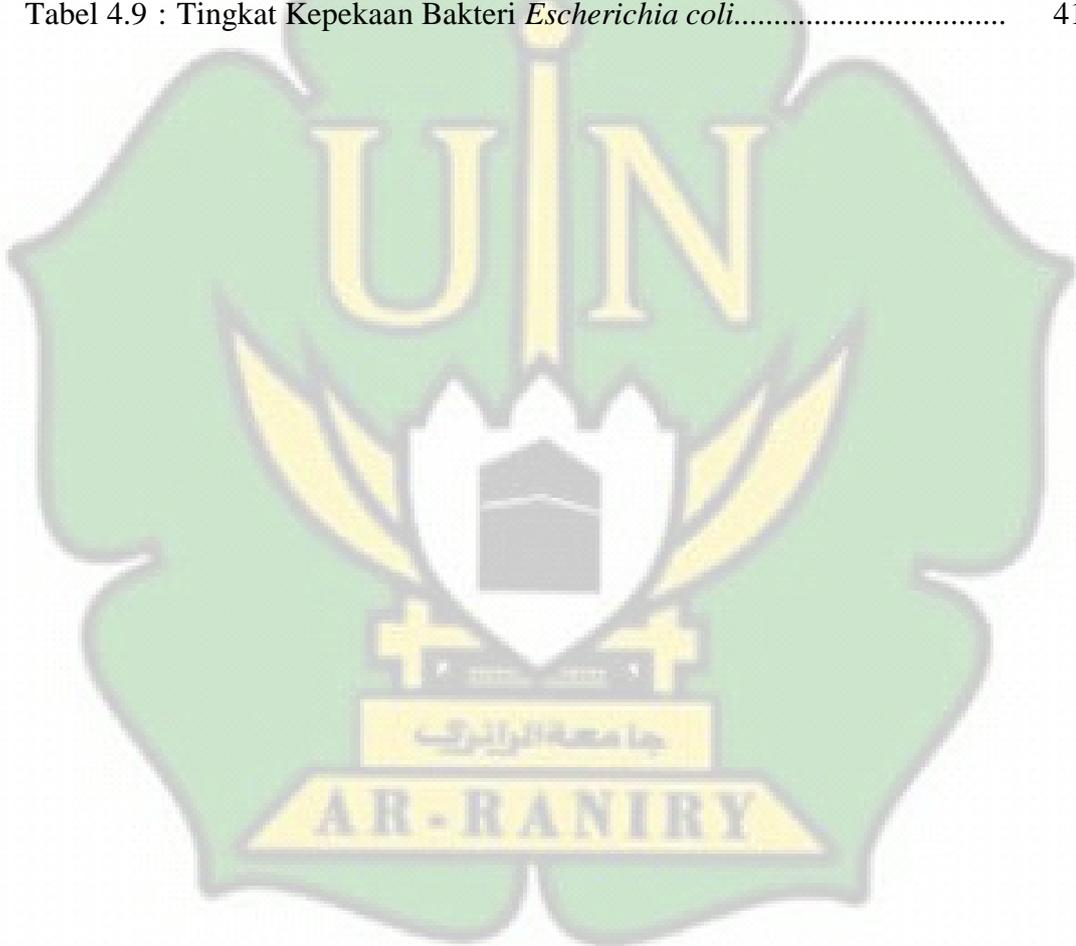
DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 : Aktivitas Zona Penghabatan 42



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Waktu Penelitian	17
Tabel 3.2 : Standar Interpretasi Diameter Zona Hambat.....	23
Tabel 4.1 : Hasil Isolasi Sampel Air Sungai Mata Ie	24
Tabel 4.2 : Pemurnian pada Media EMBA	26
Tabel 4.3 : Pemurnian Ulang pada Media EMBA	30
Tabel 4.4 : Hasil Uji Konfirmasi Pertama	33
Tabel 4.5 : Hasil Uji Konfirmasi Kedua.....	35
Tabel 4.6 : Karakteristik Isolat Bakteri <i>Escherichia coli</i>	37
Tabel 4.7 : Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri <i>Escherichia coli</i>	38
Tabel 4.8 : Hasil Uji IMViC.....	41
Tabel 4.9 : Tingkat Kepekaan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keterangan Pembimbing Skripsi	61
Lampiran 2 : Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	62
Lampiran 3 : Surat Selesai Melakukan Penelitian	63
Lampiran 4 : Dokumentasi Kegiatan	64
Lampiran 5 : Perubahan warna yang terjadi pada pengujian IMViC.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air memegang peranan penting dalam kehidupan dan menjadi sumber kebutuhan utama bagi seluruh makhluk hidup di bumi (Yuliani & Imaningsih, 2020). Salah satu sumber daya air yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam berbagai aktivitas adalah air sungai. Sehingga menyebabkan tingginya potensi air sungai untuk menampung cemaran limbah dari hasil kegiatan manusia. Hal ini sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas air (Tarigan, 2019). Kualitas suatu perairan dapat dinilai berdasarkan 3 aspek parameter yaitu parameter fisika, kimia, dan biologis. Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diketahui secara fisik tanpa harus melakukan penelitian laboratorium lebih lanjut seperti suhu, *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS), debit air dan lain-lain. Sedangkan parameter kimiawi adalah parameter yang diuji untuk mengetahui kadar zat seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia, dan lain-lain. Terakhir adalah parameter biologis dimana parameter ini berhubungan dengan mikroorganisme atau biota air seperti virus, bakteri, ganggang dan sebagainya (Any Juliani & Fajri, 2018).

Secara mikrobiologis indikator pencemaran air dapat ditentukan oleh keberadaan bakteri *E. coli* (Juliasih, 2020). *E. coli* hidup sebagai flora normal di saluran pencernaan yang bersifat anaerob. Normalnya bakteri ini membantu imunitas humoral dan nutrisi, namun dapat berubah menjadi patogen jika mencapai jaringan luar saluran pencernaan seperti saluran kemih, selaput otak, saluran empedu dan paru-paru. Sedangkan di alam terbuka *E. coli* hidup di dalam

tanah. Apabila lingkungan mengalami pencemaran yang disebabkan oleh berbagai sumber pencemar maka *E. coli* dapat tumbuh dengan baik dalam tanah serta meningkatkan konsentrasinya. Akses bakteri ini menuju sungai adalah saat terbawa oleh air tanah ketika terjadinya hujan atau salju mencair, sehingga *E. coli* akan ditemukan dengan konsentrasi lebih tinggi di air tanah dan sungai (Sutiknowati, 2016).

Penelitian Tarigan (2019), menyebutkan bahwa bakteri *E. coli* menjadi perhatian setelah banyaknya kasus yang ditemukan akibat bakteri *E. coli* patogen. Selain itu bakteri *E. coli* patogen memiliki sifat resistensi terhadap beberapa antibiotik dengan perkembangannya yang cepat menjadi masalah serius untuk saat ini. Resistensi *E. coli* telah mengalami peningkatan di lingkungan seiring dengan pembuangan limbah yang mengandung bahan antimikroba seperti antibakteri dan antifungi baik pada detergen pencuci pakaian maupun peralatan rumah tangga lainnya, obat-obatan, serta kosmetik.

E. coli dapat menular dengan cepat dalam masyarakat serta menyebabkan infeksi nosokomial (infeksi yang terjadi di lingkungan rumah sakit). Penyebaran *E. coli* dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan kejadian resistensi terhadap antibiotik dalam spektrum luas di beberapa negara di Indonesia. Kasus resistensi bakteri patogen terhadap berbagai antibiotik sangat mengancam kesehatan masyarakat, karena mengakibatkan hilangnya sensitivitas antibiotik terhadap bakteri penyebab penyakit bahkan menyebabkan antibiotik tidak efektif lagi untuk pengobatan infeksi (Aminah & Jamilatun, 2016).

Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar berada pada titik koordinat N $05^{\circ}33'.196''$ dan E $0,95^{\circ}18'.089''$. Aktivitas warga yang

sering dilakukan di sekitar aliran Sungai Mata Ie berpotensi memicu terjadinya pencemaran air di kawasan tersebut. Sungai Mata Ie yang sudah sejak lama dijadikan sebagai objek wisata pemandian tersebut terdiri dari dua kolam besar. Dua kolam besar tersebut dikhususkan sebagai kolam pemandian pengunjung, salah satu aliran kolamnya dimanfaatkan warga untuk mencuci pakaian. Berdasarkan informasi dari salah satu warga yang mencuci di kawasan Mata Ie mengatakan bahwa kegiatan mencuci pakaian tersebut berlangsung setiap hari, aliran air pada Sungai Mata Ie memudahkan warga saat membilas pakaian sehingga sebagian warga kerap memilih untuk mencuci di Sungai Mata Ie. Sungai Mata Ie merupakan hulu sungai yang mengalir menuju Sungai Krueng Daroy dan bermuara ke Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh (Zai, 2018). Melihat bagaimana kondisi di sepanjang aliran Sungai Mata Ie, maka dapat berpotensi menyebabkan sumber penyakit bagi sebagian warga yang melakukan aktivitas disana seperti iritasi kulit maupun diare yang mungkin disebabkan oleh bakteri indikator pencemaran air yaitu *E. coli*. Menurut Tarigan (2019), apabila *E. coli* terindikasi di dalam air sungai maka keberadaannya juga berpotensi mengandung bakteri patogen yang resisten terhadap antibiotik yang dapat membahayakan lingkungan dan kehidupan manusia.

E. coli dapat menjadi indikator kualitas perairan. Berdasarkan hasil penelitian di Instalasi Rawat Khusus RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makasar ditemukan beberapa bakteri pada air salah satunya adalah bakteri *E. coli* sebesar 20 % (Taslim & Maskoen, 2017). Ditemukan *E. coli* yang berasal dari air sungai resisten terhadap amoksisilin sebesar 80% dan resisten terhadap kloramfenikol sebesar 20 %. Selain itu, *E. coli* yang berasal dari air rumah tangga resisten

terhadap amoksisilin sebesar 66,7 % dan resisten terhadap kloramfenikol sebesar 6.7 % (Sasongko, 2014). Penelitian lainnya menyebutkan bahwa *E. coli* juga resisten terhadap Cerfriacone, Levofloxacin, Doxycycline, dan Ciprofloxacin (Ariyani & Sari, 2018).

Resistensi antibiotik merupakan permasalahan global yang tengah dihadapi sekarang ini. Penggunaan agen antimikrobia sering kali menimbulkan resistensi multi-obat pada mikroorganisme. Salah satu bakteri yang menunjukkan peningkatan resistensi antibiotik terhadap Cephalosporin adalah spesies *Klebsiella pneumoniae*. Selain itu strain-strain *E. coli* yang diisolasi dari urin juga menunjukkan peningkatan resistensinya terhadap golongan Quinolon (Sasongko, 2014). Pada penelitian ini digunakan dua jenis antibiotik yaitu amoksisilin dan kloramfenikol. amoksisilin merupakan antibiotik yang terbiasa digunakan oleh masyarakat secara umum, selain harganya yang murah juga mudah didapat karena dijual bebas tanpa resep dokter (Nurmala *et al.*, 2015). Menurut Normaliska *et al.* (2019), antibiotik amoksisilin dan kloramfenikol juga termasuk antibiotik yang dapat digunakan untuk pengobatan infeksi yang disebabkan oleh bakteri *E. coli*. Beberapa kasus menunjukkan bahwa bakteri menjadi resisten terhadap semua obat antiinfeksi (Sasongko, 2014). Seperti *E. coli* yang diisolasi dari lingkungan RPH-R (Rumah Potong Hewan Ruminansia) Kota Bogor menunjukkan angka resistensi yang tinggi terhadap beberapa jenis antibiotik. Tingkat resistensi tertinggi adalah terhadap penisilin sebesar 100 %, amoksisilin 100 %, streptomisin 70 %, trimethoprim sulfametoksazol 60 %, dan tetrasiklin sebesar 30 %. (Normaliska *et al.*, 2019). Badan Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan pada tahun 2050

kematian akibat resistensi antibiotik mencapai 10 juta jiwa pertahun, mengalahkan penyebab kematian lainnya (Nurmala & Gunawan, 2020).

Fenomena tersebut menjadi salah satu alasan yang menjadi latar belakang pentingnya studi ini untuk dilakukan, sehingga penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “**Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik terhadap Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah Sungai Mata Ie tercemar oleh bakteri *Escherichia coli*?
2. Apakah bakteri *E. coli* di Sungai Mata Ie resisten terhadap antibiotik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan bakteri indikator pencemar air *Escherichia coli* di Sungai Mata Ie dan resistensinya terhadap antibiotik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

- a) Sebagai referensi tambahan bagi mahasiswa Program Studi Biologi dalam mata kuliah Mikrobiologi Lingkungan bahwa terdapat bakteri indikator pencemar air pada Sungai Mata Ie yang resisten terhadap antibiotik.
- b) Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa aktivitas yang dilakukan di Sungai Mata Ie dapat mengakibatkan kondisi lingkungan perairan tersebut tercemar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sungai Mata Ie Aceh Besar

Indonesia merupakan negara dengan curah hujan yang cukup tinggi dan memiliki sekitar 6 % dari total sumber daya air terbarukan (*fresh water resource*) dunia. Menurut PT Sarana Multi Infrastruktur (2017), Indonesia merupakan negara dengan total sumber daya air terbarukan terkaya di dunia setelah Brasil, Rusia, Kanada dan Amerika Serikat. Indonesia memiliki sumber daya air sebanyak 2.838 m³ berada satu peringkat di bawah Amerika Serikat dengan jumlah cadangan air sebesar 3.069 m³. Indonesia disebut juga sebagai negara kepulauan dengan sebagian luas wilayahnya adalah perairan (Caesar & Prasetyo, 2017).

Sumber-sumber air banyak berasal dari pegunungan serta wilayah dengan densitas hutan tinggi. Salah satu wilayah yang memiliki sumber mata air dari pegunungan adalah provinsi Aceh salah satunya terdapat di kabupaten Aceh Besar. Sumber mata air tersebut banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Selain itu, juga dimanfaatkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di daerah tersebut. Aliran air dari pegunungan tersebut mengalir di sepanjang jalur menuju sungai, karena airnya yang jernih dan lokasi sungai yang sejuk dan rindang maka dari itu warga setempat menjadikan kawasan sungai tersebut menjadi objek wisata Mata Ie.

Mata Ie terletak di Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar, memiliki suhu udara berkisar antara 20,7 °C hingga 29 °C dan suhu tanah 25 °C hingga 30 °C dengan kelembaban berkisar antara 80 % s.d 90 % (Abdullah & Muzdalifah, 2014). Selain digunakan sebagai objek wisata kolam pemandian,

aliran Sungai Mata Ie juga dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk mencuci pakaian. Adanya aktivitas warga di sepanjang aliran Sungai Mata Ie memungkinkan terjadinya pencemaran di kawasan tersebut. Terbukti tercemar atau tidaknya kawasan Mata Ie jika ditemukan bakteri *Escherichia coli* karena bakteri tersebut digunakan sebagai indikator pencemar di perairan.

