

**Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*)
Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi
*Escherichia coli***

SKRIPSI

oleh :
Shinta Nur Octavia
(200602110128)



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*)
Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi
*Escherichia coli***

HALAMAN SAMPUL

SKRIPSI

**oleh :
Shinta Nur Octavia
(200602110128)**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2025**

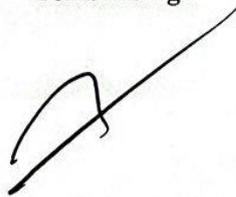
**Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*)
Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi
*Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh:
SHINTA NUR OCTAVIA
NIM. 200602110128

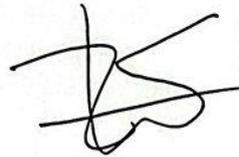
telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 16 Juni 2025

Pembimbing I



Kholifah Holil, M.Si
NIP. 19751106 200912 2 002

Pembimbing II



Kivah Aha Putra, M.Pd.I
NIP. 19900425 202321 1 024

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

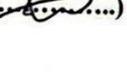
**Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*)
Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi
*Escherichia coli***

SKRIPSI

Oleh:
SHINTA NUR OCTAVIA
NIM. 200602110128

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)

Tanggal: 16 Juni 2025

Ketua Penguji	: Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si. (.....)	
Anggota Penguji 1	: Fitria Nungky Harjanti, M.Sc (.....)	
Anggota Penguji 2	: Kholifah Holil, M.Si. (.....)	
Anggota Penguji 3	: Kivah Aha Putra, M.Pd.I (.....)	



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Erika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

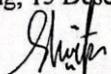
Bismillahirrahmanirrahim

Dengan menyebut nama Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang maha pengasih lagi maha penyayang. Alhamdulillah puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala*, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk skripsi. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini saya persembahkan kepada orang-orang istimewa, kepada pihak-pihak yang telah membantu, memberi motivasi, semangat, serta doa kepada penulis selama penyusunan skripsi ini, yaitu khususnya kepada:

1. Orang tua saya tercinta dan terkasih yaitu; aba H. Nur Hidayat dan ibu Hj. Sri Hidayati, adikku tersayang yaitu; Raihana Nuril Auliya, Muh. Bachtiar Nur Jamal, Nurun Najma Kholidah, Mbah Umik saya satu-satunya yaitu; Hj. Fatimah, om Syamsuddin, bibi Elis Nurasiah, mama Siti Aminatuzzahro, om Honi Bara April Yolanda, beserta keluarga besar yang segenap hati memberikan dukungan penuh, motivasi dan ketulusan do'anya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Kholifah Kholil, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan ilmu yang bermanfaat untuk membimbing penulis dalam mengerjakan skripsi.
3. Bapak Kivah Aha Putra, M.Pd.I selaku dosen pembimbing agama yang telah meluangkan waktu dan ilmunya untuk membimbing penulis mengenai integrasi dan telah memudahkan penulis.
4. Teman-teman yang telah membantu dan membimbing penulis selama penelitian, yaitu; Dinda, Sashi, Aida, Putri, yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama penelitian berlangsung.
5. Teman-teman kontrakan saya yaitu; Lila, Shefira, Riska, Resti, serta teman-teman dekat saya yaitu; Ifiy dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang senantiasa memberikan semangat dan meluangkan waktu untuk menghibur penulis selama penyusunan skripsi.
6. Teman-teman kelas Biologi C yang senantiasa selalu kebersamai setiap prosesnya dan selalu memberikan dukungan serta doa satu sama lain.
7. Seluruh pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan namanya secara personal yang telah memberikan dukungan secara teknis dan moral sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Terakhir, diri saya sendiri, terima kasih karena tidak menyerah dan terus optimis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Malang, 15 Desember 2024


Shinta Nur Octavia

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Shinta Nur Octavia
NIM : 200602110128
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 31 Mei 2025 Yang
membuat pernyataan,

Shinta Nur Octavia
NIM. 200602110128

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”, (Q.S Ash-Sharh
[94]: 5)

HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*

Shinta Nur Octavia, Kholifah Holil, Kivah Aha Putra

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Diare merupakan salah satu penyakit infeksi yang masih menjadi penyebab utama kematian balita di negara berkembang, termasuk Indonesia. Salah satu patogen utama penyebab diare adalah *Escherichia coli*. Salah satu tanaman obat yang dapat dimanfaatkan untuk menyembuhkan diare adalah kunyit dikarenakan memiliki senyawa aktif yang terkandung didalamnya berupa kurkumin, flavonoid, dan saponin yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap jumlah koloni *E. coli* pada feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang telah diinjeksi bakteri tersebut. Metode yang digunakan meliputi pemberian ekstrak kunyit dengan konsentrasi 10%, 20%, 30%, dan 40% secara oral selama tiga hari, dengan pemberian setiap 8 jam. Parameter yang diamati adalah karakteristik feses dan pertumbuhan jumlah koloni bakteri sebelum diberi ekstrak kunyit dan setelah diberi ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kunyit secara signifikan mampu menurunkan jumlah koloni bakteri *E. Coli* pada feses mencit. Uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa semua perlakuan ekstrak kunyit berbeda signifikan dibandingkan kontrol negatif, namun tidak berbeda signifikan dibandingkan kontrol positif (antibiotik ciprofloxacin). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kunyit memiliki efektivitas antibakteri yang setara dengan antibiotik sintetis dalam menghambat pertumbuhan *E. Coli*.

Kata kunci: Kunyit (*Curcuma longa*), *Escherichia coli*, mencit (*Mus musculus*), feses, antibakteri

The Effect of Turmeric Ethanol Extract (*Curcuma longa*) on the Feces of Male Mice (*Mus musculus*) Infected with *Escherichia coli*

Abstract

Diarrhea remains a major infectious disease causing mortality among toddlers in developing countries, including Indonesia. One of the primary pathogens responsible for diarrhea is *Escherichia coli*. Turmeric (*Curcuma longa*), a medicinal plant, can be utilized to treat diarrhea due to its active compounds, namely curcumin, flavonoids, and saponins, which inhibit bacterial growth. This study aims to investigate the effect of turmeric ethanol extract on the number of *E. coli* colonies in the feces of male mice (*Mus musculus*) injected with the bacteria. The method involved administering turmeric extract at concentrations of 10%, 20%, 30%, and 40% orally for three days, with doses given every 8 hours. The observed parameters included fecal characteristics and the number of bacterial colonies before and after the administration of the turmeric extract. The results showed that turmeric extract significantly reduced the number of *E. coli* colonies in the mice feces. ANOVA analysis indicated a significance value of 0.000 ($p < 0,05$),, suggesting significant differences among treatments. Duncan post-hoc test revealed that all turmeric extract treatments were significantly different from the negative control but not significantly different from the positive control (ciprofloxacin antibiotic). This indicates that turmeric extract has antibacterial efficacy comparable to synthetic antibiotics in inhibiting *E. coli* growth.

Keywords: Diarrhea, Turmeric (*Curcuma longa*), *Escherichia coli*, mice (*Mus musculus*), feces, antibacterial

تأثير مستخلص الإيثانول من الكركم (*Curcuma longa*) على براز ذكور الفئران (*Mus musculus*) المصابة ببكتيريا الإشريكية القولونية

الملخص

الإسهال من الأمراض المعدية التي لا تزال تُعد من الأسباب الرئيسية لوفيات الأطفال سن الخامسة في الدول النامية، من أهم مسببات الإسهال. ومن النباتات الطبية التي يُمكن الاستفادة منها في ومنها إندونيسيا. ويُعد الإشريكية القولونية علاج الإسهال الكركم، وذلك لما يحتوي عليه من مركبات فعالة، مثل الكركمين، والفلافونويد، والصابونين، التي تؤدي *(Curcuma longa)* يهدف هذا البحث إلى معرفة تأثير مستخلص الإيثانول لنبات الكركم. دوراً في تثبيط نمو البكتيريا تشمل التي تم حقتها بهذه البكتيريا (*Mus musculus*) في براز ذكور الفئران *E. coli* على عدد مستعمرات بكتيريا طريق الفم لمدة ثلاثة أيام، و ٤٠٪ عن الطريقة المستخدمة إعطاء مستخلص الكركم بتركيزات ١٠٪، ٢٠٪، ٣٠٪، ملاحظة خصائص البراز ونمو عدد المستعمرات البكتيرية قبل وبعد إعطاء جرعة تُعطى كل ثماني ساعات. وقد تمت أظهرت نتائج البحث أن مستخلص الكركم ينجح بشكل ملحوظ في تقليل عدد المستخلص وجود دلالة إحصائية بقيمة ٠,٠٠٠ إلى ANOVA في براز الفئران. وأشارت اختبارات *E. coli* مستعمرات بكتيريا بين المعالجات. كما أظهر اختبار دافن أن جميع المعالجات بمستخلص، مما يدل على وجود فروق معنوية ($p < ٠,٠٥$) الضابطة الإيجابية اختلافاً معنوياً عن المجموعة الضابطة السلبية، ولكنها لا تختلف معنوياً عن المجموعة الكركم تختلف وهذا يدل على أن لمستخلص الكركم فعالية مُضادة للبكتيريا تُعادل فعالية المضادات. المضاد الحيوي سبيزوفلو كساسين *E. coli* الحيوية الاصطناعية في تثبيط نمو بكتيريا

، الإشريكية القولونية، الفئران (*Curcuma longa*) الكلمات المفتاحية: الكركم ، البراز، مضاد للبكتيريا، الإسهال (*Mus musculus*)

KATA PENGANTAR

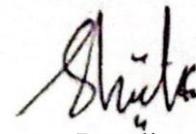
Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat karunia, rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*”.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan dan doanya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Kholifah Holil, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Kivah Aha Putra, M.Pd.I selaku Dosen Pembimbing Agama yang telah membimbing integrasi sains dan agama dalam penyusunan skripsi ini.
6. Orang tua yang senantiasa memberikan doa, nasihat dan dukungan.
7. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung.

Penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk evaluasi kedepannya. Demikian, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan pendengar sekalian.