2.2. *Escherichia coli*

Pada tahun 1885 Theodor Escherich merupakan orang yang pertama kali mengisolasi bakteri *Escherichia coli* dari tinja seorang anak kecil. Sebagai penghargaan atas penemuannya maka bakteri tersebut diberi nama *Escherichia* pada tahun 1920. *E. coli* termasuk bakteri famili Enterobacteriaceae berbentuk batang dengan ukuran berkisar antara 1.0-1.5 μm x 2.0-6.0 μm dan volume sel berkisar 0,6-0,7 m^3 , motil atau tidak motil, memiliki flagella dan dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen, merupakan bakteri Gram negatif dan fakultatif anaerob serta dapat bertahan hidup pada media yang kurang nutrisi. Bakteri *E. coli* memiliki karakteristik biokimia lainnya seperti kemampuannya untuk memproduksi indol, bersifat negatif pada analisis urease, dan kurang mampu dalam memfermentasi sitrat (Sutiknowati, 2016).

Klasifikasi dari bakteri *E. coli* adalah sebagai berikut (*Integrated Taxonomic Information System, 2021*) :

Kingdom : Bacteria
Subkingdom : Negibacteria
Phylum : Proteobacteria
Class : Gammaproteobacteria

Order : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : Escherichia
Species : *Escherichia coli*

Kemampuan fisiologi *E. coli* untuk dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit membuat *E. coli* dapat berkembang biak dengan cepat di alam terbuka baik di air tawar, air laut, atau air tanah (Kurniati *et al.*, 2020). Timbulnya penyakit oleh *E. coli* disebabkan karena kemampuannya dalam beradaptasi serta bertahan pada lingkungan yang berbeda (Rahayu *et al.*, 2021). Beberapa jenis lingkungan dapat merugikan bagi *E. coli* untuk tetap bertahan, seperti lingkungan asam (pH rendah), perubahan suhu, serta tekanan osmotik (Arivo & Annissatussholeha, 2017).

E. coli dapat bertahan hidup dalam tubuh manusia pada tingkat keasaman yang tinggi. Selain itu, *E. coli* juga dapat bertahan hidup di luar tubuh manusia dengan penyebaran melalui feses. Kedua habitat tersebut cukup berbeda. Kondisi saluran pencernaan manusia relatif stabil, hangat, bersifat anaerob, dan kaya nutrisi. Sedangkan di luar saluran pencernaan kondisi lingkungan sangat jauh berbeda dan lebih beragam, jauh lebih dingin, aerobik, dan kandungan nutrisi yang lebih sedikit (Rahayu *et al.*, 2021). *E. coli* dapat hidup pada rentang suhu 15-45 °C dengan suhu optimum yaitu 37 °C. *E. coli* dapat bertahan pada suhu 60 °C selama 15 menit dan pada suhu 55 °C selama 60 menit (Isholawati *et al.*, 2014).

E. coli hidup sebagai flora normal pada saluran pencernaan manusia atau hewan (Wibisono *et al.*, 2020). Keberadaan bakteri *E. coli* pada saluran pencernaan memberikan manfaat seperti mencegah kolonisasi bakteri pathogen,

namun beberapa kelompok menunjukkan sifat patogenitasnya yang menyebabkan penyakit dan dikenal sebagai *E. coli* patogen . Pada tahun 1935 *E. coli* patogen pertama kali teridentifikasi sebagai penyebab diare. *E. coli* patogen penyebab diare dikenal sebagai *Diarheagenic E. coli* (DEC). DEC terdiri dari enam jenis, yaitu *enteropathogenic E. coli* (EPEC), *enterohemorhagic E. coli* (EHEC), *enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *enteroinvasive E. coli* (EIEC), *diffusely adherent E. coli* (DAEC) dan *enteroaggregative E. coli* (EAEC) (Polanco, 2015).

Bakteri *E. coli* dapat ditemukan di tanah, air, udara, dan debu (Braun *et al.*, 2016). Keberadaan bakteri *E. coli* di dalam air dijadikan sebagai indikator kualitas air. Karena keberadaannya di dalam air mengindikasikan adanya kontaminasi feses, maka tidak menutup kemungkinan untuk mikroorganisme enterik patogen lainnya juga ikut terbawa dalam air tersebut. Umumnya bakteri *E. coli* yang terdapat di dalam air bersifat non-patogen namun terkadang ada pula ditemukan strain patogen seperti *enterotoksigenik* dan *E. coli* yang memproduksi *shiga-toxin* (*Enterohemoragik*) (Rahayu *et al.*, 2021).

2.3. Antibiotik

Antibiotik adalah zat yang dihasilkan oleh mikroba terutama fungi, dan memiliki kemampuan dalam menghambat atau membunuh mikroba jenis lain (Huda, 2017). Pada tahun 1910 Paul Ehrlich adalah orang pertama yang menemukan antibiotik. Antibiotik pertama yang ditemukan oleh Ehrlich adalah Salvarsan yang digunakan untuk melawan syphilis. Kemudian pada tahun 1928 diikuti dengan penemuan penicillin oleh Alexander Fleming. Tujuh tahun kemudian Gerhard Domagk menemukan sulfa yang membuka jalan atas penemuan obat anti TB yaitu isoniazid, sehingga Selkman Waksman dan Albert

Schatz menemukan streptomycin sebagai anti TB pertama pada tahun 1943. Waksman adalah orang pertama yang memperkenalkan terminologi antibiotik. Sejak saat itu penggunaan antibiotik mulai ramai digunakan untuk menangani berbagai penyakit infeksi (Humaida, 2015).

Antibiotik telah digunakan untuk pengobatan manusia sejak tahun 1940. Selama 63 tahun penggunaan antibiotik telah dilakukan secara luas. Hal ini diikuti dengan meluasnya permasalahan resistensi bakteri. Terdapat efek utama yang dimiliki antibiotik yaitu, secara terapeutik antibiotik menyerang organisme infeksius serta membunuh bakteri lain yang bukan penyebab penyakit. Efek lain dari antibiotik yaitu dapat merubah keseimbangan ekosistem antara strain yang peka dan resisten, akibatnya adalah terjadinya gangguan ekologi mikrobial alami. Dampak perubahan yang menimbulkan munculnya bakteri yang berbeda jenis atau varian resisten dari bakteri yang sudah ada (Fajri *et al.*, 2018). Penyebab utama tingginya jumlah patogen serta bakteri komensal resisten di seluruh dunia diduga karena penggunaan antibiotik dalam jumlah banyak serta penggunaannya yang salah, sehingga meningkatnya kebutuhan akan antibiotik-antibiotik baru. Kejadian resistensi antibiotik tersebut dapat dikontrol dengan cara penggunaan antibiotik secara bijak dan tepat (Nuraini *et al.*, 2019).

Pada umumnya sifat antibiotik dibagi dua, yaitu bakteristatik dan bakterisidal, bakteristatik bekerja dengan menghambat pertumbuhan mikroba sedangkan bakterisidal bekerja membunuh mikroba. Adapun golongan antibiotik yang bersifat bakterisidal yaitu bacitracin, isoniazide, vancomycin, pirazinamide, rifampicin, kuinolon, metronidazole, beta-lactam, dan aminoglycoside. Sedangkan contoh antibiotik yang bersifat bakteristatik yaitu trimethoprim, tetracycline,

sulfonamide, macrolide, ethambutol, clindamycin, dan chloramphenicol. Namun kedua sifat antibiotik tersebut tidak bersifat mutlak karena antibiotik bakteriostatik apabila kadarnya ditingkatkan dapat pula menjadi bakterisidal (Huda, 2017).

Kemampuan antibiotik dalam menghambat atau membunuh pertumbuhan mikroorganisme dibagi dalam beberapa klasifikasi yaitu (Amin, 2014):

1. Antibiotik dengan kemampuan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Contohnya carbapenem, cephalosporin, vancomycin, penicilin dan manobactam.
2. Antibiotik yang bekerja merusak membran sel mikroorganisme tepatnya permeabilitas membran sel yang mengakibatkan terjadinya kebocoran bahan-bahan dari intrasel. Contoh antibiotik golongan ini yaitu polimyxin.
3. Antibiotik yang menghambat sintesis protein mikroorganisme pada bagian subunit ribosom 30S dan 50S, mengakibatkan terhambatnya proses sintesis protein secara reversible. Contoh antibiotik golongan ini yaitu macrolide, clindamycine, dan tetracycline yang bersifat bakteriostatik, serta chloramphenicol yang bersifat bakterisidal.
4. Antibiotik yang bekerja menghambat sintesis asam nukleat sel mikroba. Contohnya kuinolon dan rifampicin yang keduanya bersifat bakterisidal. Rifampicin bekerja menghambat proses sintesis RNA polimerase sedangkan kuinolon bekerja menghambat topoisomerase.
5. Antibiotik yang bekerja menghambat enzim yang berperan dalam metabolisme sel, contohnya trimethoprim dan sulfonamide yang keduanya bersifat bakteriostatik.

6. Golongan terakhir yaitu aminoglycoside yang bersifat bakterisidal, antibiotik ini bekerja mengikat subunit ribosom 30S sehingga menyebabkan kematian sel dan menghambat proses sintesis protein.

2.3.1 Amoksisilin

Amoksisilin merupakan antibiotik spektrum luas golongan semisintetik penicillin memiliki cincin β -laktam dan memiliki aktivitas sebagai antibakteri yang disebabkan oleh mikroorganisme yang rentan. Amoksisilin bersifat bakterisidal atau memiliki kemampuan membunuh bakteri, tingginya bioavailabilitas oral yang dimiliki antibiotik dengan puncak konsentrasi plasma selama 1-2 jam sehingga pengkonsumsian sering diberikan kepada anak-anak dan orang dewasa. Penggunaan antibiotik amoksisilin dapat difungsikan sebagai terapi pneumonia dan penyakit lain seperti infeksi bakteri pada telinga, tenggorokan, sinus, kulit, saluran kemih, abdomen dan darah. Amoksisilin tidak bekerja efektif pada keadaan asam dan cincin beta laktam terbuka ketika ditempatkan di lingkungan netral atau dasar atau ketika ditindaklanjuti oleh enzim beta laktamase, untuk menghasilkan zat aktif (Sofyani *et al.*, 2018).

2.3.2 Kloramfenikol

Kloramfenikol merupakan golongan antibiotik yang bersifat bakteriostatik atau menghambat pertumbuhan bakteri, namun dalam konsentrasi tinggi juga dapat mejadi bakterisidal (membunuh bakteri) (Aisha *et al.*, 2018). Kloramfenikol pertama kali diisolasi dari *Streptomyces venezuelae* pada tahun 1947 (Hasanah & Wahyuni, 2018). Berdasarkan strukturnya, unsur elektronegatifan kloramfenikol bersifat polar, sehingga dapat dipisahkan dengan metode kromatografi cair kinerja

tinggi pada fase terbalik. Kloramfenikol juga memiliki gugus kromofor sehingga dapat dianalisis oleh detektor UV (Hasanah *et al.*, 2017).

2.4. Resistensi Antibiotik

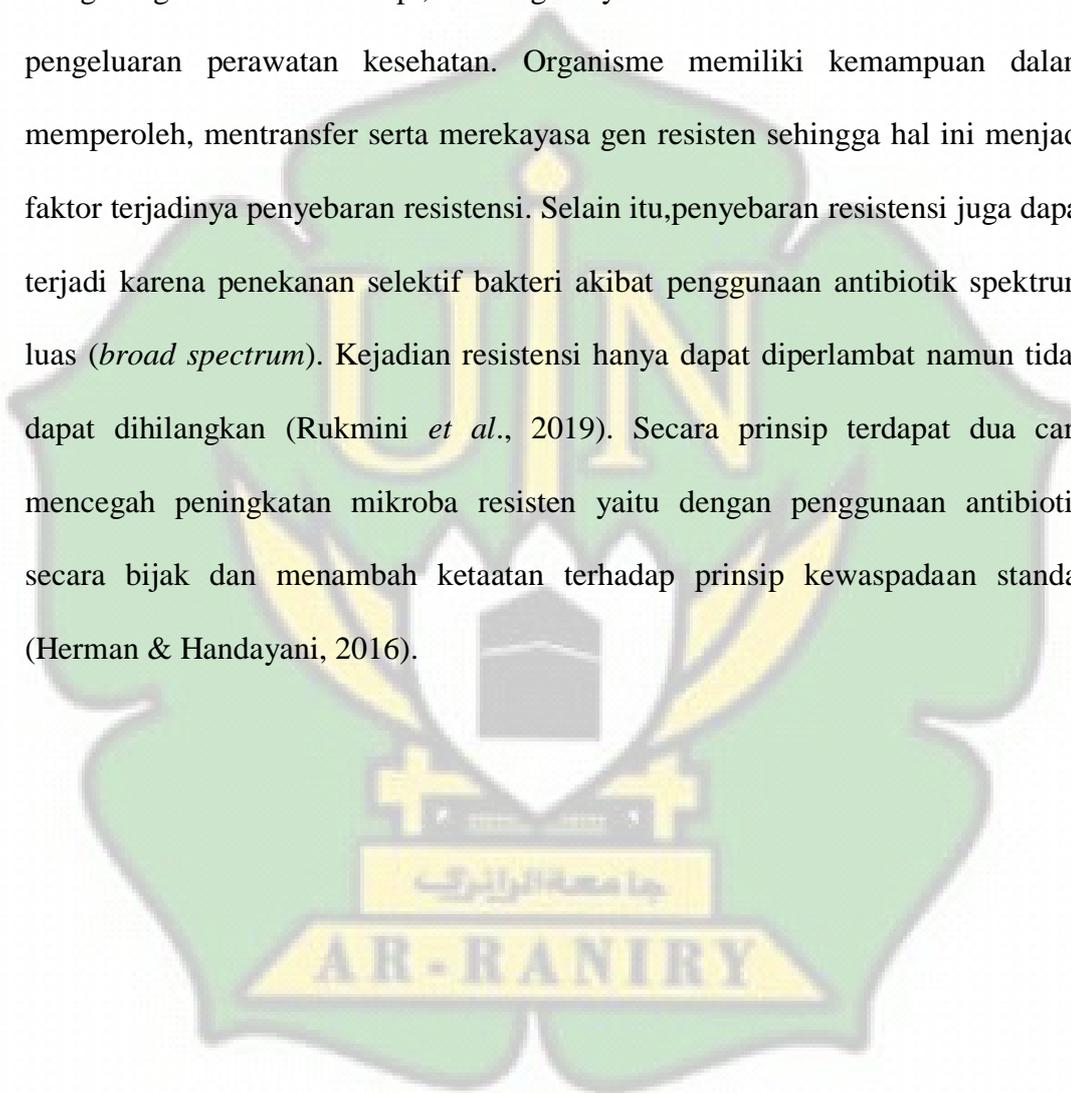
Resistensi antibiotik merupakan suatu permasalahan global dimana mikroorganisme berevolusi spontan untuk bertahan hidup. WHO mengimbau tentang pentingnya memperhatikan berbagai faktor dan strategi untuk mengendalikan kejadian resistensi. Beberapa faktor yang mempercepat terjadinya resistensi antibiotik adalah tekanan selektif konsumsi berlebihan (*overuse*) dan penggunaan tidak bijak (*misuse*), serta reproduksi faktor-faktor resisten. Ditambah lagi permasalahan global yang terjadi terkait penggunaan obat yang irasional (Setiawan *et al.*, 2018).

Berkisar 50 % obat-obatan yang diresepkan, didistribusikan, dijual, dan diambil oleh pasien secara tidak tepat. Sepertiga dari populasi dunia diperkirakan tidak memiliki akses ke obat-obatan esensial. Fokus perhatian saat ini terkait penggunaan obat yang irasional adalah pada penggunaan antibiotik yang tidak sesuai baik dari segi jenis obat, dosis, maupun jangka waktu pemakaian dan penggunaan berlebihan pada penyakit yang tidak disebabkan oleh infeksi bakteri. Kondisi ini menimbulkan terjadinya resistensi antibiotik (Rukmini *et al.*, 2019).

Menurut *Centers for Disease Control and Prevention* (2016), terdapat dua juta orang setiap tahunnya di Amerika Serikat mengalami infeksi yang disebabkan oleh bakteri resisten antibiotik. Kejadian resistensi ini mengakibatkan setidaknya 23.000 orang meninggal setiap tahunnya. Sedangkan di Indonesia penggunaan antibiotik sudah cukup memprihatinkan. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 memperlihatkan bahwa 86 % masyarakat Indonesia memperoleh antibiotik

tanpa resep dokter. Hal ini membuktikan bahwa minimnya pemahaman masyarakat terhadap manfaat, cara penggunaan, serta dampak dari penggunaan antibiotik.

Beberapa dampak yang ditimbulkan dari resistensi antibiotik yaitu mengurangi efektifitas terapi, meningkatnya morbiditas dan mortalitas serta pengeluaran perawatan kesehatan. Organisme memiliki kemampuan dalam memperoleh, mentransfer serta merekayasa gen resisten sehingga hal ini menjadi faktor terjadinya penyebaran resistensi. Selain itu, penyebaran resistensi juga dapat terjadi karena penekanan selektif bakteri akibat penggunaan antibiotik spektrum luas (*broad spectrum*). Kejadian resistensi hanya dapat diperlambat namun tidak dapat dihilangkan (Rukmini *et al.*, 2019). Secara prinsip terdapat dua cara mencegah peningkatan mikroba resisten yaitu dengan penggunaan antibiotik secara bijak dan menambah ketaatan terhadap prinsip kewaspadaan standar (Herman & Handayani, 2016).



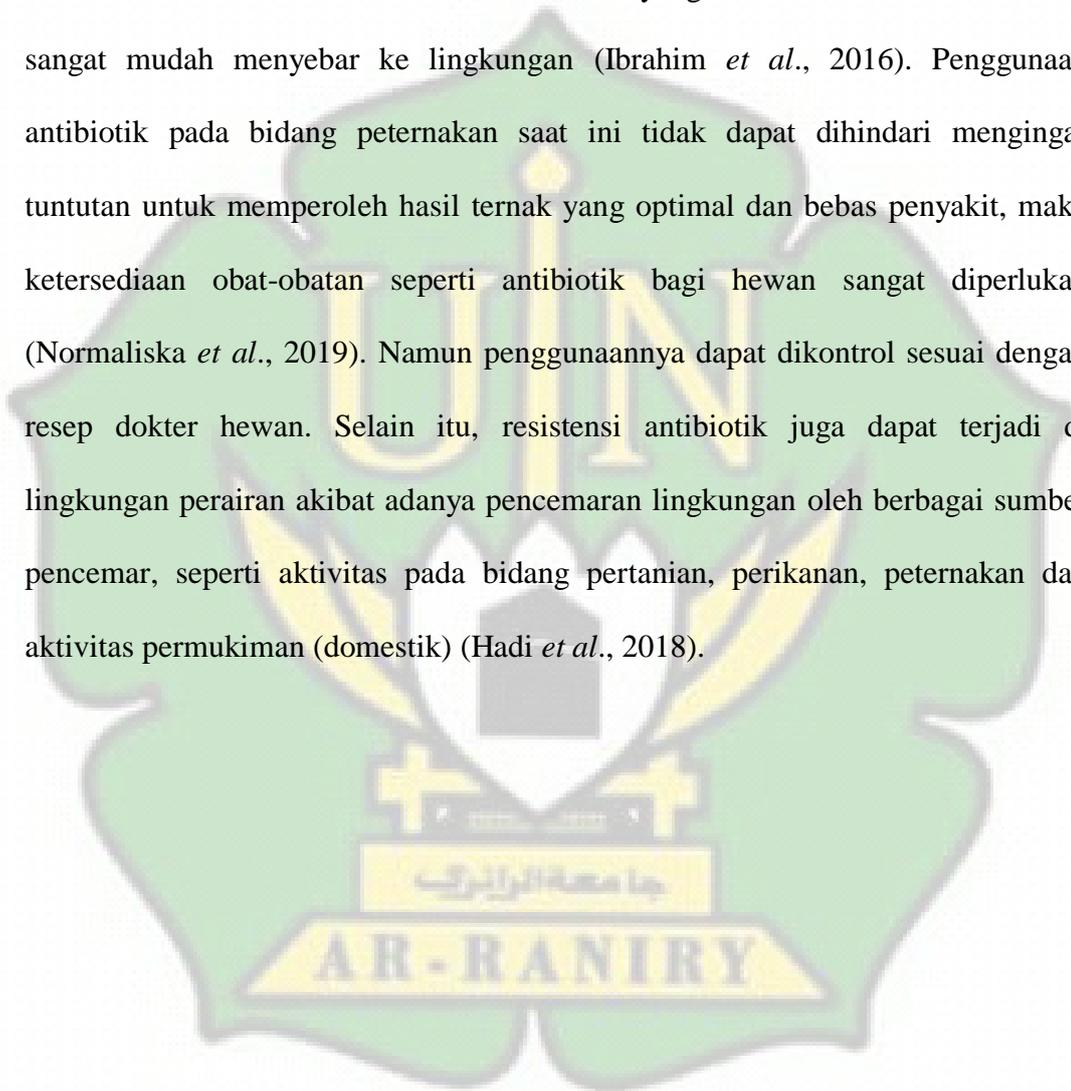
2.5. Kontaminasi Resistensi Bakteri dari Lingkungan

Perkembangan gen resistensi antibiotik (*Antibiotic Resistance Gene/ARG*) melalui bakteri merupakan isu kesehatan global saat ini yang menjadi perhatian dunia (Laport *et al.*, 2016). Meskipun sudah banyak penelitian yang dilakukan di negara-negara Skandinavia mengenai resistensi antibiotik, namun hal ini tidak mencegah peningkatan bakteri resisten pada manusia dan hewan (Hadi *et al.*, 2018). Sejak puluhan tahun yang lalu resistensi bakteri telah terjadi secara alami di lingkungan (Friedman *et al.*, 2016). Perilaku manusia dalam menggunakan antibiotik secara tidak tepat pada berbagai kegiatan seperti pengobatan manusia dan hewan menyebabkan proses evolusi bakteri menjadi sensitif terhadap antibiotik. Apabila bakteri yang berkembang di tubuh sudah resisten terhadap antibiotik, maka penggunaan antibiotik tersebut menyebabkan tubuh rentan terhadap penyakit (Rather *et al.*, 2017).

Beberapa penyakit ringan yang ditimbulkan oleh peningkatan bakteri patogen pada manusia seperti infeksi luka, infeksi kandung kemih yang juga dapat menyebabkan kematian pada manusia. Hal ini dipicu oleh kondisi tubuh yang telah resisten terhadap antibiotik. Resistensi antibiotik tersebut dapat disebabkan karena penggunaan antibiotik tanpa pengawasan, baik pada manusia maupun hewan. Selain itu, akses bakteri masuk ke tubuh juga dapat melalui lingkungan bebas (Prigitano *et al.*, 2018). Bakteri resisten antibiotik menunjukkan peningkatan di lingkungan dan menjadi permasalahan serius untuk saat ini. Bakteri menjadi resisten disebabkan karena perpindahan gen secara horizontal (*horizontal gene transfer/HGT*). HGT memudahkan penyebaran AGT melalui

berbagai media di lingkungan seperti di tanah, air, udara, makanan, dan makhluk hidup (Frieri *et al.*, 2017).

Resistensi bakteri yang terjadi di lingkungan khususnya tanah dapat dipicu oleh peningkatan penggunaan antibiotik di bidang pertanian dan peternakan. Hal ini dikarenakan kontaminasi bakteri resisten yang berasal dari kotoran hewan sangat mudah menyebar ke lingkungan (Ibrahim *et al.*, 2016). Penggunaan antibiotik pada bidang peternakan saat ini tidak dapat dihindari mengingat tuntutan untuk memperoleh hasil ternak yang optimal dan bebas penyakit, maka ketersediaan obat-obatan seperti antibiotik bagi hewan sangat diperlukan (Normaliska *et al.*, 2019). Namun penggunaannya dapat dikontrol sesuai dengan resep dokter hewan. Selain itu, resistensi antibiotik juga dapat terjadi di lingkungan perairan akibat adanya pencemaran lingkungan oleh berbagai sumber pencemar, seperti aktivitas pada bidang pertanian, perikanan, peternakan dan aktivitas permukiman (domestik) (Hadi *et al.*, 2018).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2021 dan dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-raniry.

3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3.1. Waktu penelitian

Jenis Kegiatan	Minggu di Bulan Maret			Minggu di Bulan April			Minggu di Bulan Mei		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mempersiapkan Alat dan Bahan	■								
Sterilisasi Alat		■							
Pengambilan Sampel		■							
Pembuatan media			■						
Isolasi Bakteri <i>Escherichia coli</i>			■						
Identifikasi Bakteri <i>Escherichia coli</i>				■	■				
Uji Resistensi Bakteri terhadap Antibiotik						■	■		
Analisis Data								■	■

3.3. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* yang diisolasi dari Sungai Mata Ie, Kecamatan Darul Imarah, Kabupaten Aceh Besar.

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autoklaf*, *laminar air flow*, cawan petri, oven, mikroskop, inkubator, jarum ose, *hot plate*, labu erlenmeyer, timbangan analitik, mikropipert, bunsen, pipet tetes, gelas beker, corong gelas, lup, tabung reaksi, *waterbath*, kertas HVS, *blue tip*, jangka sorong dan mikroskop.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquadest, alkohol 70%, media *Mueller Hinton Agar* (MHA) (Himedia), media *Eosyn Methylene Blue Agar* (EMBA) (Himedia), Media *Brilliance E. coli/Coliform Agar* (Oxoid), media *Sulfide Indole Motility* (SIM) (Oxoid), media *Methyl Red/Voges Proskauer* (MR/VP) (Oxoid), media *Simmons Citrate Agar* (Oxoid) , methyl red, reagen kovaks, larutan alfa nafhtol, KOH 40 %, disk antibiotik Amoksisilin 30 μg (Oxoid) dan Kloramfenikol 30 μg (Oxoid), kristal violet, larutan lugol, larutan safranin, alumunium foil, plastik wrap, kapas, tisu.

3.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskripsi. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel air, isolasi bakteri *Escherichia coli* pada Sungai Mata Ie, pewarnaan Gram, Uji konfirmasi dan uji resistensi bakteri *E. coli* terhadap antibiotik Amoksisilin 30 μg dan Kloramfenikol 30 μg .

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengambilan Sampel air Sungai Mata Ie

Sampel air diambil dari air Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah dengan dua titik yang berbeda. Titik pengambilan sampel ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* dilihat berdasarkan dari aktivitas warga yang mencuci sekaligus berenang di sepanjang aliran sungai. Sampel diambil sebanyak 100 ml di kedua titik, lalu dimasukkan ke dalam botol schoot kemudian diberi label. Selanjutnya sampel dibawa ke Laboratorium Multifungsi Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry.

3.6.2 Isolasi Bakteri *Escherichia coli*

Sebanyak 500 μ L masing-masing sampel air diambil menggunakan mikropipet lalu ditumbuhkan dalam media EMBA (*Eosin Methylene Blue Agar*) dengan metode *spread plate* atau cawan sebar. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 $^{\circ}$ C selama 24 jam. Hasil positif ditandai dengan tumbuhnya koloni berwarna hijau metalik (Utami, 2018).

3.6.3 Uji Konfirmasi dengan Media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*

Uji konfirmasi dilakukan dengan mengambil satu ose biakan dari media EMBA yang tumbuh hijau metalik dan diduga merupakan bakteri *Escherichia coli*, kemudian dipindahkan ke media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* dengan metode *streak plate*. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 $^{\circ}$ C. Hasil positif jika terdapat bakteri *E. coli* ditandai dengan tumbuhnya koloni berwarna ungu (Sari *et al.*, 2017).

3.6.4 Pewarnaan Gram

Koloni yang tumbuh dilakukan pemeriksaan makroskopis berupa koloni berwarna hijau metalik dan secara mikroskopis dengan teknik pewarnaan Gram berupa bakteri batang berwarna merah (batang Gram negatif).

Tahapan pewarnaan Gram yaitu, disterilkan kaca benda pada api bunsen, lalu dipijarkan jarum ose dan mulut tabung. Kemudian difiksasi kaca benda yang telah diberi aquadest, Selanjutnya diambil isolat bakteri menggunakan jarum ose lalu diletakkan di atas kaca benda, kemudian difiksasi kembali. Lalu ditetesi kristal violet selama 1-2 menit, kemudian bilas dengan air mengalir. Selanjutnya ditetesi larutan lugol dan didiamkan selama 1-2 menit, lalu dibilas dengan air mengalir. Kemudian ditetesi dengan alkohol 96 % selama 20 detik, lalu dibilas dengan air mengalir. Selanjutnya ditambahkan safranin dan didiamkan selama 1-2 menit, lalu dicuci dengan air mengalir dan sisa cairan diatas kaca benda diserap oleh kertas hisap, kemudian diamati menggunakan mikroskop pada pembesaran kuat (Sapitri & Afrinasari, 2019).

3.6.5 Uji IMViC (*Indol, Methyl red, Voges Proskauer, Citrat*)

1. Uji Indol

Uji Indol dilakukan dengan mengambil satu ose biakan bakteri *Escherichia coli* dari *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*, kemudian ditanam ke dalam media *Sulfide Indol Moltility (SIM)*. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Selanjutnya ditambahkan pereaksi kovaks sebanyak 0,2-0,3 ml. Reaksi indol positif ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna *merah cherry* pada permukaan. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri yang dapat membentuk indol dari tryptophan sebagai sumber karbonnya, maka dari itu bakteri *E. coli* merupakan bakteri dengan uji indol positif (Sapitri & Afrinasari, 2019).

2. Uji *Methyl red*

Uji *Methyl red* (MR) dilakukan dengan mengambil satu ose biakan bakteri *Escherichia coli* dari *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* kemudian ditanam ke dalam media MR/VP. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C, kemudian ditambahkan 5 tetes *methyl red*. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri dengan uji MR positif dan hasil positif pada pengujian ini ditunjukkan dengan adanya perubahan warna menjadi merah setelah ditambahkan indikator *methyl red* (Sapitri & Afrinasari, 2019).

3. Uji *Voges Proskauer* (VP)

Uji *Voges Proskauer* (VP) dilakukan dengan cara mengambil satu ose biakan bakteri *Escherichia coli* dari *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* kemudian ditanam ke dalam media MR/VP. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C, selanjutnya ditambahkan larutan alfa naphthol sebanyak 3 tetes dan KOH 40 % sebanyak 2 tetes (Sapitri & Afrinasari, 2019). Bakteri *E. coli* merupakan bakteri dengan uji VP negatif. Hasil negatif pada pengujian ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna pada media atau menunjukkan warna kuning coklat setelah ditambahkan larutan alfa naphthol dan KOH 40 % (Saridewi *et al.*, 2016).