Malang, 10 Mei 2025



Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
Tabel	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Hipotesis Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Batasan Masalah	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Diare	10
2.2 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	13
2.3 Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	19
2.4 Mencit (<i>Mus musculus</i>)	24
2.5 Ekstraksi	28
BAB III	30
METODE PENELITIAN	30
3.1 Waktu dan Tempat	30
3.2 Alat dan Bahan.....	30
3.2.1 Alat	30
3.2.2 Bahan.....	30
3.3 Rancangan Penelitian	31
3.4 Prosedur Penelitian.....	31
3.4.1 Uji Skrining Fitokimia.....	32
3.4.2 Preparasi dan Ekstraksi Sampel.....	32
3.4.3 Preparasi Biakan Bakteri <i>Escherichia coli</i>	33
3.4.4 Persiapan Hewan Uji	34
3.4.5 Perlakuan Terhadap Hewan Uji.....	35
3.4.6 Uji ALT (Angka Lempeng Total) pada Feses Mencit.....	37
3.5 Analisis Data	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Tanaman Kunyit (<i>Curcuma longa</i>)	39
4.2 Analisis Feses Mencit Pra-Injeksi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	43
4.3 Pengamatan Karakteristik Feses Mencit (<i>Mus musculus</i>) Setelah Diinjeksi Bakteri <i>Escherichia coli</i>	45
4.4 Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (<i>Curcuma longa</i>) Terhadap Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i> Pada Feses Mencit Jantan (<i>Mus musculus</i>)	49
BAB V	59
PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59

5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
DAFTAR LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel	
Tabel 4.1 Hasil Ekstrak Etanol 96% Kunyit (<i>Curcuma longa</i>).....	39
Tabel 4.2 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Tanaman Kunyit (<i>Curcuma longa</i>).....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Feses Mencit Pra-Injeksi Bakteri <i>Escherichia coli</i> ...	44
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Karakteristik Feses Mencit (<i>Mus musculus</i>) Setelah Diinjeksi bakteri <i>Escherichia coli</i>	46
Tabel 4.5 Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (<i>Curcuma longa</i>) Terhadap Jumlah Koloni Bakteri <i>Escherichia coli</i> Pada Feses Mencit Jantan (<i>Mus musculus</i>).....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	
Gambar 2.1 Struktur bakteri <i>E. coli</i> (Basavaraju & Gunashree, 2022).....	14
Gambar 2.2 <i>E. coli</i> dengan pili dan flagella (Li A, 2009).....	14
Gambar 2.3 Tanaman Kunyit (Fahry & Carolia, 2019).....	20
Gambar 3.1. Pengenceran bertingkat (Sumber: Alves <i>et al.</i> , 2016).....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit diare adalah termasuk golongan penyakit yang sudah sebagian besar sering di alami oleh masyarakat Indonesia dengan waktu yang sudah cukup lama hingga akhir-akhir ini. Kasus penyakit diare terakhir kali sudah menduduki urutan nomor dua setelah penyakit infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) yang dapat menjadi penyebab utama juga pada kematian balita. Data Kemenkes pada tahun 2018 menunjukkan bahwa terjadinya kematian pada balita sebagian besar disebabkan oleh penyakit diare ini yang mencapai angka sebesar 25,2% (Sitinjak *et al.*, 2023). Gejala umum pada penyakit diare ini meliputi, seringnya mengeluarkan cairan dalam jumlah yang banyak pada frekuensi lebih dari 3 kali dalam rentan waktu 24 jam (Alina *et al.*, 2017). Semua golongan usia mampu menjadi resiko penderita penyakit diare yaitu mulai dari bayi hingga orang dewasa. Diare tergolong penyakit yang diidentik dengan lingkungan yang kurang bersih serta telah terjadi di hampir seluruh daerah geografis di dunia yang menjadi sebab morbiditas dan mortalitas pada usia anak-anak khususnya masyarakat yang memiliki penghasilan tergolong rendah dan penghasilan yang tergolong menengah (Iqbal *et al.*, 2020).

Enam juta jiwa telah melayang pada usia anak-anak pertahunnya di seluruh penjuru dunia dikarenakan karena penyakit diare ini, secara umum terjadi di negara berkembang. Menurut World Health Organization (WHO), penyakit diare juga termasuk salah satu menjadi sebab utama terjadinya kematian Balita di negara berkembang. Angka kematian akibat diare ini pada usia anak tiap tahunnya

diperkirakan mencapai 2,5 milyar. Secara global, 1,6 juta balita yang menderita penyakit diare terjadi dalam jangka waktu yang cukup intens di masyarakat Indonesia sejak dari dulu (Sitinjak *et al.*, 2023). Secara global, penyakit ini menyebabkan 1,6 juta balita meninggal setiap tahun. Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 100.000 balita meninggal setiap tahun akibat diare, dengan 273 balita meninggal setiap hari, sebanding dengan 11 jiwa meninggal setiap jam atau 1 jiwa setiap 5,5 menit karena diare (Halim *et al.*, 2017).

Diare akut disebabkan oleh infeksi oleh kuman. Bakteri seperti *Escherichia coli*, *Shigella* sp., *Salmonella* sp., virus, dan amuba juga dapat menyebabkan diare karena racun bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Clostridium welchii*. Diare kronis biasanya disebabkan oleh masalah saluran pencernaan (Meliana *et al.*, 2020). Infeksi bakteri *Escherichia coli* juga sering menyebabkan gejala diare pada hewan (Dewandaru, 2019). Bakteri ini dapat menjadi patogen apabila terlalu banyak di saluran cerna atau berpindah dari tempat tinggal biasanya ke tempat lain di dalam tubuh. Infeksi traktus gastrointestinal, terutama diare, infeksi pada saluran kemih dan empedu adalah beberapa infeksi penting yang dapat disebabkan oleh *Escherichia coli* (Klau *et al.*, 2021).

Bakteri *E. Coli* biasanya ada di tubuh manusia dan hewan berdarah panas, terutama di saluran pencernaan. Namun, jika jumlah bakteri meningkat di saluran pencernaan atau jika bakteri berada di luar usus, itu bisa menjadi patogen. *E. Coli* adalah bakteri jenis gram negatif yang berbentuk batang pendek (*coccobasil*) dan memiliki kemampuan untuk bergerak dengan flagella. Diare merupakan penyakit saluran pencernaan yang disebabkan oleh *E. coli* yang ditemukan pada makanan

dan minuman, yang menunjukkan sanitasi yang buruk dan menunjukkan kontaminasi tinja manusia pada air (Hutasoit, 2020).

Diare sekarang dapat diobati dengan metode modern dan tradisional. Antibiotik oral yang mudah ditemukan di pasar biasanya digunakan dalam pengobatan modern. Namun, metode ini seringkali mahal dan dapat menyebabkan efek samping. Selain itu, resistensi bakteri *Escherichia coli* terhadap beberapa antibiotik konvensional, seperti golongan aminoglikosida dan sefalosporin generasi ketiga, telah ditunjukkan. Pengobatan tradisional, di sisi lain, menggunakan tanaman herbal yang mudah diperoleh dan lebih murah. Dibandingkan dengan obat-obatan modern, pengobatan ini juga dianggap memiliki risiko efek samping yang lebih rendah. Kunyit adalah salah satu tanaman yang paling sering digunakan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai penyakit sejak lama. Memiliki senyawa aktif seperti fenol, saponin, dan flavonoid, rimpang kunyit memiliki kemampuan untuk mengurangi jumlah bakteri *Escherichia coli* (Fadhilah *et al.*, 2019). Oleh karena itu mengenai tanaman obat telah dijelaskan di dalam Al-Quran, surat Asy-syu'ara' ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya: “Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami telah menumbuhkan di sana segala jenis (tanaman) yang tumbuh baik?.”

Ayat 7 surat Asy-syu'ara' menunjukkan keesaan Allah swt. Karena banyaknya tumbuhan yang bermanfaat dan beragam dalam jenis rasa dan warna, keadaannya tetap. Menurut tafsir al-misbah oleh M. Quraish Shihab (2002) Lafal (أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ) Ayat ini mengajak manusia untuk melihat ke luar batas

kemampuan mereka untuk melihat sampai mencakup seluruh Bumi, dengan semua jenis tumbuhan dan tanahnya, dan semua keajaiban yang ada di dalamnya. Ini tidak mungkin terjadi secara mandiri; pasti ada Yang Maha Esa lagi Maha Kuasa yang menciptakannya. Sebaliknya, hujan yang Dia turunkan menghidupkan tanah yang gersang. Ini juga menunjukkan kuasa-Nya untuk menghidupkan yang mati, seperti halnya orang yang telah meninggal dan tertanam di tanah. Allah memiliki kekuatan untuk menghidupkan mereka kembali, mirip dengan menghidupkan pepohonan di tanah yang mati. Kata (زَوْج) zauj berarti pasangan. Karena tumbuhan muncul di celah-celah tanah yang tersebar di bumi, pasangan yang dimaksud dalam ayat ini adalah pasangan tumbuh-tumbuhan, yang berarti bahwa tumbuh-tumbuhan juga memiliki pasangan untuk berkembang dan berkembang. Karena itu, ayat di atas dimulai dengan pertanyaan apakah mereka tidak melihat, yang menimbulkan keheranan bagi mereka yang tidak melihat bukti yang sangat jelas itu. Hal ini dipertegas lagi oleh tafsir Kementerian Agama RI (2005) yang menjelaskan bahwa Ayat ini merupakan teguran dan peringatan dari Allah SWT kepada mereka yang menolak wahyu dan tanda-tanda kekuasaan-Nya. Dia mengajak mereka untuk mempertimbangkan bukti kekuasaan-Nya di bumi, terutama dalam hal berbagai tanaman yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Hal ini menunjukkan betapa besar dan sayangnya Allah kepada makhluk-Nya, dan mendorong orang untuk menggunakan ciptaan-Nya dengan hati-hati.

Ayat-ayat di atas menunjukkan bahwa Allah SWT menumbuhkan berbagai macam tanaman yang baik dan berpasang-pasangan yang memiliki banyak manfaat bagi kita. Salah satunya adalah tanaman obat. Kunyit adalah salah satu tumbuhan

yang diciptakan Tuhan sebagai obat. Kunyit membantu melawan bakteri, termasuk *Escherichia coli*, yang menyebabkan diare.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa tanaman tersebut efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Yulianti (2016) mengemukakan bahwa kunyit memiliki sifat antibakteri yang melawan bakteri gram positif dan gram negatif. Senyawa aktif kunyit, minyak atsiri dan kurkuminoid, memungkinkannya melawan bakteri. Gugus fungsi hidroksil dan karbonil, turunan fenol, ditemukan dalam minyak atsiri. Turunan fenol ini akan berinteraksi dengan dinding sel bakteri dan kemudian terabsorpsi dan masuk ke dalam sel bakteri. Hal ini menyebabkan presipitasi dan denaturasi protein, yang menyebabkan membran sel bakteri menjadi lisis. Selain itu, aktivitas antibakteri curcumin dalam kunyit dapat membantu menghentikan proliferasi sel bakteri. Berdasarkan penelitian Sayuti & Rusita (2022) kandungan curcumin dan polysakarida kunyit membantu sistem kekebalan tubuh. Efektivitasnya telah ditunjukkan dalam berbagai uji *invivo*. Pada tikus, kurkumin dapat meningkatkan respon imun humoral primer dan titer antibodi humoral sekunder. Flavonoid, alkaloid, dan tanin adalah zat aktif kunyit lain yang dapat berfungsi sebagai antibakteri. Alkaloid melakukan tindakan antibakteri dengan menghentikan pembentukan asam nukleat, terutama dengan menghentikan fungsi enzim dihydrosulfate reductase dan topoisomerase I. Selain itu, senyawa flavonoid melakukan tindakan antibakteri dengan mengganggu proses sintesis protein, DNA, dan RNA, serta merusak struktur dan fungsi membran plasma bakteri. Pada saat yang sama, saponin melakukan tindakan mereka dengan menghancurkan dinding sel bakteri, menyebabkan lisis. Tanin menghentikan

mikroorganisme berkembang dengan mengendapkan protein yang dibutuhkan mikroba. Hal ini merupakan proses menghentikan metabolisme protein (Fitriyani *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil sejumlah penelitian sebelumnya, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh ekstrak etanol dari kunyit (*Curcuma longa*) terhadap kondisi feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang terinfeksi *E. coli* merupakan salah satu bakteri patogen yang umum menjadi penyebab infeksi saluran cerna, termasuk diare. Salah satu pendekatan alternatif dalam penanggulangan infeksi tersebut adalah melalui pemanfaatan tanaman obat. Penggunaan bahan alami diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap obat kimia yang berpotensi menimbulkan resistensi bakteri, memerlukan biaya yang tinggi, dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Namun demikian, pemanfaatan bahan alami dalam pengobatan masih relatif terbatas. Tanaman kunyit memiliki sejumlah keunggulan, antara lain mengandung senyawa aktif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri, mudah diperoleh, berbiaya rendah, serta memiliki risiko pencemaran lingkungan yang minimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap kondisi feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*. Diharapkan pada penelitian kali ini memberikan hasil informasi yang relevan terkait efektivitas penggunaan ekstrak kunyit untuk agen antibakteri alami pada hewan percobaan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil uji fitokimia ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) dalam mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*?
2. Bagaimana karakteristik feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*?
3. Bagaimana pengaruh ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap jumlah koloni bakteri *Escherichia coli* pada feses mencit jantan (*Mus musculus*), serta pada dosis berapa ekstrak tersebut menunjukkan efektivitas paling tinggi dalam menurunkan jumlah koloni bakteri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder aktif yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*.
2. Untuk mengetahui karakteristik feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*.
3. Untuk mengetahui pengaruh ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap jumlah koloni *Escherichia coli* pada feses mencit jantan (*Mus musculus*), serta dosis yang paling efektif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ho : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan pemberian ekstrak etanol kunyit

(*Curcuma longa*) terhadap feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*.