4. Uji Sitrat

Uji Sitrat dilakukan dengan mengambil satu ose biakan bakteri *Escherichia coli* dari *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* kemudian ditanam ke dalam media *Simmons Citrate Agar*. Lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri dengan uji sitrat negatif. Hasil negatif pada pengujian ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna pada media atau warna media tetap hijau (Sari *et al.*, 2019).

3.6.6 Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* terhadap Antibiotik dengan Metode Difusi Cakram

Isolat bakteri dipersiapkan dengan kekeruhan 1×10^8 CFU/ml atau standar 0,5 McFarland. Bakteri lalu dioleskan ke media *Mueller Hinton Agar* (MHA) dengan menggunakan swab kapas steril. Selanjutnya medium dibiarkan dalam suhu ruang selama 15 menit. Kemudian cakram antibiotik amoksisilin 30 µg, kloramfenikol 30 µg, dan cakram kosong yang ditetesi akuades steril sebanyak 30 µl sebagai kontrol diletakkan diatas permukaan media MHA lalu diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, dengan tiga kali pengulangan. Diameter zona hambat yang terbentuk disekililing cakram diukur dengan jangka sorong. Pembacaan dan evaluasi kepekaan mengikuti petunjuk CLSI (*Clinical and Laboratory Standard Institute*) (Hamida *et al.*, 2019).

Diameter zona hambat (dua kuadran) diukur dengan rumus (Toy *et al.*, 2015) :

$$D = \frac{(DV - DC) + (DH - DC)}{2}$$

Keterangan :

DV : Diameter Vertikal DC : Diameter Cakram DH : Diameter Horizontal

Sedangkan persentase *Escherichia coli* yang resisten terhadap antibiotik dihitung dengan rumus berikut (Tarigan, 2019):

$$\text{Resistensi (\%)} = \frac{\text{Jumlah Isolat Bakteri yang Resisten}}{\text{Jumlah Bakteri } E.coli \text{ yang diuji}} \times 100\%$$

Tabel 3.2 Standar interpretasi diameter zona hambat

Grup Antibiotik	Antibiotik	Standar Interpretasi diameter Zona Hambat (mm)		
		R	I	S
Penicillin	Amoxicillin	<13	14-16	>17
	Ampicillin	<13	14-16	>17
Tetrasiklin	Tetrasiklin	≤14	15-18	≥ 19
Sefalosporin	Cefixime	≤15	16-18	≥ 19
Fenikol	Kloramfenikol	≤12	13-17	≥ 18
Fluorokuinolon	Ciprofloxacin	≤15	16-20	≥ 21
Potentiated Sulfomanides	Cotrimoxazole	≤10	11-15	≥ 16
	Kanamycin	≤13	14-17	≥ 18
Aminoglikosida	Gentamicin	≤12	13-14	≥ 15
	Tobramicin	≤12	13-17	≥ 18

(Sumber : CLSI, 2016)

Keterangan :

R : Resisten I : Intermediet S : Sensitif

3.1 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif. Hasil dari uji resistensi disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

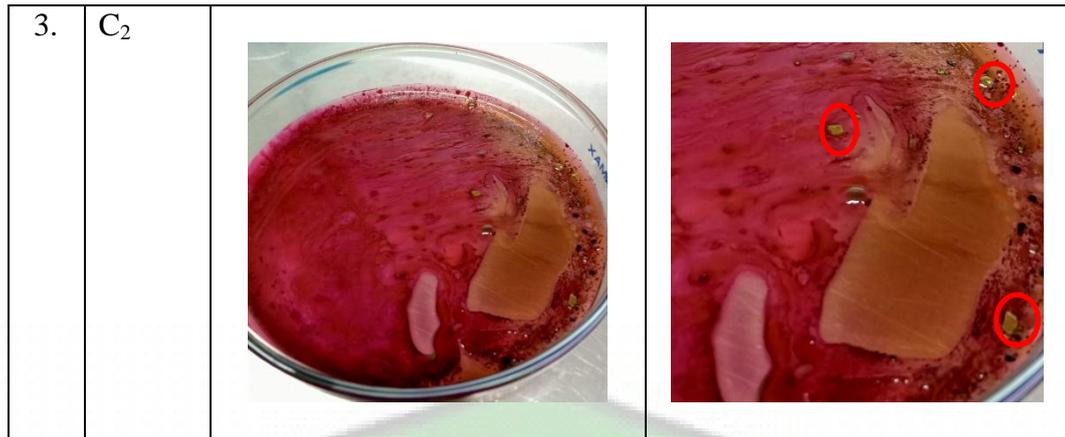
4.1 Hasil

4.1.1 Isolasi Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil isolasi bakteri dari sampel air Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar yang ditumbuhkan pada media EMBA, diketahui bahwa terdapat bakteri berwarna hijau metalik yang tumbuh pada media dan diduga adalah bakteri *Escherichia coli*. Bakteri yang tumbuh dapat dilihat pada tabel 4.1.

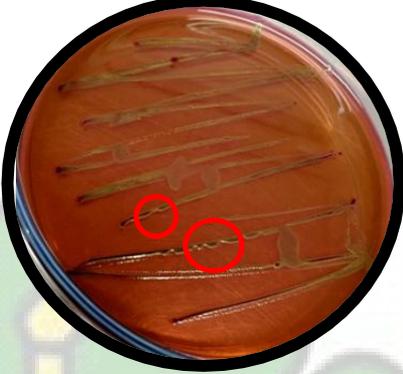
Tabel 4.1. Hasil isolasi bakteri dari sampel air Sungai Mata Ie kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

No.	Kode sampel	Gambar	
1.	KM		
2.	C ₁		

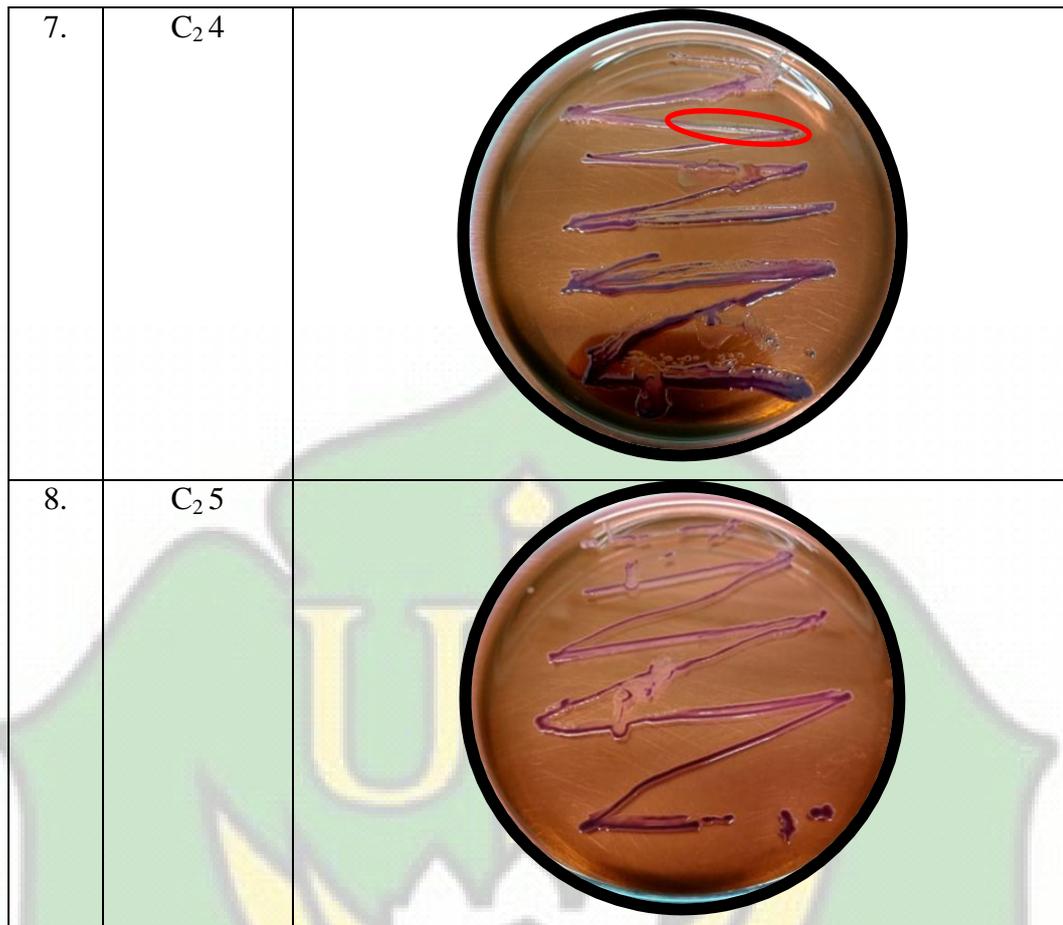


Gambar yang terdapat pada tabel 4.1. di atas merupakan hasil isolasi bakteri dari sampel air Sungai Mata Ie yang diambil pada tiga titik yang berbeda. Penentuan titik pengambilan sampel berdasarkan jenis aktivitas warga di sepanjang sungai. Sampel-sampel tersebut diberi kode KM, CC₁, dan CC₂. Sampel dengan kode KM diambil pada kolam pemandian pengunjung, sedangkan sampel dengan kode CC₁ dan CC₂ diambil pada aliran sungai tempat warga mencuci pakaian. Gambar di sebelah kanan merupakan gambar penjelas untuk koloni yang tumbuh dengan warna hijau metalik, dan koloni yang ditandai dengan lingkaran merah merupakan koloni yang diambil untuk dimurnikan kembali.

Tabel 4.2. Pemurnian pada media EMBA

No.	Kode Isolat	Gambar
1.	KM	
2.	C ₁ 1	
3.	C ₁ 2	

4.	C ₂ 1	
5.	C ₂ 2	
6.	C ₂ 3	



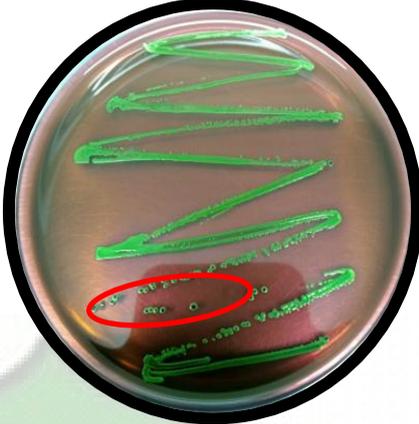
Pemurnian dilakukan dengan mengambil bakteri berwarna hijau metalik yang tumbuh pada sampel KM, CC₁, dan CC₂, lalu dimurnikan kembali kedalam media EMBA. Kode sampel KM dimurnikan kedalam satu cawan petri dan diberi kode isolat KM, semua bakteri yang tumbuh berwarna hijau metalik dan beberapa terdapat bintik hitam ditengahnya. Kode sampel CC₁ dimurnikan kedalam 2 cawan petri dan diberi kode isolat C₁₁ dan C₁₂. Isolat C₁₁ tumbuh bakteri dengan warna hijau metalik, sebagian membentuk koloni bulat kecil dengan bintik hitam pada bagian tengah koloni. Isolat C₁₂ hanya sedikit yang tumbuh bakteri berwarna hijau metalik, bakteri lainnya yang tumbuh berwarna merah, ungu dan transparan.

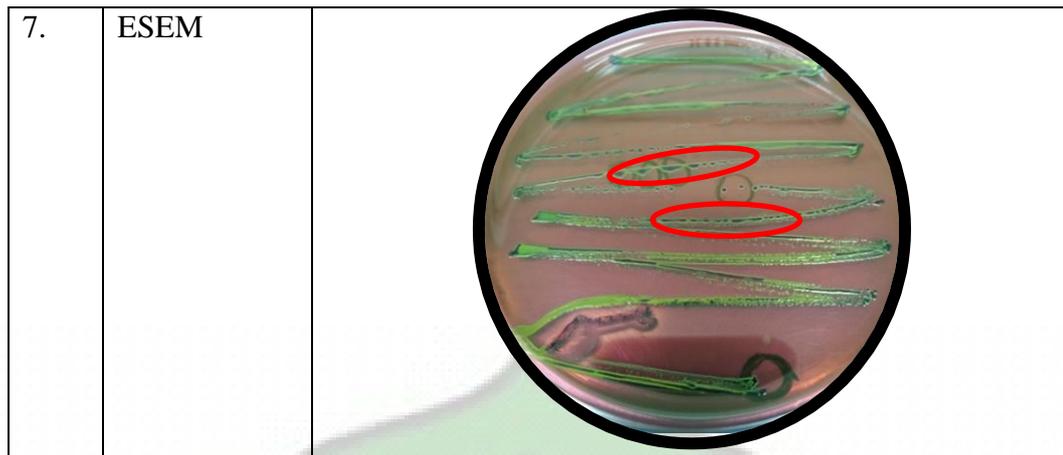
Kode sampel CC₂ dimurnikan kedalam 5 cawan petri dan diberi kode isolat C₂₁, C₂₂, C₂₃, C₂₄, dan C₂₅. Bakteri yang tumbuh pada isolat C₂₁ bewarna hijau metalik, merah muda, merah dan transparan. Bakteri yang tumbuh pada isolat C₂₂ bewarna hijau metalik beberapa terdapat bintik hitam, warna lainnya yaitu merah muda, merah, dan transparan. Isolat C₂₃ tidak ada bakteri yang tumbuh dengan warna hijau metalik, melainkan yang tumbuh hanyalah bakteri dengan warna merah muda dan transparan. Isolat C₂₄ tumbuh bakteri bewarna hijau metalik dengan bintik hitam namun dalam jumlah yang sangat sedikit, bakteri lainnya yang tumbuh bewarna ungu, merah muda, dan transparan. Isolat C₂₅ tidak ada bakteri yang tumbuh dengan warna hijau metalik namun yang tumbuh adalah bakteri bewarna ungu dengan pinggiran merah muda.

Berdasarkan hasil pemurnian tersebut maka 2 isolat yang tidak tumbuh dengan warna hijau metalik dieliminasi yaitu isolat C₂₃ dan C₂₅. Sedangkan 6 isolat lainnya yaitu KM, C₁₁, C₁₂, C₂₁, C₂₂ dan C₂₄ dimurnikan kembali, namun yang dimurnikan hanyalah isolat yang terdapat bakteri bewarna hijau metalik dengan bintik hitam di tengah yaitu isolat C₁₁, C₂₄ dan KM. Koloni yang diambil untuk dimurnikan kembali ditandai dengan lingkaran merah. Hasil pemurniannya dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Pemurnian ulang pada media EMBA

No.	Kode sampel	Gambar
1	ESCE 1	
2	ESCE 2	
3	ESCE 3	

4.	ESCE 4	
5.	ESCE 5	
	ESCE 6	



Terdapat 7 isolat hasil pemurnian lanjutan dari isolat C₁1, C₂4 dan KM. Isolat C₁1 dimurnikan kedalam 4 cawan petri dan diberi kode isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, dan ESCE 4. Isolat C₂4 dimurnikan kedalam 2 cawan petri dan diberi kode isolat ESCE 5 dan ESCE 6, sedangkan isolat KM dimurnikan kedalam satu cawan petri dan diberi kode isolat ESEM. Kemudian ketujuh isolat tersebut diuji konfirmasi dengan media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*. Lingkaran merah pada gambar di atas merupakan koloni yang diambil untuk diuji konfirmasi.

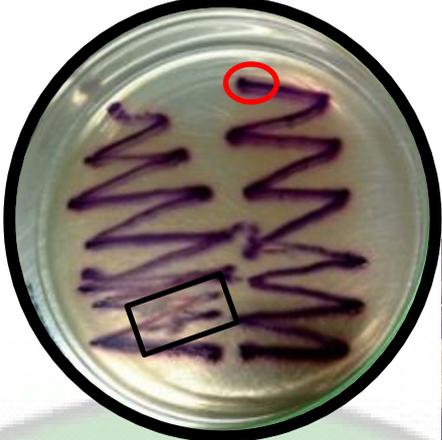
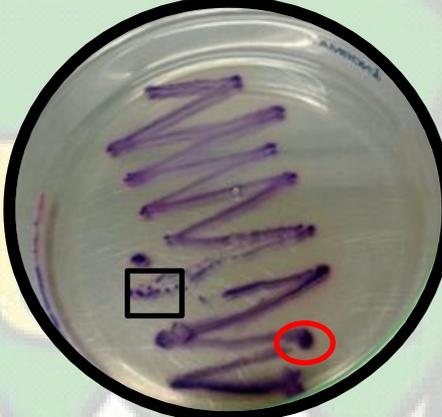
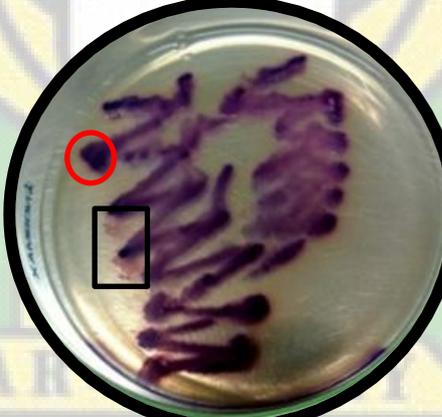
4.1.2 Uji konfirmasi pada media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*

Hasil uji konfirmasi pada media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.5. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil 7 isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, ESCE 6, dan ESEM dari media EMBA lalu ditumbuhkan kedalam media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*. Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji konfirmasi pertama yang masih terdapat bakteri coliform. Hal ini ditandai dengan warna koloni merah muda yaitu pada isolat ESCE 4, ESCE 5, dan ESCE 6 dengan gambar penjas di samping kanan. Sedangkan pada uji konfirmasi kedua pada tabel 4.5 sudah tidak

ada lagi coliform yang tumbuh melainkan hanya bakteri *E. coli* yang ditandai dengan koloni berwarna ungu. Pada tabel 4.4 koloni yang diambil untuk uji konfirmasi kedua diberi tanda dengan lingkaran merah

Tabel 4.4. Hasil Uji Konfirmasi pertama pada Media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*

No	Kode sampel	Gambar
1	ESCE 1	
2	ESCE 2	
3	ESCE 3	

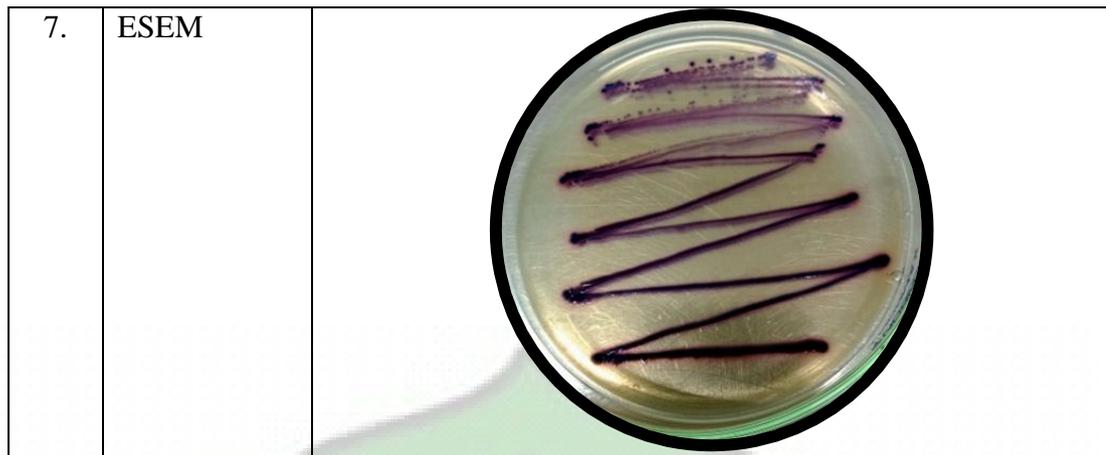
4.	ESCE 4	 
5.	ESCE 5	 
6.	ESCE 6	 



Tabel 4.5. Hasil Uji Konfirmasi kedua pada Media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*

No	Kode sampel	Gambar
1.	ESCE 1	
2.	ESCE 2	

3.	ESCE 3	
4.	ESCE 4	
5.	ESCE 5	
6.	ESCE 6	



Berdasarkan tabel 4.5 di atas maka ketujuh isolat tersebut sudah terkonfirmasi sebagai bakteri *Escherichia coli* karena semua bakteri yang tumbuh berwarna ungu. Karakteristik setiap isolat dapat dilihat pada tabel 4.6.

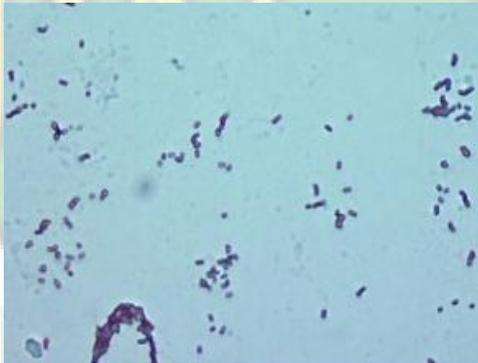
Tabel 4.6. Karakteristik isolat bakteri *Escherichia coli* pada media *Brilliance E.coli/Coliform Selective Agar*

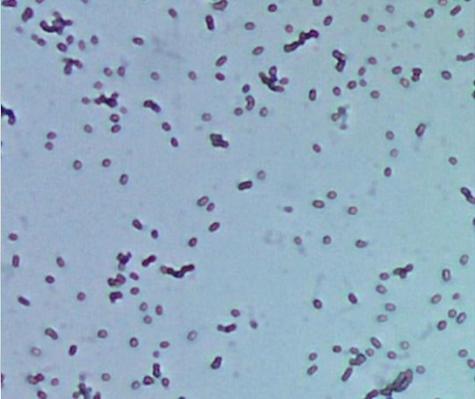
No.	Kode Isolat	Ukuran	Warna	Elevasi	Bentuk	Tepi
1.	ESCE 1	Kecil, sedang	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
2.	ESCE 2	Kecil, sedang	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
3.	ESCE 3	Kecil, sedang, besar	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
4.	ESCE 4	Kecil, sedang, besar	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
5.	ESCE 5	Kecil, sedang	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
6.	ESCE 6	Kecil, sedang	Ungu	Cembung	Bundar	Rata
7.	ESEM	Kecil, sedang	Ungu	Cembung	Bundar	Rata

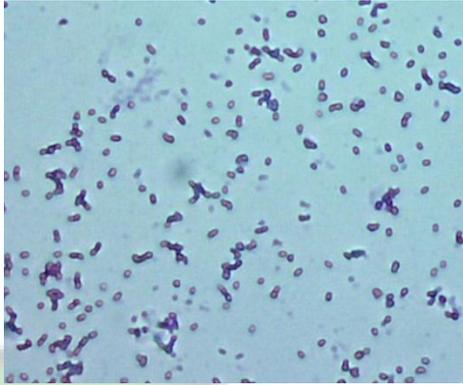
4.1.3 Uji Pewarnaan Gram

Tahapan sebelumnya yaitu uji konfirmasi bakteri *Escherichia coli* pada media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* menunjukkan bahwa ketujuh isolat telah terkonfirmasi sebagai bakteri *E. coli*. Namun selain karakterisasi secara makroskopis juga perlu dilakukan identifikasi secara mikroskopis yaitu uji pewarnaan Gram untuk mengetahui bentuk morfologi sel bakteri. Hasil dari proses pewarnaan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil pewarnaan Gram Isolat bakteri *Escherichia coli*

No	Kode isolate	Gambar
1.	ESCE 1	
2.	ESCE 2	
3.	ESCE 3	

4.	ESCE 4	
5.	ESCE 5	
6.	ESCE 6	

7.	ESEM	
----	------	--

Data penelitian pada tabel diatas menunjukkan bahwa isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, ESCE 6, dan ESEM tergolong kedalam bakteri Gram negatif karena memiliki warna isolat merah/merah muda. Bentuk morfologi sel yang didapat adalah *coccus* dan *basil*, namun secara keseluruhan sudah lebih dominan berbentuk *basil*.

4.1.4 Uji IMViC (*Indol, Methyl red, Voges Proskauer, Citrat*)

Pengujian IMViC terdiri dari 4 tahapan pengujian yaitu pengujian *Indol*, *Methyl red*, *Voges Proskauer*, dan *Citrat*. Perubahan warna yang terjadi pada setiap tahapan pengujian dapat dilihat pada lampiran 5, sedangkan hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Hasil perubahan warna yang terjadi pada setiap tahapan pengujian yaitu, pada pengujian indol menunjukkan perubahan pada media yang mulanya bewarna kuning saja kemudian terbentuknya cincin bewarna *merah cherry* pada permukaan media. Pengujian *Methyl Red* menunjukkan perubahan warna media dari kuning menjadi merah. Pengujian *Voges Proskauer* menunjukkan perubahan warna yang tidak terlalu signifikan yaitu dari kuning menjadi kuning kecoklatan. Sedangkan pengujian sitrat tidak menunjukkan terjadinya perubahan warna pada media.

Tabel 4.8. Hasil uji IMViC (*Indol, Methyl red, Voges Proskauer, Citrat*) pada Isolat bakteri *Escherichia coli*

Kode sampel	Hasil uji IMViC				Keterangan
	I	MR	VP	C	
ESCE 1	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESCE 2	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESCE 3	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESCE 4	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESCE 5	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESCE 6	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>
ESEM	(+)	(+)	(-)	(-)	(+) <i>Escherichia coli</i>

Keterangan:

I : Indol MR : *Methyl Red* VP : *Voges Proskauer* C : *Citrat*

4.1.5 Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* terhadap Antibiotik dengan Metode Difusi Cakram

Pengujian resistensi bakteri *E. coli* terhadap antibiotik amoksisilin dan kloramfenikol dilakukan dengan metode difusi cakram, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.9.

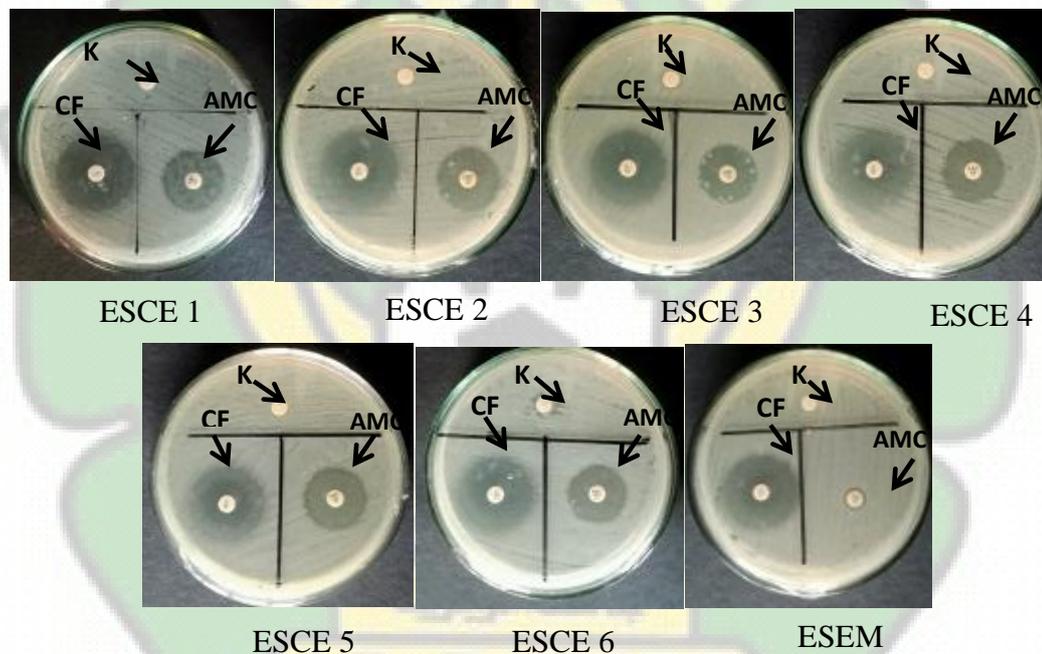
Tabel 4.9. Tingkat kepekaan bakteri *Escherichia coli* yang berasal dari Sungai Mata Ie terhadap antibiotik amoksisilin dan kloramfenikol

No	Kode Isolat	Rata-rata Diameter Zona Hambat (Amoksisilin)	Tingkat Kepekaan	Rata-rata Diameter Zona Hambat (Kloramfenikol)	Tingkat Kepekaan	Diameter Zona Bening Kontrol (Akuades)
1.	ESCE 1	16,21 mm	I	22,89 mm	S	0 mm
2.	ESCE 2	16,86 mm	I	23,86 mm	S	0 mm
3.	ESCE 3	15,38 mm	I	23,34 mm	S	0 mm
4.	ESCE 4	16,69 mm	I	22,86 mm	S	0 mm
5.	ESCE 5	16,08 mm	I	20,72 mm	S	0 mm
6.	ESCE 6	15,26 mm	I	22,04 mm	S	0 mm
7.	ESEM	5,04 mm	R	24,52 mm	S	0 mm

Keterangan :

S: Sensitif I: Intermediet R: Resisten

Sebanyak 7 isolat yang diuji resistensinya terhadap antibiotik amoksisilin dan kloramfenikol masing-masing memiliki tingkat kepekaan yang berbeda. Isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, dan ESCE 6 intermediet terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol, keenam isolat ini diambil pada titik aliran sungai tempat warga mencuci pakaian. Sedangkan isolat ESEM resisten terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol, isolat ini diambil pada titik kolam pemandian pengunjung. Aktivitas zona hambatnya dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Aktivitas zona penghambatan

Keterangan :

K : Kontrol CF : Kloramfenikol AMC : Amoksisilin

4.2. Pembahasan

4.2.1 Isolasi Bakteri *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi terhadap bakteri dari 3 titik sampel air Sungai Mata Ie, didapatkan 7 isolat yang menunjukkan ciri-ciri positif

sebagai bakteri *Escherichia coli* diantaranya yaitu ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, ESCE 6, dan ESEM. Proses isolasi bakteri air Sungai Mata Ie yang dilakukan pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dari 2 titik yang berbeda berdasarkan aktivitas warga di sepanjang Sungai Mata Ie memperlihatkan berbagai bakteri tumbuh pada media tersebut. Sampel diberi kode KM, CC1, dan CC2. Bakteri yang tumbuh pada media EMBA dari ketiga sampel diantaranya berwarna merah, merah muda, hitam, ungu, hijau metalik, putih, dan transparan. Perbedaan warna yang muncul menandakan adanya perbedaan jenis bakteri.