HI : Terdapat pengaruh yang signifikan pemberian etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang kandungan senyawa metabolit sekunder aktif yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli*.
2. Memberikan informasi tentang karakteristik feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) terhadap feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli*. Serta dosis yang paling efektif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah mencit jantan (*Mus musculus*) yang diperoleh dari penyedia hewan uji coba (Malang murine farm).
2. Ekstrak yang digunakan adalah kunyit (*Curcuma longa*) yang berasal dari organ rimpang yang masih segar. Warna kulit rimpang coklat kemerahan atau kuning tua, sedangkan warna daging rimpang orange tua atau kuning.
3. Ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) yang digunakan adalah Kontrol (+) yang diberikan antibiotik ciprofloxacin, Kontrol (-) yang hanya diberikan aquades,

K10%: Kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 0,05 gram /1 ml;

K20%: Kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 0,1 gram/1 ml;

K30%: Kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 0,15 mg/1 ml;

K40%: Kelompok perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 0,2 mg/1 ml.

4. Parameter yang diamati adalah karakteristik feses mencit, jumlah koloni *Escherichia coli* dalam feses mencit sebelum dan sesudah pemberian ekstrak kunyit (*Curcuma longa*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diare

Diare merupakan gangguan pada sistem pencernaan yang ditandai oleh meningkatnya frekuensi buang air besar, yaitu tiga kali atau lebih dalam satu hari, yang disertai dengan perubahan konsistensi feses menjadi lebih cair. Febriawan (2020) menyebutkan bahwa Kondisi ini mencerminkan aktivitas defekasi yang tidak normal, ditandai dengan keluarnya tinja yang lebih encer dari biasanya dan dalam jumlah yang meningkat dalam kurun waktu 24 jam. Hutasoit (2020) menambahkan bahwa diare adalah penyakit menular yang menyebabkan kehilangan cairan tubuh atau dehidrasi, dengan gejala berupa feses yang lembek hingga cair disertai muntah, yang dapat menyebabkan kematian jika tidak diobati segera.

Penyakit ini menjadi salah satu penyebab utama kematian balita. Data dari World Health Organization (2019) menunjukkan bahwa sekitar 1,7 miliar kasus diare terjadi setiap tahun di seluruh dunia, dengan 760.000 kematian akibat diare pada anak-anak di bawah lima tahun. Anak-anak di negara berkembang, khususnya yang berusia di bawah tiga tahun, diperkirakan mengalami diare tiga kali setahun. Hal ini menunjukkan bahwa balita adalah yang paling rentan (Fitrah *et al.*, 2024). Menurut laporan profil kesehatan indonesia jumlah kasus diare yang tercatat pada tahun 2019 adalah 2.449. Jumlah kasus tertinggi ditemukan pada kelompok balita, dengan 7,0%. Balita usia 6 hingga 11 bulan memiliki proporsi kasus tertinggi

sebesar 21,65%, diikuti oleh balita usia 12 hingga 17 bulan sebesar 14,43%, dan balita usia 24 hingga 29 bulan sebesar 12,37%. Selain itu, kelompok orang dewasa berusia 75 tahun ke atas memiliki proporsi kasus tertinggi sebesar 7,2% (Apriani *et al.*, 2022).

Indonesia sendiri menempati peringkat ke-12 dari 15 negara di Asia Tenggara dalam hal angka kematian balita akibat diare, dengan jumlah kematian mencapai sekitar 8.600 jiwa. Bersama dengan pneumonia, malaria, campak, dan gangguan gizi, diare merupakan salah satu penyakit yang paling sering ditangani melalui pendekatan Manajemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) karena kontribusinya yang signifikan terhadap angka kematian balita (Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Secara umum, diare dibagi menjadi dua kategori: diare akut yang berlangsung kurang dari 14 hari dan diare kronis yang berlangsung lebih dari dua minggu. Diare dapat disebabkan oleh berbagai sumber, termasuk infeksi oleh bakteri, virus, dan parasit, serta faktor non-infeksi seperti alergi makanan, gizi buruk, dan konsumsi makanan atau minuman yang tercemar. Faktor risiko lainnya termasuk kebiasaan hidup yang tidak sehat, akses air bersih yang terbatas, sanitasi yang buruk, dan kurangnya kesadaran masyarakat tentang kebersihan. Menurut Kemenkes RI 2020, diare balita di Indonesia pada tahun 2010 dengan presentase 1.74%, tahun 2011 dengan presentase 1.40%, tahun 2012 dengan presentase 1.54%, tahun 2013 dengan presentase 1.11%, tahun 2014 dengan presentase 1.14%, tahun 2015 dengan presentase 2.47%, tahun 2016 dengan presentase 3.03%, tahun 2017 dengan presentase 1.97%, tahun 2018 dengan

presentase 1.14%, tahun 2019 dengan presentase 2.47% , tahun 2020 dengan presentase 4,00%. Berdasarkan presentase diatas, ditemukan data tertinggi bayi mengalami diare pada tahun 2020 sedangkan data terendah pada tahun 2013. Hal ini menunjukkan bahwa penyakit diare meningkat pada setiap tahun.

Penyebab utama diare umumnya adalah mikroba seperti *Escherichia coli*, *Shigella*, *Rotavirus*, *Entamoeba histolytica*, *Salmonella sp*, *Yersinia sp*, *Vibrio choerae*, *Vibrio para hemolyticus* dan juga dapat disebabkan oleh makanan yang terkontaminasi, alergi dan malnutrisi (Hutasoit, 2020). Ciri-ciri penyakit diare menurut Hutasoit (2020) selain mengeluarkan feses dengan konsistensi lembek dan tiga kali atau lebih banyak dalam satu hari. Diare juga dapat menyebabkan demam, sakit perut, penurunan nafsu makan, kelelahan, dan penurunan berat badan. Diare juga dapat menyebabkan kehilangan cairan dan elektrolit secara tiba-tiba, yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi, termasuk kehilangan cairan tubuh, kerusakan organ, hingga koma.

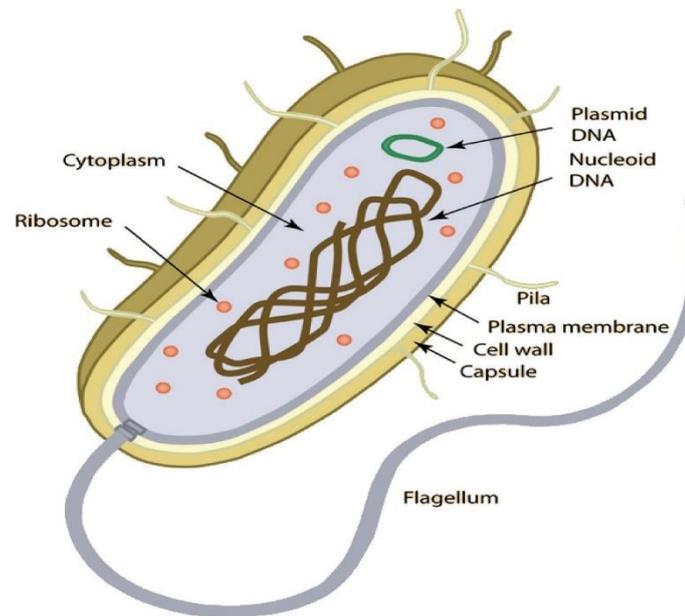
Berbagai metode imunisasi umum dan khusus dapat digunakan untuk mencegah diare. Cara umum termasuk meningkatkan kebersihan dan sanitasi, karena meningkatkan kebersihan dan sanitasi dapat mengurangi jumlah kasus diare. menggunakan air bersih yang telah direbus, mencuci tangan setiap kali buang air besar, dan setelah bekerja (Hidayatullah *et al.*, 2021).

Salah satu cara untuk mengatasi diare adalah dengan menggunakan tanaman obat sebagai alternatif alami. Kunyit merupakan tanaman yang bermanfaat sebagai anti bakteri, anti virus, antiplasmodial, antopksidan, antiinflamasi, anti alergi, antikanker, dan immunomodulator, yang berarti meningkatkan sistem kekebalan

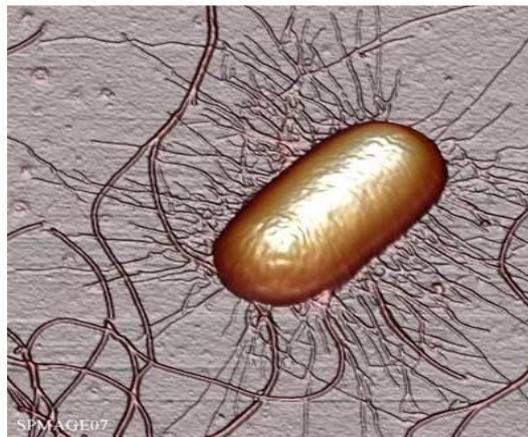
tubuh. Kunyit adalah tanaman obat yang bisa menyembuhkan diare (Novriansyah *et al.*, 2022).

2.2 Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* adalah mikroba gram negatif yang secara alami berada pada saluran pencernaan, feses hewan, dan manusia (Juniarthati, 2011). Menurut Arrizqiyani dan Nurlina (2016) yang mengatakan bahwa bakteri ini mempunyai ciri-ciri yaitu berwarna hijau metalik, bentuk bulat, elevasi cembung, dan pinggiran bulat utuh. Ciri-ciri lainnya menurut Hendrayati, (2012) yang mengatakan bahwa *Escherichia coli* adalah batang pendek (coccobasil) dengan ukuran 0,4 hingga 0,7 μm x 1,4 μm . Tidak memiliki nukleus, tidak memiliki organel tertutup membran atau sitoskeleton, memiliki pili, filamen tipis yang digunakan untuk menangkap substrat tertentu, dan flagella, filamen tipis dan panjang yang digunakan untuk berenang. Bakteri ini dapat berkembang secara aerob atau anaerob, dan suhu optimalnya adalah 37°C. Struktur bakteri *Escherichia coli* dengan organel eksternalnya, pili dan flagella, dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.1 Struktur bakteri *E. coli* (Basavaraju & Gunashree, 2022)



Gambar 2.2 *E. coli* dengan pili dan flagella (Li A, 2009)

E. coli biasanya digunakan sebagai indikator dalam analisis air. Bakteri tersebut bisa tercemar dari tanah, udara, manusia, dan vektor, seperti lalat, yang merupakan vektor mekanis untuk berbagai penyakit. Bakteri *Escherichia coli*, flora biasa di dalam usus manusia, dapat menyebabkan penyakit jika masuk ke

organ atau jaringan lain. Infeksi saluran kemih, penyakit diare, sepsis, dan meningitis adalah beberapa contohnya (Arrizqiyani & Nurlina, 2016).