Bakteri yang tumbuh dengan warna hijau metalik pada media EMBA diduga merupakan bakteri *E. coli*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fatiqin *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa media EMBA merupakan media selektif diferensial bagi bakteri *E. coli*, artinya media ini mampu menumbuhkan beberapa jenis bakteri namun akan memberikan perbedaan yang khas antara bakteri *E. coli* dan bakteri lain. Media ini menumbuhkan bakteri kelompok Enterobacteriaceae, salah satunya adalah bakteri *E. coli* yang akan tumbuh dengan warna hijau metalik dan bintik hitam di bagian tengahnya. Kemampuan *E. coli* dalam memfermentasikan laktosa menjadi produk akhir yang bersifat asam kuat membuat bakteri ini berwarna hijau metalik pada media EMBA. *E. coli* termasuk bakteri Gram negatif sehingga *eosin* dan *methylene blue* yang terkandung di dalam media EMBA tidak menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*.

Identifikasi bakteri *E. coli* tidak cukup dengan hanya melakukan isolasi pada media EMBA namun perlu dilakukan beberapa pengujian lanjutan untuk memastikan bahwa bakteri yang tumbuh dengan warna hijau metalik pada media EMBA benar merupakan bakteri *E. coli*. Maka selanjutnya dilakukan beberapa

pengujian lanjutan diantaranya uji konfirmasi dengan media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar*, uji pewarnaan Gram, dan uji IMViC. Uji konfirmasi dengan media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* menunjukkan seluruh isolat terkonfirmasi sebagai bakteri *E. coli* dengan karakteristik bentuk koloni bulat, elevasi cembung, pinggiran rata dan bewarna ungu. Karakteristik tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sari *et al.* (2017), yang mengisolasi bakteri *E. coli* dari telur ayam kampung yang gagal menetas, bahwa bakteri *E. coli* yang positif pada media *Brilliance E. coli/ Coliform Selective Agar* memiliki karakteristik koloni bulat, cembung, pinggiran rata dan warna ungu. Berdasarkan data dari *Thermo Fisher Scientific* (2021), media *Brilliance coli/Coliform Selective Agar* merupakan media yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung bakteri *E. coli* dan coliform dalam sampel makanan dan air. Media tersebut mengandung dua agen kromogenik yaitu *Rose-Gal* yang dapat mendeteksi aktivitas β -galactosidase dan *X-Glu* yang dapat mendeteksi β -glucorinodase. *E. coli* mampu menghidrolisis kedua kromogen tersebut sehingga *E. coli* pada media ini akan bewarna ungu sedangkan sebagian besar organisme dalam kelompok coliform hanya mampu menghidrolisis kromogen β -galactosidase sehingga menghasilkan koloni bewarna merah muda.

Pada uji pewarnaan Gram menunjukkan bahwa *E. coli* tergolong bakteri Gram negatif dengan morfologi sel berbentuk basil. Hal ini dikarenakan bakteri ini menyerap zat warna sekunder yaitu safranin sehingga penampakan *E. coli* di bawah mikroskop akan bewarna merah muda. Bakteri Gram negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis sedangkan bakteri Gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Bakteri ini mampu menyerap zat warna dari kristal

violet dan lugol namun pewarna akan luntur pada saat dicuci dengan alkohol 96 %. Hal ini disebabkan karena lapisan peptidoglikan yang tipis yang dimiliki bakteri Gram negatif membuat lapisan dinding sel yang bermuatan positif tidak mampu mengikat pewarna yang bermuatan negatif dengan kuat, sehingga akan terwarnai dengan pewarna sekunder yaitu safranin. Peptidoglikan mengandung komponen esensial yang mampu melindungi organisme dari tekanan osmotik, menentukan bentuk sel, dan mendukung pertumbuhan sel (Prasetya *et al.*, 2019).

Hasil positif ketujuh isolat yang telah terkonfirmasi *E. coli* pada media *Brilliance E. coli/Coliform Selective Agar* kemudian diuji biokimia. Uji biokimia yang dilakukan yaitu uji IMViC (*Indol, Methyl red, Voges Proskauer, Citrat*) yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakteri *E. coli* berdasarkan karakteristik biokimia, reaksi metabolisme maupun reaksi enzimatik. Pengujian ini terdiri dari 4 tahapan pengujian yakni uji *Indol*, uji *Methyl Red* (MR), uji *Voges Proskauer* (VP) dan uji *Citrat* (Sitrat). Uji IMViC dilakukan untuk mengetahui bakteri kelompok Enterobacteriaceae karena setiap bakteri yang tergolong dalam kelompok ini memiliki rumus IMViC yang berbeda. *E. coli* memiliki rumus IMViC (+) Indol, (+) MR, (-) VP, dan (-) Sitrat (Sapitri & Afrinasari, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian ini seluruh isolat yaitu ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, ESCE 6, dan ESEM positif pada uji Indol, positif pada uji MR, negatif pada uji VP, dan negatif pada uji Sitrat. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh isolat positif *E. coli*. Berdasarkan data penelitian di atas dapat dilihat pada pengujian indol terbentuknya lapisan atau cincin berwarna merah *cherry* pada permukaan biakan setelah ditetesi reagen kovaks. Artinya bakteri ini memiliki enzim *tryptophanase* yang mampu menghidrolisis asam amino

tryptophan yang terkandung dalam media *Sulfide Indol Moltility* (SIM) sebagai sumber karbonnya menjadi indol, asam piruvat dan amonia (NH_3) (Saridewi *et al.*, 2016).

Pada uji MR hasil yang didapat adalah positif karena adanya perubahan warna media yang semula kuning menjadi merah setelah ditetesi indikator warna *methyl red*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan asam campuran dari hasil akhir fermentasi glukosa yang terkandung dalam media sehingga kondisi ini menyebabkan pH media menjadi 5,0 bahkan lebih rendah. Perubahan warna yang terjadi setelah penambahan *methyl red* menandakan kondisi media tersebut asam, karena *methyl red* akan bewarna merah pada pH 4,4 dan bewarna kuning pada pH 6,2 (Sapitri & Afrinasari, 2019).

Uji VP mendapatkan hasil negatif karena tidak terjadinya perubahan warna pada media MR/VP setelah ditetesi KOH dan larutan alfa-naftol. Uji VP bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri menghasilkan produk netral seperti asetil etil karbonil (asetoin) dari hasil fermentasi glukosa. Uji ini negatif untuk *E. coli* karena *E. coli* menghasilkan asam dari produk akhir fermentasi glukosa. Sehingga tidak terjadinya perubahan warna pada media menjadi merah melainkan warna kuning coklat yang menandakan tidak adanya pembentukan asetoin (Saridewi *et al.*, 2016).

Uji sitrat pada penelitian ini memberikan hasil negatif. Pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Jika bakteri mampu menggunakan sitrat dalam media maka menyebabkan hilangnya asam dari biakan sehingga menaikkan pH dan membuat indikator warna pada media berubah dari hijau menjadi biru. Uji ini

negatif untuk bakteri *E. coli* karena bakteri ini tidak mampu memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbonnya sehingga tidak terjadinya perubahan warna pada media setelah diinkubasi selama 24 jam (Wahyuni *et al.*, 2018).

4.2.2 Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* di Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

Ditinjau dari kedua titik pengambilan sampel, titik pertama diambil pada kolam pemandian pengunjung yang dipadati oleh aktivitas perenang sehingga adanya kontaminasi *E. coli* pada lokasi ini akibat dari aktivitas manusia yang tidak terlepas dari pembuangan sisa metabolisme tubuh seperti keringat maupun urin. Selain itu juga terlihat adanya sampah pada lokasi ini sehingga faktor-faktor tersebut saling berintegrasi menyebabkan hadirnya bakteri *E. coli* pada lokasi tersebut. Penelitian Hatifah & Anwar (2018), menyebutkan bahwa sampah yang dibuang langsung ke sungai menyebabkan tingginya nilai *E. coli* di sungai.

Titik kedua diambil pada aliran sungai tempat warga mencuci pakaian, adapun aliran airnya berasal dari aliran sungai tempat kolam pemandian pengunjung. Pada lokasi ini dipadati oleh aktivitas warga yang mencuci pakaian dan anak-anaknya juga berenang pada lokasi yang sama. Menyebabkan hasil limbah cucian dan sisa metabolisme manusia telah bercampur sehingga sangat mendukung kehadiran bakteri *E. coli* pada lokasi ini. Menurut Afianti & Sutiknowati (2020), keberadaan bakteri *E. coli* pada suatu badan air juga mengindikasikan adanya bakteri patogen lainnya karena bakteri ini berkorelasi positif dengan bakteri patogen.

Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa kawasan Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar telah tercemar oleh bakteri *E.*

coli. Hal ini dapat menimbulkan bahaya kesehatan bagi warga yang memanfaatkan air Sungai Mata Ie dalam aktivitas kesehariannya maupun pengunjung yang berenang. Meskipun Sungai Mata Ie berasal dari air mata air pegunungan namun tidak menjamin kualitas air nya bebas dari kontaminasi bakteri. Karena kontaminasi bakteri dapat sangat mudah terjadi di alam bebas dan terbuka seperti pada kawasan tersebut. Namun perlu diketahui bahwa kawasan Sungai Mata Ie bukan satu-satunya sungai yang telah tercemar oleh bakteri ini, masih banyak sungai-sungai yang lain juga telah tercemar oleh bakteri *E. coli*, hanya saja tingkat cemarannya yang berbeda.

Jika dibandingkan dengan penelitian lain dapat dikatakan bahwa Sungai Mata Ie tidak tergolong dalam tingkat tercemar berat karena faktor yang menyebabkan hadirnya *E. coli* di sungai tersebut hanya berasal dari limbah cucian warga yang mencuci di sungai, sisa metabolisme warga yang berenang, dan sedikit sampah yang terdapat di kawasan sungai. Lokasi penelitian ini juga merupakan hulu sungai yang air nya langsung dari mata air pegunungan serta aliran air nya yang deras tidak menyebabkan kondisi sungai ini terlihat keruh. Sedangkan penelitian lain seperti penelitian Rachmawati *et al.* (2020), pada Sungai Krukut DKI Jakarta yang tergolong kedalam sungai tercemar berat terlihat tingkat keparahan dari penyebab kehadiran bakteri *E. coli* berasal dari banyaknya outlet drainase yang dibuang langsung ke sungai serta terdapat banyak sampah yang menumpuk di pinggir sungai, hal ini juga menyebabkan kondisi visual air sungai terlihat keruh. Penelitian Hatifah & Anwar (2018), pada Sungai Karang Mumus Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda, yang juga telah tercemar oleh bakteri *E. coli* menyebutkan bahwa kehadiran bakteri *E. coli* pada sungai tersebut

sangat berhubungan erat dengan pengelolaan limbah rumah tangga, pengelolaan tinja, serta pengelolaan sampah yang masih kurang baik.

4.2.3 Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* terhadap Antibiotik dengan Metode Difusi Cakram

Isolat *Escherichia coli* yang diperoleh dari Sungai Mata Ie pada penelitian ini berjumlah 7 isolat. Seluruh isolat tersebut kemudian diuji resistensinya terhadap antibiotik amoksisilin dan kloramfenikol. Berdasarkan tabel 4.9 dapat diketahui bahwa isolat bakteri *E. coli* dari Sungai Mata Ie dapat dihambat oleh antibiotik dengan diameter zona hambat yang berbeda-beda. Diameter zona hambat inilah yang menentukan tingkat kepekaan bakteri terhadap antibiotik. Semakin lebar zona hambat yang terbentuk maka menandakan kepekaan bakteri terhadap antibiotik tersebut masih baik. Berdasarkan gambar 4.2 juga dapat dipertahatkan bahwa seluruh isolat yang diuji zona hambat yang terbentuk tidak rata, yang ditandai dengan keruhnya warna zona hambat bahkan masih terdapat koloni-koloni yang tumbuh di dalam zona hambat. Hal ini disebut dengan zona hambat parsial yang menandakan bahwa efektivitas kerja antibiotik terhadap bakteri tidak kuat atau lemah (Prihandani, 2015).

Pengujian resistensi ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan, rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk pada antibiotik amoksisilin untuk isolat ESCE 1 sebesar 16,21 mm, ESCE 2 sebesar 16,86 mm, ESCE 3 sebesar 15,38 mm, ESCE 4 sebesar 16,69 mm, ESCE 5 sebesar 16,08 mm, ESCE 6 sebesar 15,26 mm, dan ESEM sebesar 5,04 mm. Sedangkan rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk pada antibiotik kloramfenikol untuk isolat ESCE 1 sebesar 22,89 mm, ESCE 2 sebesar 23,86 mm, ESCE 3 sebesar 23,34 mm, ESCE 4

sebesar 22,86 mm, ESCE 5 sebesar 20,72 mm, ESCE 6 sebesar 22,04 mm, dan ESEM sebesar 24,52 mm. Menurut CLSI (*Clinical Laboratory Standards Institute*) tingkat kepekaan bakteri terhadap antibiotik berdasarkan diameter zona hambat dapat digolongkan dalam tiga kategori diantaranya yaitu sensitif, intermediet, dan resisten. Seluruh isolat yang diuji menunjukkan sensitif terhadap antibiotik kloramfenikol, artinya antibiotik jenis kloramfenikol masih efektif dalam melawan bakteri *E. coli*. Hal ini dibuktikan dengan diameter zona hambat yang terbentuk ≥ 18 mm sesuai dengan standar CLSI apabila diameter zona hambat ≥ 18 mm untuk antibiotik kloramfenikol maka dikategorikan sensitif. Beberapa penelitian lain menunjukkan tingkat sensitivitas bakteri *E. coli* terhadap kloramfenikol masih cukup tinggi, diantaranya yaitu *E. coli* yang diisolasi dari plak gigi dengan zona hambat yang terbentuk sebesar 20 mm (Dian & Budiarmo, 2015). *E. coli* yang diisolasi dari ayam kampung juga masih cukup peka atau sensitif terhadap kloramfenikol dengan rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk sebesar 23,4 mm (Rosyidi, 2018). Selain itu, hasil yang sama juga ditunjukkan oleh bakteri *E. coli* yang diisolasi dari air Danau ISTN Jakarta sensitif terhadap kloramfenikol dengan zona hambat >20 mm (Syafriana *et al.*, 2020).

Antibiotik memiliki mekanisme kerja yang berbeda-beda dalam melawan bakteri, antara lain yaitu merusak permeabilitas membran sel, menghambat sintesis dinding sel, menghambat replikasi DNA, menghambat sintesis protein (proses translasi) dan menghambat sintesis RNA (proses transkripsi). Kloramfenikol merupakan antibiotik yang bersifat bakteriostatik, namun dapat menjadi bakterisidal jika diberikan dalam dosis yang tinggi. Antibiotik kloramfenikol menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak proses sintesis

protein. Terhentinya proses sintesis protein tersebut dikarenakan antibiotik kloramfenikol menempel pada sub unit 50S ribosom bakteri sehingga terhalangnya enzim Peptidil-transferase yang bertugas membentuk ikatan peptida antara asam amino baru yang masih melekat pada tRNA-nya dan asam amino terakhir yang sedang berkembang (Dian & Budiarmo, 2015).