Keberadaan *E. coli* sebagai flora normal maupun penyebab patogen berbagai penyakit telah dijelaskan di dalam al-Qur'an surat al-Baqarah ayat 26.

Berikut ini al-Qur'an al-Baqarah ayat 26 yang dimaksud:

إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا ۗ فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ
 أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا ۗ يُضِلُّ بِهِ
 كَثِيرًا ۖ وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا ۗ وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ ۙ ٢٦

Artinya; “*Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka, tetapi mereka yang kafir mengatakan: "Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?". Dengan perumpamaan itu banyak orang yang disesatkan Allah, dan dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik*”.

Dalam tafsir al-misbah, Menurut M. Quraish Shihab (2002), Allah mencontohkan nyamuk dengan kata (بَعُوضَةً) ba‘udhah. Dalam tafsir al-Jaldlain, kata (بَعُوضَةً) ba‘udhah berarti satu-satunya bentuk dari kata (بعوض) ba‘udh, yang artinya kutu kecil. Dengan kata lain, Allah mungkin menafsirkan kata (بَعُوضَةً) ba‘udhah sebagai nyamuk atau makhluk yang lebih kecil daripada nyamuk. Dalam ayat 26 al-Baqarah, perumpamaan yang dimaksudkan oleh Allah baik yang besar seperti nyamuk maupun yang lebih rendah daripadanya, diperkuat oleh lafal (فَمَا فَوْقَهَا) yang berarti lebih rendah darinya. Perumpamaan ini bertujuan untuk menguji dan menunjukkan bagaimana manusia merespons petunjuk Allah. Orang-orang yang memiliki iman akan memahami perumpamaan ini dan menerimanya sebagai kebenaran dari Tuhan mereka. Seseorang dapat mencapai tingkat iman dengan

memperoleh pengetahuan. Hal ini juga sesuai dengan tafsir yang diberikan oleh Kementerian Agama RI pada tahun 2005, yang menyatakan bahwa ayat ini dimaksudkan untuk menanggapi kritik orang-orang kafir terhadap Al-Qur'an yang menggunakan perumpamaan makhluk kecil seperti nyamuk. Karena perumpamaan itu memiliki hikmah yang dalam dan tujuan yang jelas, yaitu untuk mengajarkan dan menguji siapa yang beriman dan siapa yang ingkar, Allah menjelaskan bahwa Dia tidak merasa malu atau segan memberikan perumpamaan dengan makhluk sekecil apa pun, bahkan yang dianggap remeh oleh manusia. Karena makna ini, kita dapat memahami bahwa Allah juga dapat membuat makhluk kecil seperti bakteri sebagai bukti kekuasaan-Nya.

Oleh karena itu, ayat 26 surah al-Baqarah di atas mengajarkan kita untuk beriman dan mempercayai ciptaan Allah, salah satunya berkaitan dengan bakteri yang lebih kecil daripada nyamuk. Salah satu bakteri yang lebih kecil daripada nyamuk adalah *Escherichia coli*. Bakteri ini dapat menyebabkan banyak penyakit, salah satunya adalah diare. Untuk itu, mempelajarinya sangat penting dan bermanfaat untuk mengetahui bagaimana Allah menciptakan dunia. Penelitian dapat membantu kita memahami peran *E.coli* sebagai flora normal atau patogen yang menyebabkan penyakit tertentu.

Escherichia coli pada umumnya merupakan bakteri yang tidak berbahaya dan secara alami hidup di saluran pencernaan manusia. Namun, ketika *E. coli* yang semula tidak bersifat patogen memperoleh gen virulensi dari mikroorganisme lain melalui mekanisme transfer gen seperti transformasi, konjugasi, atau transduksi oleh bakteriofag, bakteri ini dapat berubah menjadi patogen. Jenis penyakit yang

disebabkan oleh *E. coli* patogen sangat bergantung pada tingkat virulensi dan cara bakteri tersebut menginfeksi inangnya (Bollyn *et al.*, 2023).

Patogenisitas sendiri adalah kemampuan suatu mikroorganisme untuk menyebabkan penyakit. *E. coli* akan menjadi penyebab penyakit jika mampu memasuki tubuh inang, beradaptasi dengan lingkungan tubuh, bertahan hidup, serta menghindari atau melemahkan sistem kekebalan tubuh. Proses infeksi ini melibatkan beberapa tahapan, seperti kolonisasi pada permukaan mukosa usus, replikasi bakteri, kerusakan sel epitel usus, penetrasi ke dalam jaringan usus, penyebaran melalui aliran darah, hingga menempel pada organ target dan menimbulkan kerusakan organ. Umumnya, strain *E. coli* patogen hanya menyerang bagian luar sel inang, namun Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) merupakan jenis patogen intraseluler yang mampu menyerang dan berkembang biak di dalam sel mukosa usus maupun makrofag (Rahayu *et al.*, 2018).

Escherichia coli diklasifikasikan menjadi enam tipe utama berdasarkan patogenisitasnya, yaitu enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), enteropathogenic *E. coli* (EPEC), enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC), enteroinvasive *E. coli* (EIEC), enteroaggregative *E. coli* (EAEC), dan diffusely adherent *E. coli* (DAEC). Masing-masing tipe patogen ini dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, yang umumnya terbagi dalam tiga kategori infeksi pada manusia: infeksi saluran pencernaan seperti diare, infeksi saluran kemih, dan meningitis pada bayi baru lahir.

Jenis diarrheagenic *E. coli*, seperti ETEC, EHEC, dan EIEC, sering menjadi penyebab diare akut dan berat yang berhubungan dengan konsumsi makanan yang terkontaminasi. Sementara itu, EPEC, EAEC, dan DAEC biasanya dikaitkan

dengan kasus diare yang bersifat ringan hingga kronis. Di luar saluran pencernaan, infeksi saluran kemih biasanya disebabkan oleh uropathogenic *E. coli* (UPEC), sedangkan kasus meningitis neonatal berkaitan dengan neonatal meningitis *E. coli* (NMEC). Kedua jenis infeksi ini termasuk dalam kelompok extraintestinal pathogenic *E. coli* (ExPEC), karena menyerang organ di luar sistem pencernaan (Rahayu *et al.*, 2018).

Kemampuan bakteri ini untuk berinteraksi dengan sel epitel usus dan menghasilkan berbagai faktor virulensi adalah salah satu dari banyak mekanisme yang bertanggung jawab atas kemampuan bakteri ini untuk menyebabkan diare. Strain *E. Coli* patogenik seperti enterotoksigenik (ETEC), enteropatogenik (EPEC), dan enterohemoragik (EHEC) menghasilkan toksin atau melekat pada mukosa usus sehingga mengganggu fungsi normal saluran pencernaan. Pada ETEC, bakteri menghasilkan enterotoksin yang merangsang sel epitel usus untuk melepaskan ion natrium dan klorida ke dalam usus, yang menyebabkan diare cair. Selain itu, *E. coli* dapat mengganggu keseimbangan mikrobiota normal usus, yang disebut sebagai disbiosis, yang menyebabkan peradangan ringan dan peningkatan permeabilitas usus. Hal ini mengganggu proses absorpsi dan sekresi cairan, yang menyebabkan perubahan tekstur dan warna feses yang khas dari diare. Dalam beberapa kasus, *E. coli* jenis nonpatogen juga dapat menyebabkan inflamasi lokal pada saluran pencernaan, yang menyebabkan diare (Rahayu, 2018).

Dalam rangka mengatasi gangguan pencernaan dan peradangan yang disebabkan oleh infeksi maupun ketidakseimbangan mikrobiota usus (disbiosis), pemanfaatan bahan alami seperti kunyit (*Curcuma longa*) semakin mendapat

perhatian. Kunyit mengandung senyawa bioaktif, terutama kurkumin, yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi dan antibakteri. Oleh karena itu, kunyit berpotensi digunakan sebagai agen terapeutik untuk mengurangi peradangan dan memulihkan keseimbangan mikroorganisme usus (Hewlings, 2017).

2.3 Kunyit (*Curcuma domestica*)

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) termasuk salah satu suku tanaman temu-temuan (Zingiberaceae). Tanaman kunyit tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki intensitas cahaya tinggi atau sedang. Pada dataran dengan ketinggian 2000 m dari permukaan laut (dpl) masih memungkinkan kunyit untuk tumbuh. Curah hujan yang cocok antara 2000-4000 mm per tahun dengan suhu udara sekitar 19-20 °C. Kunyit (*Curcuma domestica* Vahl.) merupakan tanaman obat asli dari Asia Tenggara dan telah dikembangkan secara luas di Asia Selatan, Cina Selatan, Taiwan, Filipina dan tumbuh dengan baik di Indonesia (Kusbiantoro & Purwaningrum, 2018). Taksonomi tanaman kunyit menurut Kusbiantoro & Purwaningrum (2018) dikelompokkan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Class : Monocotyledonae

Ordo : Zingiberales

Family : Zingiberaceae

Genus : *Curcuma*

Species : *Curcuma domestica* Val



Gambar 2.3 Tanaman Kunyit (Fahry & Carolia, 2019)

Tanaman ini tumbuh secara tegak dengan ketinggian mencapai 1,0 hingga 1,5 meter, dan memiliki batang semu yang terbentuk dari pelepah-pelepah daun yang saling melilit. Daunnya berbentuk runcing dan permukaannya licin, dengan ukuran panjang sekitar 30 cm dan lebar sekitar 8 cm. Bunga muncul dari bagian batang semu dengan panjang berkisar antara 10 hingga 15 cm. Warna bunga umumnya putih atau putih dengan garis hijau, dan pada beberapa kasus bagian ujung bunga berwarna merah jambu. Bagian utama dari tanaman ini adalah rimpangnya yang tumbuh di dalam tanah. Rimpang tersebut berkembang secara menjalar, memiliki aroma khas yang bersifat aromatik, rasa sedikit pahit dan pedas, serta meninggalkan sensasi tebal di mulut setelah beberapa saat. Potongan rimpangnya cenderung ringan dan rapuh, dengan warna yang bervariasi mulai dari kuning jingga, kuning jingga kemerahan, hingga kuning jingga kecokelatan (Kusbiantoro & Purwaningrum, 2018).

Kunyit (*Curcuma longa*) secara luas dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, pewarna alami, serta bahan obat tradisional. Tanaman ini banyak dibudidayakan karena memiliki berbagai khasiat pengobatan, antara lain untuk melancarkan peredaran darah dan energi vital, meluruhkan haid, memperbaiki fungsi empedu,

serta membantu pengobatan diabetes, rematik, batuk, maag, diare, hipertensi, dan peradangan. Selain itu, kunyit diketahui memiliki aktivitas imunomodulator, antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, dan antikanker (Choirunnisa, 2023).

Secara fitokimia, rimpang kunyit mengandung senyawa utama berupa minyak atsiri dan kurkuminoid. Kelompok kurkuminoid terdiri dari kurkumin sebagai komponen utama yang berperan meningkatkan jumlah leukosit karena kemampuannya bertindak sebagai antigen terhadap patogen. Selain kurkumin, senyawa lain dalam kelompok ini meliputi desmetoksikurkumin (sekitar 10%) dan bisdesmetoksikurkumin (1–5%). Komponen minyak atsiri dalam rimpang kunyit meliputi keton seskuiterpen, turmeron dan tumeon (60%), zingiberen (25%), felandren, sabinen, borneol, dan sineol. Rimpang kunyit juga mengandung berbagai zat gizi lainnya, seperti lemak (1–3%), karbohidrat (3%), protein (30%), pati (8%), vitamin C (45–55%), serta mineral seperti zat besi, fosfor, dan kalsium (Kusbiantoro & Purwaningrum, 2018).

Suprihatin *et al.* (2020) melaporkan bahwa kandungan kurkuminoid dalam rimpang kunyit berkisar antara 3–15%, dengan komposisi kurkumin sebesar 71,5%, demetoksikurkumin 19,4%, dan bisdemetoksikurkumin 9,1%. Rimpang kunyit juga mengandung senyawa fenilpropena dan berbagai komponen fenolik lainnya seperti terpenoid (monoterpen, seskuiterpen, diterpen, triterpen), alkaloid, steroid, dan asam lemak. Prasetyo *et al.* (2012) menambahkan bahwa senyawa aktif dalam rimpang kunyit meliputi zat warna kurkuminoid, minyak atsiri, protein, fosfor, kalium, zat besi, dan vitamin C. Dari ketiga komponen kurkuminoid tersebut, kurkumin merupakan senyawa dominan dan sering dijadikan dasar perhitungan

kadar total kurkuminoid. Oleh karena itu, dalam berbagai studi fitokimia maupun farmakologi, perhatian utama umumnya difokuskan pada kurkumin sebagai senyawa bioaktif utama dalam rimpang kunyit.

Kurkumin [1,7-bis-(4'-hidroksi-3'-metoksifenil) hepta-1,6-diena-3,5-dion] merupakan senyawa polifenol berwarna kuning yang menjadi komponen utama dan khas dari rimpang kunyit (*Curcuma longa*). Senyawa ini dikenal memiliki berbagai aktivitas farmakologis, antara lain sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antivirus, antijamur, antitumor, antispasmodik, serta pelindung hati (hepatoprotektif) (Prasetyo *et al.*, 2012). Kandungan kurkuminoid, termasuk kurkumin, sering dijadikan indikator kualitas dan nilai ekonomis kunyit; semakin tinggi kadarnya, semakin tinggi pula nilai jualnya.

Kurkumin terbukti efektif melawan berbagai jenis bakteri gram positif maupun gram negatif, seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Selain sifat antimikrobanya, kurkuminoid juga menunjukkan potensi sebagai agen hepatoprotektif, kardioprotektif, antifungal, serta antioksidan. Aktivitas antioksidan ini meliputi perlindungan terhadap eritrosit dari stres oksidatif melalui peningkatan kadar glutathione dan aktivasi enzim-enzim antioksidan. Lebih lanjut, kurkumin juga berkontribusi dalam peningkatan kadar hemoglobin dan hematokrit, serta berpotensi dalam pengurangan gejala anemia. Beberapa studi *in vivo*, *in vitro*, dan uji klinis di Tiongkok dan Amerika Serikat juga menunjukkan bahwa kurkumin memiliki prospek sebagai agen terapeutik untuk penyakit Alzheimer. Aktivitas lainnya termasuk penghambatan peroksidasi lipid dan kemampuan sebagai pembersih spesies oksigen reaktif (ROS) maupun

nitrogen reaktif (RNS), serta perlindungan terhadap DNA dari kerusakan akibat radikal bebas dan perlindungan sel hati dari toksin (Suprihatin *et al.*, 2020).

Selain kurkuminoid, kunyit juga mengandung flavonoid dalam jumlah lebih sedikit. Beberapa flavonoid yang teridentifikasi antara lain quercetin, kaempferol, dan apigenin. Quercetin memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang kuat, sementara kaempferol diketahui bersifat antioksidan, antikanker, dan neuroprotektif. Apigenin berperan sebagai agen antiinflamasi, antikanker, dan anxiolitik. Flavonoid adalah untuk mengurangi stres oksidatif dalam tubuh, yang berkontribusi terhadap pencegahan penuaan dan penyakit degeneratif. Sebagai agen antiinflamasi, flavonoid seperti quercetin dan kaempferol mampu menghambat aktivitas enzim. Flavonoid juga menunjukkan aktivitas antimikroba dengan mekanisme yang melibatkan kerusakan dinding masuknya cairan ke dalam sel, dan akhirnya lisis atau pecahnya sel bakteri (Kumara *et al.*, 2019).

Beberapa mekanisme senyawa aktif ekstrak kunyit dalam menghambat pertumbuhan koloni bakteri *E. coli* menurut Sivanesan, *et al.* (2017) antara lain:

- **Menghambat Sintesis Protein:** Kurkumin dalam kunyit dapat berinteraksi dengan ribosom bakteri, sehingga menghambat proses translasi dan sintesis protein. Protein merupakan komponen penting bagi pertumbuhan dan replikasi bakteri. Tanpa sintesis protein yang efektif, bakteri tidak dapat berkembang biak. Mekanisme ini juga diperkuat oleh keberadaan alkaloid, yang diketahui dapat mengikat ribosom dan menghambat translasi secara langsung. Kombinasi kurkumin dan alkaloid menyebabkan gangguan lebih besar dalam produksi protein bakteri, memperkuat efek antibakterinya.

- **Menghambat Enzim-enzim Penting:** Kurkumin dapat menghambat enzim seperti DNA gyrase dan topoisomerase IV yang penting dalam replikasi DNA bakteri. Dengan terganggunya proses replikasi, bakteri tidak dapat memperbanyak diri. Senyawa alkaloid juga berperan dalam mengganggu jalur enzimatik, terutama yang berkaitan dengan biosintesis dinding sel dan metabolisme energi. Efek ganda dari kurkumin dan alkaloid menyebabkan penurunan kemampuan bakteri dalam mempertahankan vitalitasnya.
- **Modulasi Sistem Imun:** Selain bersifat antibakteri langsung, kurkumin juga memiliki kemampuan imunomodulator. Ia dapat meningkatkan aktivitas sel-sel imun seperti makrofag dan limfosit T, sehingga memperkuat respons imun tubuh terhadap infeksi. Peran ini semakin ditingkatkan oleh flavonoid dan saponin, yang juga dikenal sebagai imunomodulator alami. Flavonoid meningkatkan aktivitas antioksidan dan mengurangi stres oksidatif akibat infeksi, sementara saponin dapat menstimulasi respon imun adaptif dan bawaan.

2.4 Mencit (*Mus musculus*)

Mencit merupakan hewan laboratorium yang berukuran tubuh serta berat badan lebih kecil dibandingkan dengan tikus. Beberapa strain yang sering digunakan dalam penelitian meliputi *Mus musculus domesticus*, *M. m. musculus*, dan *M. m. molossinus*, termasuk berbagai turunan dari masing-masing substrainnya. Mencit telah menjadi salah satu hewan model yang paling banyak dimanfaatkan dalam penelitian biomedis, dengan persentase penggunaan yang diperkirakan mencapai 40 hingga 80 persen. Popularitas mencit sebagai hewan uji disebabkan

oleh sejumlah keunggulan biologis dan praktis, antara lain siklus hidup yang relatif pendek, kemampuan menghasilkan keturunan dalam jumlah banyak, variasi sifat genetik yang luas, serta kemudahan dalam pemeliharaan dan penanganannya di lingkungan laboratorium. Di samping itu, mencit juga dikenal sebagai hewan omnivora yang secara alami sehat, memiliki daya adaptasi tinggi, mudah berkembang biak, bertubuh kecil, serta bersifat jinak, sehingga ideal digunakan dalam berbagai jenis percobaan (Rejeki *et al.*, 2018). Guneberg (1943) dalam Rejeki *et al.*, (2018) mengklasifikasikan sistem orde mencit sebagai berikut:

Kingdom : animalia

Filum : chordata

Kelas : mamalia

Ordo : rodentia

Famili : murinane

Genus : mus

Spesies : *Mus musculus*

Morfologi mencit mencakup bagian kepala, leher, badan, dan ekor. Umumnya, mencit memiliki rambut berwarna putih hingga keabu-abuan, dengan bagian ventral (perut) yang tampak lebih terang. Mencit termasuk dalam kelompok hewan nokturnal karena aktivitasnya lebih dominan pada malam hari. Umur hidup mencit berkisar antara 1 hingga 2 tahun, namun dalam kondisi tertentu dapat mencapai usia hingga 3 tahun. Mencit betina umumnya memasuki masa reproduksi pada usia sekitar 8 minggu dan dapat dikawinkan saat memasuki fase estrus. Siklus estrus pada mencit berlangsung selama 4–5 hari, dengan masa kehamilan atau

bunting sekitar 19–21 hari. Berat badan mencit bervariasi tergantung jenis kelamin, di mana mencit jantan dewasa memiliki berat antara 20–40 gram, sedangkan mencit betina berkisar antara 25–40 gram (Rejeki *et al.*, 2018).

Sama halnya dengan tikus, mencit juga memiliki nilai-nilai fisiologi normal, tetapi tidak sepenuhnya sama dengan nilai fisiologi pada tikus. Berikut adalah nilai-nilai fisiologi normal pada mencit:

1. Suhu tubuh 95–102,5°F
2. Denyut jantung 320–840 bpm
3. Respirasi 84–280
4. Berat lahir 2–4 gram
5. Berat dewasa 20–40 gram (jantan) 25–45 gram (betina)
6. Masa hidup 1–2 tahun
7. Maturitas seksual 28–49 hari
8. Target suhu lingkungan 68–79°F (17,78–26,11°C)
9. Target kelembapan lingkungan 30–70%
10. Gestasi 19–21 hari
11. Minum 6–7 ml/hari (Rejeki *et al.*, 2018).
12. Pemeliharaan mencit serupa dengan pemeliharaan tikus, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain fasilitas bangunan, kandang, kondisi lingkungan, pemberian pakan dan minuman, serta alas tidur (bedding).

Suhu lingkungan yang ideal untuk mencit berkisar antara 18–26°C; suhu di atas rentang ini dapat menyebabkan stres pada mencit dan meningkatkan risiko dehidrasi. Kelembapan relatif yang sesuai berada pada kisaran 40–70%.

Ketidaksesuaian suhu dan kelembapan dapat menimbulkan stres pada hewan uji, yang pada gilirannya dapat memengaruhi hasil penelitian. Kandang juga berperan penting dalam kenyamanan mencit, dengan jenis material yang umum digunakan adalah wadah plastik berbentuk persegi empat yang dilengkapi penutup dari kawat ayam. Ukuran kandang bervariasi, namun harus memperhatikan kebutuhan ruang gerak mencit berdasarkan bobot dan luas kandang (Mutiarahmi *et al.*, 2021).