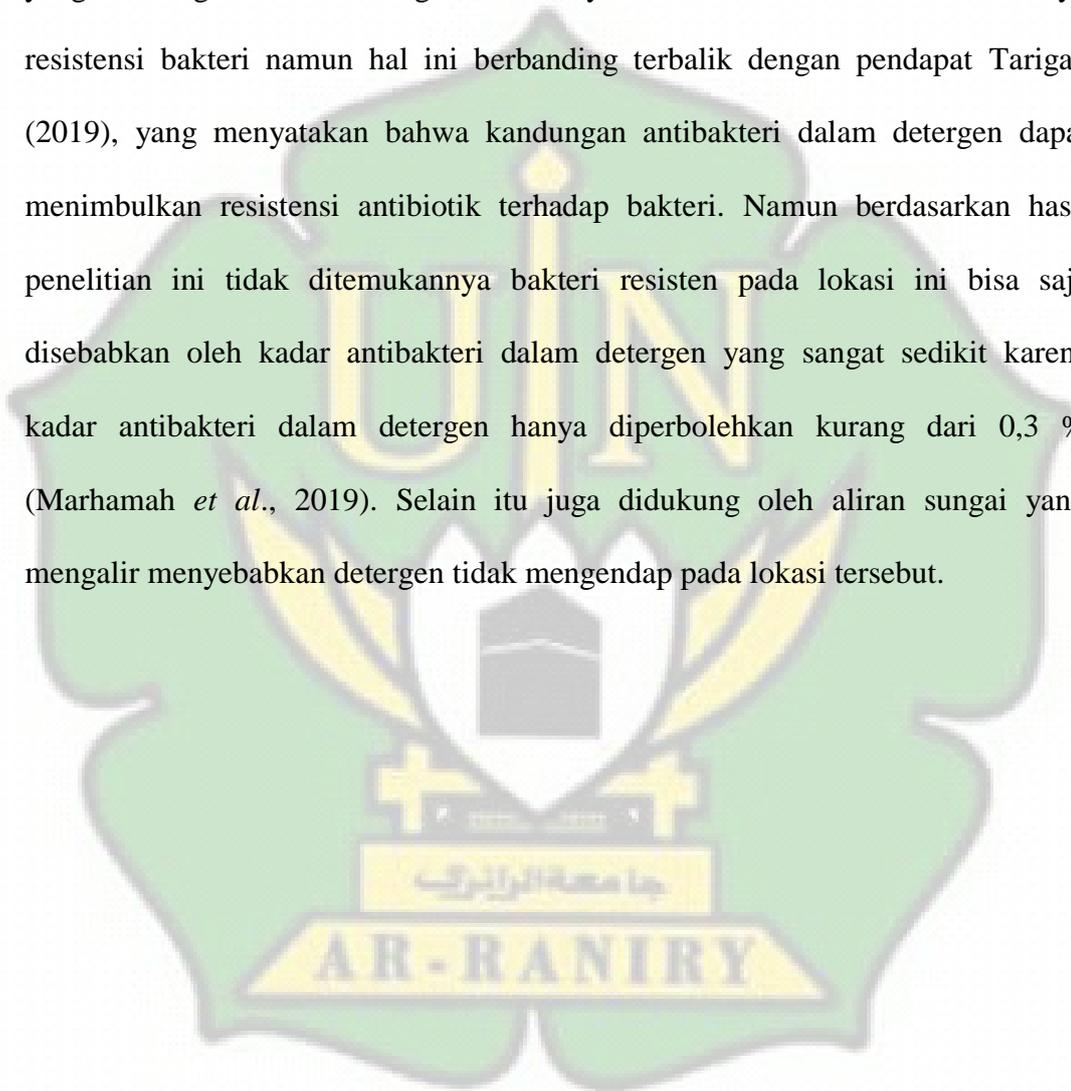
Sedangkan terhadap antibiotik amoksisilin memiliki tingkat kepekaan yang berbeda yaitu 6 isolat intermediet dan sisanya 1 isolat resisten. Isolat yang intermediet adalah ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, dan ESCE 6. Kategori intermediet menandakan bakteri dapat dihambat namun dengan daya hambat yang lemah, bakteri pada kategori ini tidak dapat disebut sensitif dan juga tidak dapat disebut resisten (Maida & Lestari, 2019). Isolat yang resisten adalah ESEM. Persentase resistensi isolat ESEM terhadap amoksisilin tergolong sangat kecil yaitu sebesar 0,14 %. Kategori resisten adalah keadaan dimana bakteri tidak dapat dihambat lagi oleh antibiotik atau dengan daya hambat yang sangat lemah (*Clinical Laboratory Standards Institute*). Amoksisilin merupakan antibiotik yang dijual bebas dan dikonsumsi masyarakat tanpa resep dokter (Nurmala *et al.*, 2015). Hal ini menyebabkan berkembangnya sistem resistensi pada mikroba patogen terhadap amoksisilin. Amoksisilin merupakan salah satu antibiotik golongan β -laktam. Resistensi yang terjadi pada bakteri *E. coli* terhadap amoksisilin dikarenakan bakteri ini mampu memproduksi enzim β -laktamase yang dapat memecahkan cincin β -laktam yang terkandung dalam antibiotik amoksisilin sehingga antibiotik menjadi tidak aktif (Pratiwi, 2017).

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dari ke 7 isolat bakteri *E. coli* hanya 1 isolat yang terbukti resisten terhadap amoksisilin saja. Jika ditinjau dari titik

pengambilan sampel, isolat yang resisten tersebut diambil di kolam pemandian pengunjung yang menunjukkan adanya penyebab kontaminasi resistensi bakteri yang disebabkan oleh sisa-sisa hasil metabolisme pengunjung seperti urin. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Hadi *et al.*, (2018), bahwa potensi sumber bakteri resisten dapat berasal dari urin masyarakat yang dibuang langsung ke badan air. Menurut Pratiwi (2017), berdasarkan faktor penyebabnya resistensi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu resistensi antibiotik secara alami dan resistensi yang didapat. Resistensi yang didapat terjadi jika suatu bakteri yang mulanya sensitif terhadap suatu antibiotik kemudian berubah menjadi resisten. Hal ini dapat terjadi karena mutasi pada kromosom DNA bakteri atau timbulnya materi genetik baru yang bekerja spesifik dalam menghambat mekanisme kerja antibiotik. Sedangkan resistensi alami terjadi karena suatu antibiotik memang kurang efektif terhadap suatu bakteri dan dapat diturunkan. Masalah resistensi seperti ini dapat dikontrol dengan pemilihan antibiotik yang sesuai.

Penggunaan antibiotik yang tidak tepat, terlalu sering, berlebihan serta dalam jangka waktu yang relatif lama juga menjadi faktor timbulnya resistensi antibiotik. sehingga memungkinkan bakteri mengenal mekanisme kerja antibiotik karena sudah terpapar terlalu sering. Kejadian ini menyebabkan bakteri membentuk sistem pertahanan yang baru sehingga terjadinya resistensi antibiotik (Ladyani & Zahra, 2018). Efek yang ditimbulkan dari resistensi antibiotik adalah pengobatan penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri menjadi tidak efektif lagi, serta meningkatkan morbiditas dan mortalitas si penderita (Pratiwi, 2017).

Titik pengambilan sampel pada aliran sungai Mata Ie yang dipenuhi aktivitas warga yang mencuci pakaian didapati bakteri *E. coli* yang intermediet terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol. Melihat kondisi pada titik pengambilan sampel tersebut dipenuhi limbah detergen hasil cucian warga yang dibuang bebas ke sungai seharusnya kondisi ini menimbulkan adanya resistensi bakteri namun hal ini berbanding terbalik dengan pendapat Tarigan (2019), yang menyatakan bahwa kandungan antibakteri dalam detergen dapat menimbulkan resistensi antibiotik terhadap bakteri. Namun berdasarkan hasil penelitian ini tidak ditemukannya bakteri resisten pada lokasi ini bisa saja disebabkan oleh kadar antibakteri dalam detergen yang sangat sedikit karena kadar antibakteri dalam detergen hanya diperbolehkan kurang dari 0,3 % (Marhamah *et al.*, 2019). Selain itu juga didukung oleh aliran sungai yang mengalir menyebabkan detergen tidak mengendap pada lokasi tersebut.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang Isolasi dan uji resistensi antibiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Mata Ie, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari isolasi bakteri yang dilakukan didapatkan 7 isolat bakteri *Escherichia coli* pada Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar
2. Isolat ESCE 1, ESCE 2, ESCE 3, ESCE 4, ESCE 5, dan ESCE 6 intermediet terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol. Sedangkan isolat ESEM resisten terhadap amoksisilin dan sensitif terhadap kloramfenikol.

5.2 Saran

Pada tahapan identifikasi perlu dilakukan pengujian yang lebih spesifik dengan metode identifikasi berbasis PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Selain itu pada pengujian resistensi perlu adanya variasi dan penambahan jenis antibiotik dari golongan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah dan Muzdalifah. 2014. Deskripsi Perilaku Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) Mencari Tempat Tidur (Sleeping Site) di Kawasan Hutan Terganggu Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional*.
- Afianti, N. F., & Sutiknowati, L. I. (2020). Kondisi Pencemaran Lingkungan Berdasarkan Parameter Mikrobiologis di Sekitar Muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 37(3), 135–140.
- Aisha, S., Kuswandi, B., & Pratoko, D. K. (2018). Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Bovine Serum Albumin menggunakan Spektrofotometri UV (The Development of Chloramphenicol Sensor Based on Bovine Serum Albumin using Spectrophotometry UV). *Pustaka Kesehatan*, 6(1), 1–4.
- Amin, L. Z. (2014). Pemilihan Antibiotik yang Rasional. *Medicinus*, 27(3), 40–45.
- Aminah, A., & Jamilatun, M. (2016). Multidrug Resistant *Escherichia coli* pada Sumber Air Minum di Kota Tangerang. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 3(1), 31–40.
- Any Juliani, S. T., & Fajri, J. A. (2018). *Indeks Pencemaran pada Parameter Fisika-Kimia: Studi Kasus terhadap Pengaruh Curah Hujan di Sungai Code*.
- Arivo, D., & Annissatussholeha, N. (2017). Pengaruh Tekanan Osmotik pH, dan Suhu terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 4(3).
- Ariyani, N., & Sari, R. A. (2018). *Doxycycline and Ciprofloxacin Resistance in Escherichia coli Isolated from Layer Feces*.
- Braun, S. D., Ahmed, M. F. E., El-Adawy, H., Hotzel, H., Engelmann, I., Weiß, D., Monecke, S., & Ehricht, R. (2016). Surveillance of Extended-Spectrum beta-lactamase-Producing *Escherichia coli* in dairy cattle farms in the Nile Delta, Egypt. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1020.
- Caesar, D. L., & Prasetyo, E. (2017). Analisis Kualitas Fisik Air Desa Cranggang kecamatan Dawe Kabupaten Kudus. *JKM (Jurnal Kesehatan Masyarakat) Cendekia Utama*, 5(1).
- Dian, R., & Budiarmo, F. (2015). Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* yang Diisolasi dari Plak Gigi terhadap Merkuri dan Antibiotik Kloramfenikol. *EBiomedik*, 3(1).
- Fajri, M., Medison, I., Khairisyaf, O., & Russilawati, R. (2018). Efek Pemberian Antibiotika terhadap Peningkatan Kolonisasi *Candida* Saluran Napas. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7, 22–24.

- Fatiqin, A., Novita, R., & Apriani, I. (2019). Pengujian Salmonella dengan Menggunakan Media SSA dan Escherichia coli Menggunakan Media EMBA pada Bahan Pangan. *Indobiosains*, 1(1).
- Friedman, N. D., Temkin, E., & Carmeli, Y. (2016). The Negative Impact of Antibiotic Resistance. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(5), 416–422.
- Frieri, M., Kumar, K., & Boutin, A. (2017). Antibiotic Resistance. *Journal of Infection and Public Health*, 10(4), 369–378.
- Hadi, M. P., Fadlillah, L. N., Widasmara, M. Y., Muziasari, W. I., & Subaryono, S. (2018). Potensi Sumber Bakteri Resisten Antibiotik Berdasarkan Kondisi Kualitas Air dan Penggunaan Lahan di Sungai Code, Yogyakarta: Suatu Tinjauan Metodologis. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 88–100.
- Hamida, F., Aliya, L. S., Syafriana, V., & Pratiwi, D. (2019). Escherichia coli Resisten Antibiotik asal Air Keran di Kampus ISTN. *Jurnal Kesehatan*, 12(1), 63–72.
- Hasanah, M., Untari, B., & Afrilianti, C. (2017). Analisis Kandungan Senyawa Kloramfenikol pada Sediaan Tetes Mata Sampel Nama Dagang di Kota Palembang dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 2(2).
- Hasanah, M., & Wahyuni, P. (2018). Analisis Kloramfenikol dalam Sampel Sediaan Tetes Telinga di Kota Palembang dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Penelitian Sains*, 20(1), 30–35.
- Hatifah, P., & Anwar, A. (2018). *Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Escherichia coli Sungai Karang Mumus serta Gejala Diare pada Balita di Kelurahan Bandara Kecamatan Sungai Pinang dalam Kota Samarinda*.
- Herman, M. J., & Handayani, R. S. (2016). Sarana dan Prasarana Rumah Sakit Pemerintah dalam Upaya Pencegahan dan Pengendalian Infeksi di Indonesia. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 137–146.
- Huda, M. (2017). Resistensi Bakteri Gram Negatif terhadap Antibiotik di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Lampung Tahun 2012-2014. *Jurnal Analisis Kesehatan*, 5(1), 494–503.
- Humaida, R. (2015). *Kesesuaian Penggunaan Antibiotik Pada Balita Berdasarkan Formularium Spesialistik Ilmu Kesehatan Anak IDAI di Puskesmas Way Urang Kalianda Kabupaten Lampung Selatan tahun 2013*. Fakultas Kedokteran.
- Ibrahim, D. R., Dodd, C. E. R., Stekel, D. J., Ramsden, S. J., & Hobman, J. L. (2016). Multidrug Resistant, Extended Spectrum β -lactamase (ESBL)-Producing Escherichia coli Isolated from a dairy farm. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(4), fiw013.