Pemberian pakan harus diperhatikan agar teksturnya tidak terlalu lembut yang dapat menyebabkan maloklusi, maupun terlalu keras sehingga sulit dikunyah. Pakan sebaiknya segar dan tidak disimpan lebih dari enam bulan, serta disimpan di tempat yang sejuk dan kering. Sama halnya dengan tikus, mencit memerlukan masa karantina, stabilisasi, dan aklimasi untuk menjamin hasil penelitian yang optimal. Kegagalan dalam proses ini dapat menyebabkan variasi signifikan dalam hasil statistik dan mengurangi akurasi data (Rejeki *et al.*, 2018).

Mencit banyak digunakan dalam penelitian *in vivo* di berbagai bidang biomedis seperti imunologi, onkologi, fisiologi, patologi, toksikologi, farmakologi, neurosains, dan hematologi. Selain itu, mencit juga digunakan dalam studi penyakit darah, hematopoiesis, uji obat dan terapi baru, serta respon imun, karena kemiripan fisiologis dan genetiknya dengan manusia. Oleh karena itu, sebelum diaplikasikan pada manusia atau primata lainnya, berbagai percobaan praklinik pada hewan model seperti mencit (*Mus musculus*) dan tikus (*Rattus norvegicus*) dilakukan terlebih dahulu (Fitria dan Sarto, 2014).

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan dan isolasi senyawa aktif dari bahan alami, seperti tumbuhan, untuk keperluan penelitian. Senyawa yang dihasilkan dari proses ekstraksi dapat memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk aktivitas hematologis seperti efek antiinflamasi, antioksidan, antikoagulan, dan lain-lain. Salah satu metode ekstraksi yang paling sering digunakan adalah metode maserasi. Maserasi dilakukan dengan cara mencampurkan serbuk bahan tanaman dengan pelarut yang sesuai ke dalam wadah yang tidak reaktif, kemudian wadah tersebut ditutup rapat dan dibiarkan pada suhu kamar. Meskipun metode ini mudah diterapkan, terdapat beberapa kelemahan, antara lain proses yang memerlukan waktu cukup lama, penggunaan pelarut yang relatif banyak, serta kemungkinan hilangnya sebagian senyawa aktif selama proses berlangsung. Selain itu, beberapa senyawa tertentu juga sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun demikian, keunggulan metode maserasi adalah kemampuannya dalam melindungi senyawa-senyawa termolabil agar tidak rusak akibat suhu tinggi selama ekstraksi (Badaring *et al.*, 2020).

Pemilihan pelarut menjadi faktor krusial dalam ekstraksi senyawa aktif, terutama dalam kasus kunyit yang mengandung senyawa polar seperti kurkuminoid. Etanol merupakan pelarut yang banyak digunakan karena sifat polaritasnya yang dapat melarutkan senyawa polar seperti kurkumin dengan baik, serta relatif aman untuk aplikasi pangan dan obat-obatan (Suharsanti *et al.*, 2020). Etanol 96% sering dipilih karena bersifat universal, mampu melarutkan senyawa polar, semi-polar, dan non-polar, dengan kandungan air yang rendah sehingga

mempercepat proses penguapan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada ekstrak. Prosedur ekstraksi kunyit yang umum dilakukan meliputi penimbangan serbuk simplisia kunyit sebanyak 200 gram, kemudian ditambahkan 2 liter etanol 96% ke dalam erlenmeyer yang kemudian ditutup menggunakan plastik hitam untuk menghindari paparan cahaya. Proses perendaman dilakukan selama tiga hari dengan pengadukan berkala. Setelah itu, larutan disaring menggunakan kain kasa dan ekstrak yang dihasilkan diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga memperoleh ekstrak kental. Tahap selanjutnya adalah uji screening fitokimia, yang bertujuan untuk mengidentifikasi metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak tanaman tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2024 dengan bertempat di Laboratorium Organik Kimia Program Studi Kimia untuk proses ekstraksi dan Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi untuk uji adanya bakteri *Escherichia coli* di feses mencit dan uji aktivitas antibakteri.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik, saringan, spatula, toples ukuran 2 liter, gelas kimia, gelas ukur, botol Erlenmeyer, pengaduk kaca, aluminium foil, kasa, corong, *vacuum*, *rotary evaporator*, blender, pisau, pipet tetes, mikropipet, Syringe (Suntik) 1 mL dan 3 mL, sonde mencit, plastik wrap, autoklaf, batang pengaduk, cawan petri, hot plate, jarum ose, kertas label, kertas saring, jangka sorong, swab kapas, bunsen, timbangan analitik, lemari pendingin, pinset, tabung reaksi, rak tabung reaksi, laminar air flow, hotplate, *vortex* (Barnstead/Thermolyne), *Laminar Air Flow* (LAF) ESCO AHC-4AJ, inkubator (Mettler UNB 400) dan *colony counter* (Stuart SC6 Funkegerber), termometer, wadah, plastik, kompor, kamera, jas lab, spidol atau pulpen.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ekstrak kunyit (*Curcuma longa*), mencit (*Mus musculus*), pakan mencit, air minum, etanol 96

%, aquades, alkohol 70%, spirtus, kultur bakteri *Escherichia coli*, media Nutrient Agar (Merck), media Eosin Methylene Blue Agar (EMBA), NaCl fisiologis, aquadest, Standar McFarland (0.5 untuk standarisasi suspensi bakteri), pereaksi mayer, pereaksi dragondroff, larutan HCl, gelatin 1%, KOH 5%, FeCl₃ 1%, pereaksi Liberman Bucard, alkohol 70%, dan serbuk Mg, antibiotik ciprofloxacin, tissu, kertas label.

3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *experimental laboratory* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kunyit terhadap karakteristik feses dan jumlah pertumbuhan koloni *E.coli* pada feses mencit jantan (*Mus musculus*) yang diinfeksi *Escherichia coli* menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari lima perlakuan dan lima kali ulangan. Beberapa perlakuan tersebut adalah perlakuan yang hanya diberi akuades (K-), diberi antibiotik ciprofloxacin (K+), diberi ekstrak kunyit 10 mg/100 g bb (P1), diberi ekstrak kunyit 20 mg/100 g bb (P2), diberi ekstrak kunyit 30 mg/100 g bb (P3), dan diberi ekstrak kunyit 40 mg/100 g bb (P4).

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian tentang “Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*” terdiri dari beberapa tahap diantaranya adalah: uji skrinning fitokimia, preparasi dan ekstraksi sampel, preparasi biakan bakteri *Escherichia coli*, persiapan hewan uji, perlakuan terhadap hewan uji, Uji ALT (Angka Lempeng Total) pada feses mencit, dan analisis data.

3.4.1 Uji Skrinning Fitokimia

1. Uji Analisis Alkoloid

Ambil sampel uji beberapa tetes kedalam tabung reaksi. Sampel ditambahkan 2 tetes pereaksi dreagendroff . amati perubahannya selama 30 menit, hasil yang dinyatakan positif akan terbentuk larutan berwarna jingga (Wahidah, *et al.*, 2017).

2. Uji Flavonoid

Ambil sampel uji beberapa tetes kedalam tabung reaksi. Sampel ditambahkan dengan 2 mg serbuk Mg dan 3 tetes HCl pekat. Kocok sampel dan amati hingga terbentuk perubahan. Dapat dinyatakan positif jika larutan berwarna merah, kuning hingga jingga (Wahidah, *et al.*, 2017).

3. Uji Tanin

Ambil 1 mL sampel masukan kedalam tabung reaksi. Tambahkan beberapa tetes larutan FeCl₃ 1%. Amati perubahannya dan dinyatakan positif adanya senyawa tannin akan terbentuknya larutan berwarna biru tua atau hitam kehijauan (Wahidah, *et al.*, 2017).

4. Uji Saponin

Ambil sampel uji beberapa tetes kedalam tabung reaksi. Tambahkan air panas kedalam sampel uji pada tabung reaksi. Kocok selama 10 detik, dinyatakan positif adanya senyawa saponin dapat terbentuknya busa selama 30 menit (Wahidah, *et al.*, 2017).

3.4.2 Preparasi dan Ekstraksi Sampel

Rimpang kunyit (*Curcuma longa*) yang digunakan dalam penelitian ini

diperoleh dari Materia Medica, Kota Batu. Sebanyak 3 kg rimpang kunyit dikupas, kemudian dipotong melintang tipis dan dikeringanginkan selama tiga hari. Setelah itu, dilakukan proses pengeringan lanjutan menggunakan oven pada suhu 45 °C selama tiga hari. Rimpang kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk, dan diperoleh sebanyak 500 gram serbuk kunyit kering. Serbuk tersebut dimasukkan ke dalam wadah maserasi dan direndam dengan pelarut etanol 96% sebanyak ± 2 liter, hingga seluruh simplisia terendam. Setelah pengadukan, volume pelarut ditambahkan kembali hingga 2 cm di atas permukaan simplisia. Wadah maserasi ditutup rapat dan disimpan selama 48 jam di tempat yang terlindung dari cahaya matahari langsung. Setelah proses maserasi selesai, campuran disaring menggunakan kertas saring dan corong untuk memisahkan filtrat. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 70 °C hingga seluruh pelarut etanol menguap dan tidak ada tetesan etanol yang tersisa, sehingga diperoleh ekstrak kunyit pekat (Muzuni *et al.*, 2022).

3.4.3 Preparasi Biakan Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya Malang. Bakteri ditumbuhkan dalam media Nutrient Agar (NA), untuk kemudian digunakan dalam tahap berikutnya. Jumlah bakteri ditentukan dengan cara membandingkan isolat bakteri yang ditumbuhkan dengan kekeruhan yang dibuat berdasarkan metode Mc.Farland. Penentuan jumlah bakteri berdasarkan metode Mc. Farland menurut Handayani & Rusmita (2017) kemudian dibandingkan dengan standar kekeruhan Mc. Farland, jika 0.5 ml suspensi biakan kekeruhannya sama dengan

standart Mc. Farland maka setara dengan jumlah koloni 1×10^8 CFU. Sementara jika suspensi yang terbentuk kurang keruh maka harus menambahkan koloni, sedangkan jika terlalu keruh maka harus ditambahkan larutan NaCl 0,9% steril. Larutan Mc.Farland standar digunakan sebagai referensi untuk menyesuaikan kekeruhan bakteri suspensi.

3.4.4 Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit jantan sehat (*Mus musculus*) sebanyak 25 ekor, berusia 2–3 bulan dengan berat badan berkisar antara 28–35 gram. Sebelum perlakuan, seluruh mencit mengalami masa aklimatisasi selama tujuh hari di kandang percobaan untuk memungkinkan adaptasi terhadap lingkungan baru dan mengurangi stres. Selama periode aklimatisasi, mencit dipelihara dengan pemberian pakan dan minum dua kali sehari. Pengelompokan mencit dilakukan berdasarkan sistem penandaan menggunakan tinta warna pada bagian punggung: ulangan 1 diberi tanda merah, ulangan 2 hijau, ulangan 3 ungu, ulangan 4 hijau, kelompok kontrol positif ditandai dengan kombinasi warna merah dan hitam, sedangkan kelompok kontrol negatif tidak diberi penanda (menggunakan warna alami bulu mencit). Pemeliharaan mencit dilakukan di kandang hewan coba milik Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Kandang telah dibersihkan sebelumnya dan dilengkapi ventilasi yang memadai untuk menjaga sirkulasi udara, dengan suhu ruangan terjaga antara 25–29°C. Setiap kelompok mencit ditempatkan dalam wadah plastik berukuran sedang yang diberi label sesuai kelompok perlakuan dan ditutup dengan kawat sebagai pelindung. Dasar wadah dilapisi dengan serbuk

gergaji kayu yang berfungsi sebagai alas sekaligus menjaga suhu tubuh mencit, dan serbuk tersebut diganti tiga kali dalam seminggu. Pemberian pakan dan minum dilakukan satu kali sehari pada pagi hari pukul 09.00 WIB, dengan takaran pakan sebesar ± 10 gram per ekor (Muzuni *et al.*, 2022).

3.4.5 Perlakuan Terhadap Hewan Uji

Pemberian perlakuan untuk mengetahui “Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*” didasarkan pada prosedur yang dilakukan oleh Septianto *et al.*, (2015) yang melaporkan bahwa dosis yang efektif pemberian ekstrak adalah 40 mg/100 g bb dengan berat badan 30-35 gram mampu meningkatkan nilai total leukosit, menjaga total trombosit dan diferensial leukosit pada nilai normal, sehingga memiliki imun yang cukup bagus untuk menghambat bakteri. Sedangkan dosis lain yang menjadi dasar dalam penelitian ini adalah dosis yang efektif pemberian ekstrak kunyit pada penelitian Pratami (2019) dengan membuat ekstrak meserasi rimpang kunyit (*Curcuma domestica Val.*) yaitu dengan cara 100 gram serbuk rimpang kunyit ditambahkan etanol 96%. Kemudian dimaserasi selama 5 hari dan setiap harinya diaduk. Setelah 5 hari, saring dengan kain flanel yang akan menghasilkan ekstrak cair. Untuk menghasilkan ekstrak kental, ekstrak cair diuapkan sampai bau etanolnya menghilang. Setelah mendapatkan ekstrak kental kemudian disimpan di tempat yang terlindung dari cahaya. Berdasarkan dasar dosis diatas maka dalam penelitian ini digunakan dosis ekstrak kunyit diantaranya adalah dosis 10 mg/100 g bb (P1); perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 20 mg/100 g bb (P2); perlakuan yang diberikan ekstrak kunyit 30 mg/100 g bb (P3); perlakuan

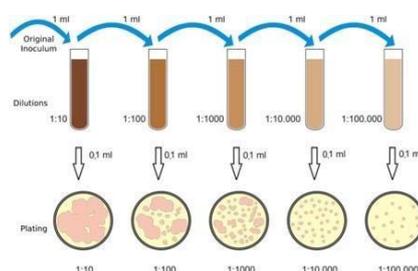
yang diberikan ekstrak kunyit 40 mg/100 g bb (P4).

Sebanyak 25 ekor mencit yang telah dibagi menjadi lima kelompok perlakuan. Setiap perlakuan diinjeksi bakteri *Escherichia coli* dengan penyuntikan diarea peritoneal di bagian bawah perut (sekitar 0,5–1 cm dari garis tengah dan 0,5 cm di bawah umbilikus) dengan sudut 30–45° agar tidak mengenai organ vital. Volume suspensi bakteri yang diinjeksi adalah 0,5 mL per mencit yang telah disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 (Noor *et al.*, 2016). Sebelumnya bakteri diencerkan dengan NaCl Fisiologis 0,9 % hingga konsentrasi suspensi yang dibuat setara dengan larutan Mc. Farland. Mencit diinjeksi bakteri *Escherichia coli* 0,5 per hari selama 7 hari. Hal ini berdasarkan penelitian Dewi *et al.*, (2013) pemberian EPEC selama tujuh hari berturut-turut mampu menyebabkan tikus diare tanpa menyebabkan kematian. Sedangkan perlakuan kontrol (+) mencit diberi diberikan antibiotik Ciprofloxacin yang diberikan mengacu pada penggunaan dosis standar antibiotik Ciprofloxacin pada manusia dewasa yaitu 500 mg. Dibuat dengancara gerus 1 tablet ciprofloxacin sampai menjadi serbuk, kemudian dilarutkan dalam 500 ml aquadest sehingga konsentrasi menjadi 500 mg/500ml atau setara dengan 50 µg/ 50 ml. Dari konsentrasi ini lalu dibuat pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi 5 µg/50 ml dengan cara ambil 1 ml dari konsentrasi 50 µg/50 ml lalu ditambahkan dengan aquadest sebanyak 9 ml untuk mendapatkan volume sebanyak 10 ml. Pemberian ekstrak kunyit dimulai pada hari ke 1 (satu) setelah injeksi bakteri dihentikan. Ekstrak kunyit diberikan melalui metode oral gavage (sonde) menggunakan sonde khusus mencit sebanyak 1 ml. Mencit dipegang dengan hati-hati dalam posisi tegak lurus (vertikal), dan kepala dimiringkan sedikit

ke belakang agar mempermudah masuknya sonde ke esofagus. Ujung sonde yang tumpul dimasukkan perlahan melalui rongga mulut ke arah esofagus hingga mencapai lambung. Ekstrak kunyit diberikan setiap 8 jam selama 72 jam. Selanjutnya mencit yang telah diberi perlakuan diambil fesesnya untuk diuji pengaruh ekstrak kunyit terhadap bakteri pada feses mencit.

3.4.6 Uji ALT (Angka Lempeng Total) pada Feses Mencit

Setelah perlakuan injeksi selama 7 hari, sampel feses sebelum diberi perlakuan ekstrak kunyit dan setelah diberi perlakuan dilakukan uji konfirmasi untuk mendeteksi keberadaan bakteri pada mencit melalui metode Angka Lempeng Total (ALT) secara aseptis dengan pengenceran lima tingkat (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5}). Sampel feses diambil secara aseptis langsung dari rektum mencit dan dimasukkan ke dalam plastik steril. Sebanyak 1 gram feses kemudian dilarutkan dalam 9 ml larutan NaCl 0,9%. Larutan ini selanjutnya dilakukan pengenceran berseri sebanyak lima kali, masing-masing menggunakan 9 ml larutan NaCl 0,9%. Dari tabung pertama, diambil 1 ml dan dipindahkan ke tabung kedua, kemudian dari tabung kedua ke tabung ketiga, dan seterusnya hingga tabung kelima. Dari larutan 10^{-5} selanjutnya ditambah 9 ml larutan NaCl 0,9%. Larutan 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} masing-masing perlakuan dituang sebanyak 1 ml ke media EMB (Eosin Methylene Blue) dan diinkubasi selama 24 jam seperti yang terdapat pada Gambar 3.1. Kemudian setelah 24 jam diamati apakah terdapat pertumbuhan bakteri *E.coli* pada cawan petri. Dan dihitung jumlah pertumbuhan koloninya.



Gambar 3.1. Pengenceran bertingkat (Sumber: Alves *et al.*, 2016).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari skrining fitokimia diolah dengan menggunakan tabel dan dipaparkan secara deskriptif kuantitatif dengan mengamati hasil positif atau negatif senyawa metabolisme sekunder yang diuji.

Data hasil uji pengaruh ekstrak kunyit terhadap feses mencit yang diinjeksi *E.coli* dianalisis menggunakan *software* SPSS dengan terlebih dahulu dilakukan uji normalitas *Shapiro Wilk* dan uji homogenitas *Levene Test*. Apabila hasil uji menunjukkan data terdistribusi secara normal dan homogen maka dilakukan uji parametrik menggunakan uji lanjut *Duncan* untuk mengetahui konsentrasi ekstrak etanol kunyit yang paling berpengaruh untuk menghambat pertumbuhan koloni bakteri *E.coli* pada feses mencit. Selain itu juga dilakukan uji t sampel berpasangan untuk membandingkan jumlah koloni sebelum dan sesudah perlakuan ekstrak kunyit pada masing-masing kelompok.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Tanaman Kunyit (*Curcuma longa*)

Kunyit (*Curcuma longa*) merupakan tanaman herbal yang secara luas dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena mengandung berbagai senyawa aktif seperti kurkumin, flavonoid, alkaloid, dan saponin yang bersifat antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Oleh karena itu dibutuhkan skrining fitokimia tujuannya senyawa yang dimiliki dapat dimanfaatkan lebih lanjut. Pada penelitian ini kunyit yang digunakan hendak diketahui pengaruhnya terhadap jumlah pertumbuhan koloni *Eschericia coli*. Ekstraksi dilakukan melalui metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Metode maserasi dipilih karena mampu mengekstraksi senyawa polar dan semi-polar secara optimal tanpa merusak struktur kimia senyawa aktif. Hasil ekstraksi kunyit ditunjukkan pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Hasil Ekstrak Etanol 96% Kunyit (*Curcuma longa*)

Berat Serbuk (g)	Volume Pelarut (ml)	Berat Ekstrak (g)	Rendeman (%)	Karakteristik Ekstrak		
				Bentuk	Warna	Bau
500	5000	60	12	Padat	Cokelat pekat	Aroma khas kunyit

Berdasarkan tabel 4.1 hasil ekstraksi menggunakan 500 gram serbuk kunyit dengan pelarut etanol 96% sebanyak 5000 ml (rasio 1:10), diperoleh berat ekstrak sebesar 60 gram dengan rendeman 12%. Rendeman sebesar 12% ini menunjukkan

hasil ekstraksi yang sudah termasuk kategori optimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kurniawan (2022) yang menyebutkan bahwa ekstraksi dikatakan optimal apabila memiliki nilai rendeman lebih dari 10%. Rendeman yang tinggi menunjukkan bahwa proses ekstraksi berjalan efektif dalam mengambil senyawa aktif dari serbuk kunyit. Jumlah rendeman yang tinggi mencerminkan kandungan senyawa aktif yang juga tinggi dalam ekstrak tersebut. Selanjutnya, Subaryanti (2020) menambahkan bahwa tingginya rendeman berpengaruh terhadap kadar senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak.

Karakteristik ekstrak yang diperoleh berupa bentuk padat dengan warna coklat dan bau yang pekat serta khas kunyit menunjukkan bahwa proses ekstraksi berhasil mempertahankan ciri khas bahan asal. Bau khas ini biasanya menandakan kehadiran minyak atsiri dan senyawa fenolik yang menjadi komponen aktif dalam kunyit. Hasil penelitian lain, yaitu uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui jenis dan keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kunyit tersebut. Hal ini penting dilakukan agar dapat mendukung digunakannya tanaman kunyit untuk menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* pada feses mencit (Sultana *et al.*, 2019). Berikut tabel 4.2 hasil skrining fitokimia ekstrak kunyit (*Curcuma longa*):

**Tabel 4.2 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Tanaman Kunyit
(*Curcuma longa*)**

Uji Fitokimia	Reagen	Hasil Uji
Alkaloid	Pereaksi <i>Dragendorff</i>	+
Flavonoid	Logam Mg + HCl	+
Saponin	Aquadest	+
Tanin	FeCl ₃	-

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.2 terbukti bahwa ekstrak etanol 96% kunyit (*Curcuma longa*) mengandung beberapa senyawa aktif diantaranya pada penelitian ini yaitu senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut digunakan untuk pengobatan satu diantaranya diuji pengamatannya dalam menghambat pertumbuhan koloni bakteri *E.coli* pada feses mencit. Riset sebelumnya yang dilakukan oleh Gunawan *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa senyawa dalam kunyit yaitu kurkumin, flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai kondisi kesehatan, antara lain efek antibakteri, antijamur, antidiare, antipiretik, dan antitumor.