- Isholawati, D., Karamah, E. F., Zufri, Z. A., & Hidayat, A. N. (2014). Disinfeksi bakteri *Escherichia coli* Menggunakan Proses Kavitas Hidrodinamika Water-Jet dengan Kombinasi Karbon Aktif dan Zeolit. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*).2021. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=285#nul. Diakses pada tanggal: 22 Maret 2021.
- Juliasih, N. K. (2020). Uji Cemaran Coliform dan *Escherichia coli* pada Air Sumur Gali di Sekitar Tempat Pemotongan Ternak Banjar Keden Desa Ketewel Kecamatan Sukawati Kabupaten Gianyar. *JURNAL WIDYA BIOLOGI*, 11(01), 20–29.
- Kurniati, E., Anugroho, F., & Sulianto, A. A. (2020). Analisis pengaruh pH dan suhu pada desinfeksi air menggunakan microbubbbble dan karbondioksida bertekanan. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(2), 247–256.
- Ladyani, F., & Zahra, M. (2018). Analisis Pola Kuman dan Pola Resistensi pada Hasil Pemeriksaan Kultur Resistensi di Laboratorium Patologi Klinik Rumah Sakit Dr. H. Abdoel Moeloek Provinsi Lampung Periode Januari-Juli 2016. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 5(2).
- Laport, M. S., Pontes, P. V. M., Santos, D. S. dos, Santos-Gandelman, J. de F., Muricy, G., Bauwens, M., Giambiagi-deMarval, M., & George, I. (2016). Antibiotic Resistance Genes Detected in the Marine Sponge *Petromica Citrina* from Brazilian Coast. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 617–620.
- Maida, S., & Lestari, K. A. P. (2019). *Aktivitas Antibakteri Amoksisilin terhadap Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif Amoxicillin Antibacterial Activities on Positive Gram Bacteria and Negatif Gram Bacteria*.
- Marhamah, M., Ujjani, S., & Tuntun, M. (2019). Kemampuan Sabun Antiseptik Cair yang Mengandung Triclosan yang Terdaftar di BPOM dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 17–24.
- Normaliska, R., Sudarwanto, M. B., & Latif, H. (2019). Pola Resistensi Antibiotik pada *Escherichia coli* Penghasil ESBL dari Sampel Lingkungan di RPH-R Kota Bogor. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 7(2), 42–48.
- Nuraini, A., Yulia, R., Herawati, F., & Setiasih, S. (2019). The Relation Between Knowledge And Belief With Adulth Patient's Antibiotics Use Adherence= Hubungan Pengetahuan dan Keyakinan dengan Kepatuhan Menggunakan Antibiotik Pasien Dewasa. *Jurnal Manajemen Dan Pelayanan Farmasi (Journal of Management and Pharmacy Practice)*, 8(4), 165–174.
- Nurmala, N., Virgiandhy, I. G. N., Andriani, A., & Liana, D. F. (2015). Resistensi dan Sensitivitas Bakteri terhadap Antibiotik di RSUD dr. Soedarso Pontianak

tahun 2011-2013. *EJournal Kedokteran Indonesia*.

- Nurmala, S., & Gunawan, D. O. (2020). Pengetahuan Penggunaan Obat Antibiotik pada Masyarakat yang Tinggal di Kelurahan Babakan Madang. *Jurnal Ilmiah Farmasi (10)*, 1, 22–31.
- Polanco, D. D. C. (2015). *The battle against microbial pathogens: Basic science, technological advances and educational programs*.
- Prasetya, Y. A., Winarsih, I. Y., Pratiwi, K. A., Hartono, M. C., & Rochimah, D. N. (2019). Deteksi Fenotipik *Escherichia coli* Penghasil Extended Spectrum Beta-Lactamases (ESBLs) pada Sampel Makanan di Krian Sidoarjo. *Life Science*, 8(1), 75–85.
- Pratiwi, R. H. (2017). Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen terhadap Antibiotik. *Jurnal Pro-Life: Jurnal Pendidikan Biologi, Biologi, Dan Ilmu Serumpun*, 4(3), 418–429.
- Prigitano, A., Romanò, L., Auxilia, F., Castaldi, S., & Tortorano, A. M. (2018). Antibiotic Resistance: Italian Awareness Survey 2016. *Journal of Infection and Public Health*, 11(1), 30–34.
- Prihandani, S. S. (2015). Uji Daya Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Meningkatkan Keamanan Pangan. *Informatika Pertanian*, 24(1), 53–58.
- PT. Sarana Multi Infrastruktur (Persero). 2017. Sumber Daya Air. https://www.ptsmi.co.id/wp-content/uploads/2017/07/SMI_insight_Q2_2017_IND.pdf. Diakses pada tanggal: 14 Desember 2020.
- Rachmawati, I. P., Riani, E., & Riadi, A. (2020). Status Mutu Air dan Beban Pencemaran Sungai Krukut, DKI Jakarta. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(2), 220–233.
- Rahayu, W. P., Siti Nurjanah, S. T. P., & Ema Komalasari, S. T. P. (2021). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko*. PT Penerbit IPB Press.
- Rather, I. A., Kim, B.-C., Bajpai, V. K., & Park, Y.-H. (2017). Self-Medication and Antibiotic Resistance: Crisis, Current Challenges, and Prevention. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(4), 808–812.
- Rosyidi, A. (2018). Deteksi *Escherichia coli* Sumber Ayam Kampung dan Resistensinya terhadap Berbagai Antibiotik. *MADURANCH: Jurnal Ilmu Peternakan*, 3(1), 17–22.
- Rukmini, R., Siahaan, S., & Sari, I. D. (2019). Analisis Implementasi Kebijakan Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 22(2), 106–116.
- Sapitri, A., & Afrinasari, I. (2019). Identifikasi *Escherichia coli* pada Cincin yang

- Dijual di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 2(2), 18–23.
- Sari, D. P., Rahmawati, R., & PW, E. R. (2019). Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri Coliform Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 29–35.
- Sari, L. P., Erina, E., & Darniati, D. (2017). Isolasi *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* pada Telur Ayam Kampung yang Gagal Menetas di Laboratorium Lapangan Peternakan Universitas Syiah Kuala. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(3), 513–520.
- Saridewi, I., Pambudi, A., & Ningrum, Y. F. (2016). Analisis Bakteri *Escherichia coli* pada Makanan Siap Saji di Kantin Rumah Sakit X dan Kantin Rumah Sakit Y. *Bioma*, 12(2), 90–103.
- Sasongko, H. (2014). Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* dari Sungai Boyong Kabupaten Sleman terhadap Antibiotik Amoksisilin, Kloramfenikol, Sulfametoxazol, dan Streptomisin. *Jurnal Bioedukatika*, 2(1), 25–29.
- Setiawan, S., Widyati, P. H., & Harijono, P. (2018). Profil Penggunaan Antibiotik Pascapencanangan Penerapan Program Pengendalian Resistensi Antibiotik di Intensive Care Unit Rumah Sakit TNI-AL dr. Ramelan Surabaya. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 7(1), 30–37.
- Sofyani, C. M., Chaerunnisa, A. Y., & Rusdiana, T. (2018). Validasi Metode Analisis Kromatografi Cair Kinerja Tinggi untuk Penetapan Kadar Uji Disolusi Terbanding Tablet Amoksisilin. *Farmaka*, 16(1), 324–330.
- Sutiknowati, L. I. (2016). Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Oseana*, 41(4), 63–71.
- Syafriana, V., Hamida, F., Sukamto, A. R., & Aliya, L. S. (2020). Resistensi *Escherichia coli* dari Air Danau ISTN Jakarta terhadap Antibiotik Amoksisilin, Tetrasiklin, Kloramfenikol, dan Siprofloksasin. *SAINSTECH FARMA*, 13(2), 92–98.
- Tarigan, L. R. W. B. (2019). *Uji Coliform dan Resistensi Escherichia coli Terhadap Beberapa Antibiotik pada Sampel Air Sungai Sekanak di Kota Palembang Coliform Test and Escherichia coli Antibiotics Susceptibility of Sekanak River Water Samples in Palembang City.*
- Taslim, E., & Maskoen, T. T. (2017). Pola Kuman Terbanyak Sebagai Agen Penyebab Infeksi di Intensive Care Unit pada Beberapa Rumah Sakit di Indonesia. *Majalah Anestesia Dan Critical Care*, 34(1), 56–62.
- ThermoFisherScientific.2021.http://www.oxid.com/UK/blue/prod_detail.asp?pr=CM1046&c=UK&lang=EN. Diakses pada tanggal: 23 Mei 2021.
- Toy, T. S. S., Lampus, B. S., & Hutagalung, B. S. P. (2015). Uji Daya Hambat Ekstrak Rumput Laut *Gracilaria sp* terhadap Pertumbuhan Bakteri

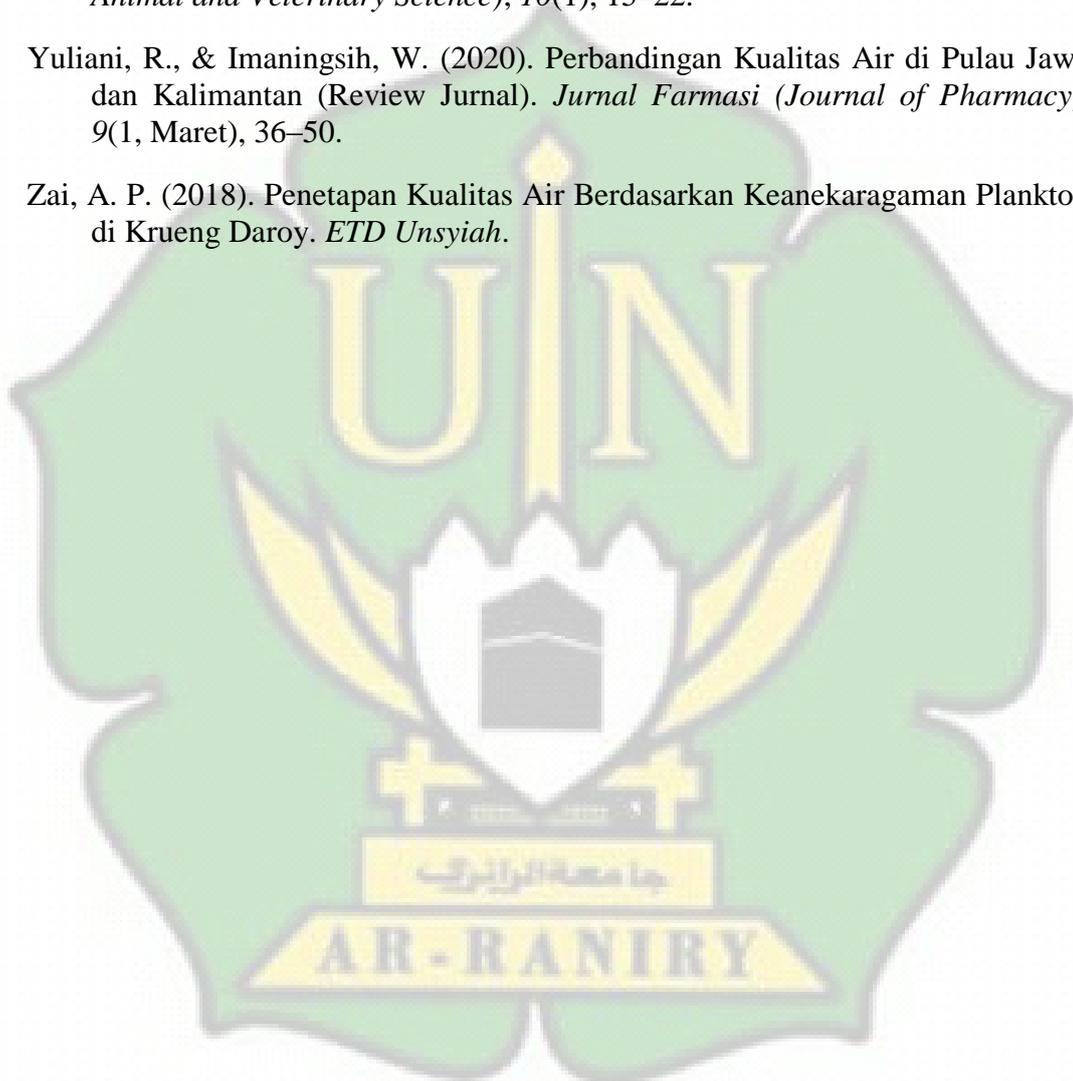
Staphylococcus aureus. *E-GiGi*, 3(1).

Utami, S. (2018). *Deteksi Escherichia coli Pada Jamu Gendong di Gunungpati dengan Medium Selektif Diferensial*. Universitas Negeri Semarang.

Wibisono, F. J., Sumiarto, B., Untari, T., Effendi, M. H., Permatasari, D. A., & Witaningrum, A. M. (2020). Prevalensi dan Analisis Faktor Risiko Multidrug Resistance Bakteri *Escherichia coli* pada Ayam Komersial di Kabupaten Blitar. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 10(1), 15–22.

Yuliani, R., & Imaningsih, W. (2020). Perbandingan Kualitas Air di Pulau Jawa dan Kalimantan (Review Jurnal). *Jurnal Farmasi (Journal of Pharmacy)*, 9(1, Maret), 36–50.

Zai, A. P. (2018). Penetapan Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Plankton di Krueng Daroy. *ETD Unsyiah*.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Surat Keterangan Pembimbing Skripsi



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-132/Un.08/FST/KP.07.6/03/2021

TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 80 Tahun 2020 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2021 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 03 Maret 2021.

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
Kesatu : Menunjuk Saudara:
1. **Diannita Harahap, M.Si** Sebagai Pembimbing I
2. **Arif Sardi, M.Si** Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Sarah Aprillia
NIM : 170703053
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik Terhadap Bakteri *Eschehrichia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
pada Tanggal 23 Maret 2021
Dekan,

Azhar Amsalij



Tembusan:
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2

Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syaikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
 Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id, Email: biolab.arraniry@gmail.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

No: 03/SK/Lab.Bio/FST/04/2021

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama	: Sarah Aprillia
NIM	: 170703053
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Rumpet, Kec. Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar
No Hp	: 082230911943

Benar yang namanya tersebut di atas telah melakukan penelitian dengan judul **“Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik Terhadap Bakteri *Eschericia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar”** di Laboratorium Biologi Gedung Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, mulai Tanggal 25 Maret s.d 20 April 2021.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan sebagai pelengkap administrasi yang bersangkutan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banda Aceh, 25 April 2021

Mengetahui,
 Ketua Laboratorium Biologi

Iham Zulfahmi, S.Kel., M.Si
 NIDN. 1316078801

AR-RANIRY

Lampiran 3

Surat Selesai Melakukan Penelitian



LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

Jl. Syeikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
 Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id Email: biolab.ar-raniry@gmail.com

**SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM**

No: 26/SBL/Lab.Bio/FST/04/2021

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Sarah Aprillia
NIM	: 170703053
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Rumpet, Kec. Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar
No Hp	: 082230911943

Benar yang namanya tersebut diatas telah menggunakan fasilitas Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan telah menyelesaikan tanggungan biaya alat dan bahan laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

“Isolasi dan Uji Resistensi Antibiotik Terhadap Bakteri *Eschericia coli* dari Sungai Mata Ie Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar”

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 25 April 2021
 Ketua Laboratorium Biologi

Ilham Zulfahmi, M.Si

*Lampiran 4***Dokumentasi Kegiatan**

Isolasi bakteri *Escherichia coli* dari Mata Ie



Uji Konfirmasi dengan Media *Brilliance E. coli/coliform Selective Agar*



Uji Pewarnaan Gram



Uji IMViC (*Indol, Methyl Red, Voges Proskauer, Citrat*)



Uji Resistensi terhadap Antibiotik



Lampiran 5

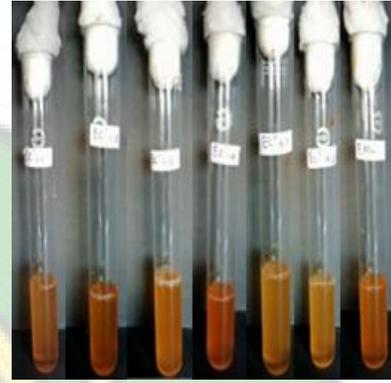
Gambar perubahan warna yang terjadi pada setiap tahapan pengujian

IMViC

Pengujian Indol



Pengujian Methyl red



Pengujian Voges Proskauer



Pengujian Sitrat

AR-RANIRY