Senyawa alkaloid digunakan sebagai bahan tambahan yang memiliki peran antioksidan dan antibakteri. Kriteria senyawa alkaloid pada kunyit (*Curcuma longa*) dengan menggunakan pereaksi *Dragendorff* adalah terbentuknya endapan atau kekeruhan berwarna jingga. Pereaksi *Dragendorff* terdiri dari bismut nitrat dan merkuri klorida yang dilarutkan dalam asam nitrat berair. Dalam percobaan, pereaksi ini menghasilkan endapan atau kekeruhan berwarna jingga. Pada pengujian alkaloid dengan pereaksi *Dragendorff*, nitrogen berperan dalam

pembentukan ikatan kovalen koordinasi dengan ion logam K^+ . Secara mekanisme, alkaloid dapat menghambat sintesis peptidoglikan dalam dinding sel bakteri dan mengganggu proses translasi protein dengan berikatan pada ribosom, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kematian bakteri (Firmansyah & La, 2022).

Pada pengujian flavonoid, terbentuknya warna merah menunjukkan hasil positif, yang mengindikasikan bahwa ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) mengandung senyawa flavonoid. Dugaan ini didasarkan pada reaksi senyawa flavonoid dengan logam Mg dan HCl. Flavonoid adalah bagian dari kelompok senyawa fenol yang memiliki banyak gugus $-OH$, sehingga bersifat polar akibat perbedaan keelektronegatifan yang tinggi. Senyawa ini mudah diekstraksi dalam pelarut etanol yang juga polar karena mengandung gugus hidroksil, sehingga memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen. Ekstrak yang mengandung flavonoid akan tampak coklat kemerahan, menunjukkan reaksi reduksi (Goa *et al.*, 2021). Flavonoid pada kunyit memiliki banyak fungsi dalam kesehatan seperti antibakteri, antiinflamasi, antioksidan, dan antidiabetes. Secara mekanisme, flavonoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak membran sel, menghambat sintesis asam nukleat, mengganggu metabolisme energi bakteri seperti ATP, serta menghambat pembentukan biofilm melalui gangguan komunikasi sel (Rahmadani dan Diniariwisan, 2024).

Pada uji saponin, reaksi busa digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan saponin, dan hasil reaksi menunjukkan respons positif pada ekstrak kunyit (*Curcuma longa*). Saponin umumnya berbentuk glikosida, sehingga bersifat polar. Busa yang terbentuk pada uji ini dihasilkan karena glikosida dapat membentuk busa

dalam air dan terhidrolisis menjadi glukosa serta senyawa lain yang menghasilkan buih. Sehingga busa yang dihasilkan oleh saponin tetap stabil bahkan setelah ditambahkan HCl 1N, karena tidak terpengaruh oleh asam (Firmansyah & La, 2022). Mekanisme kerja saponin yang merusak membran sel bakteri tersebut menunjukkan kontribusi penting dalam aktivitas antibakteri, terutama dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* pada saluran cerna mencit. Selain itu, saponin juga berperan sebagai antioksidan, yang bekerja dengan menetralkan radikal bebas dan melindungi struktur sel dari stres oksidatif (Ikrommuslimin *et al.*, 2024). Kemampuan ini memperkuat sinergi antara aktivitas antibakteri dan antioksidan yang dimiliki oleh ekstrak kunyit.

Antioksidan dan antibakteri merupakan dua komponen penting dalam upaya penanggulangan infeksi, termasuk infeksi yang disebabkan oleh *Escherichia coli* di saluran cerna. Dalam penelitian ini, penggunaan ekstrak kunyit bertujuan untuk mengevaluasi potensinya sebagai agen alami yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri maupun antioksidan dalam menekan jumlah koloni *E. coli* pada feses mencit. Dengan demikian, ekstrak kunyit tidak hanya berpotensi sebagai antibakteri alami terhadap *E. coli*, namun juga memberikan manfaat tambahan sebagai antioksidan yang membantu mempercepat pemulihan fungsi normal saluran pencernaan setelah infeksi. Hasil riset sebelumnya yang juga mengidentifikasi senyawa pada kunyit diantaranya adalah: Kumara (2019), Lumbantobing (2022), Mozartha (2019), dan Pratama (2017).

4.2 Analisis Feses Mencit Pra-Injeksi Bakteri *Escherichia coli*

Pengamatan ini merupakan tahap awal sebelum mencit diinjeksi bakteri *E. coli*. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa mencit yang digunakan dalam

penelitian tidak memiliki infeksi atau keberadaan *E. coli* dalam jumlah signifikan di dalam tubuhnya sebelum diinjeksi bakteri secara eksogen. Hal ini penting agar hasil penelitian yang diperoleh benar-benar mencerminkan efek dari perlakuan, dan bukan dipengaruhi oleh infeksi awal yang telah ada. Pemeriksaan ini juga relevan mengingat *E. coli* dapat ditemukan sebagai bagian dari mikrobiota normal usus, sehingga identifikasi awal diperlukan untuk meminimalkan bias akibat infeksi endogen (Nasruddin *et al.*, 2022). Hasil pengamatan feses sebelum diinjeksi bakteri *E. coli* dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Feses Mencit Pra-Injeksi Bakteri *Escherichia coli*

Perlakuan	Jumlah Koloni			
	U1	U2	U3	U4
P1	0	0	0	0
P2	0	0	0	0
P3	0	81	0	0
P4	0	0	0	0
P5	0	0	0	0
P6	0	0	0	0

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh mencit dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya pertumbuhan koloni *Escherichia coli* pada feses sebelum diinjeksi bakteri. Hal ini terlihat dari jumlah koloni nol (0) pada seluruh ulangan (U1–U4) untuk perlakuan 1 sampai 6. Namun, terdapat satu anomali pada kelompok perlakuan 3 (U2) ditemukan adanya 81 koloni *E. coli*. Kejadian ini menunjukkan adanya bakteri *E.*

coli dalam feses mencit sebelum diinjeksi. Adanya koloni *E. coli* sebelum dilakukan perlakuan bisa disebabkan karena *E. coli* merupakan bagian dari mikrobiota normal dalam usus hewan, termasuk mencit. Meskipun tidak semua strain *E. coli* bersifat patogenik, kehadirannya secara alami di saluran pencernaan sangat umum terjadi. Jadi, mencit yang tidak dipelihara dalam kondisi steril atau germ-free kemungkinan memang sudah memiliki populasi *E. coli* di saluran cernanya (Nasruddin *et al.*, 2022).

4.3 Pengamatan Karakteristik Feses Mencit (*Mus musculus*) Setelah Diinjeksi Bakteri *Escherichia coli*

Setelah kondisi awal mencit diketahui tidak menunjukkan infeksi *Escherichia coli* dalam jumlah signifikan, fase berikutnya dalam penelitian difokuskan pada pengamatan gejala-gejala yang muncul pasca infeksi. Salah satu indikator yang diamati adalah kondisi feses mencit, yang dapat mencerminkan adanya gangguan saluran pencernaan akibat keberadaan bakteri patogen. Pengamatan terhadap kondisi feses mencit dilakukan selama tujuh hari berturut-turut setelah dilakukan injeksi bakteri *Escherichia coli*. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk melihat adanya perubahan warna, tekstur, dan jumlah feses sebagai indikator adanya gangguan pencernaan akibat infeksi bakteri. Hasil pengamatan disajikan dalam tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Karakteristik Feses Mencit (*Mus musculus*) Setelah Diinjeksi bakteri *Escherichia coli*

Perlakuan	Hari Pengamatan	Warna Feses	Tekstur Feses	Jumlah Feses (butir/20 menit)
P1	Hari ke 1–4	Hitam	-	3
	Hari ke 5–7	Coklat	--	4
P2	Hari ke 1–4	Hitam	-	5
	Hari ke 5–7	Coklat	--	7
P3	Hari ke 1–4	Hitam	-	5
	Hari ke 5–7	Coklat	---	8
P4	Hari ke 1–4	Hitam	-	5
	Hari ke 5–7	Coklat	---	8
P5	Hari ke 1–4	Hitam	-	3
	Hari ke 5–7	Coklat	---	7
P6	Hari ke 1–4	Hitam	-	5
	Hari ke 5–7	Coklat	--	6

Keterangan:

- : Sedikit lembek

--: Lembek dan berair

---: Sangat lembek dan berair

Pengaruh injeksi bakteri *Escherichia coli* pada mencit dapat dilihat sehari setelah injeksi. Mencit diberi 0,1 ml suspensi bakteri yang mengandung $1,5 \times 10^8$ CFU dengan absorbansi sesuai dengan standar Mc. Farland yaitu sekitar 0,08-0,10 (Rostinawati, *et al.*, 2021). Hasil pengamatan menunjukkan mulai hari pertama setelah injeksi, mencit dengan perlakuan P1, P2, P3, P4, P5 dan P6 feses mulai melembek setiap harinya dan sedikit berair pada hari ke-7 serta warna feses yang berubah menjadi berwarna coklat muda dan lembek. Perubahan warna dan tekstur feses mencit dari hitam dan padat menjadi coklat, lembek, dan berair setelah diinjeksi *Escherichia coli* disebabkan oleh aktivitas bakteri tersebut yang menginfeksi saluran pencernaan. *E. coli* mampu berkolonisasi di usus dan menghasilkan enterotoksin serta lipopolisakarida (LPS) yang merusak mukosa usus, meningkatkan sekresi cairan, dan mengganggu proses penyerapan air serta nutrisi. Selain itu, infeksi *E. coli* memicu respons imun dan pelepasan mediator inflamasi yang menyebabkan peningkatan motilitas usus, sehingga makanan bergerak lebih cepat dan air tidak sempat diserap dengan baik, mengakibatkan feses menjadi lembek dan berair. Sedangkan perubahan warna pada feses setelah infeksi *E. coli* disebabkan oleh gangguan keseimbangan mikrobiota usus yang mengakibatkan peningkatan aktivitas metabolisme protein oleh *E. coli*, sehingga menghasilkan senyawa seperti indol, skatol, dan amonia yang memberi perubahan warna pada feses. (Murray *et al.*, 2021). Secara keseluruhan, perubahan ini merupakan dampak langsung dari keberadaan dan aktivitas patogen *E. coli* yang mengganggu fungsi normal saluran pencernaan mencit. Hal ini ditegaskan kembali oleh Bria *et al.*, (2022) bahwa perubahan pada mencit tersebut diakibatkan oleh adanya bakteri *E.coli* di dalam tubuh mencit. Bakteri ini jika melebihi batas

maksimal pada tubuh dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia diantaranya diare, meningitis, dan sindrom uremik hemolitik (HUS) serta infeksi bakteri ini dapat bersifat fatal dan menyebabkan septisemia, juga keberadaannya dapat meningkatkan keparahan suatu penyakit. Dalam beberapa kasus, infeksi *E. coli* menyebabkan kondisi immunosupresi (penurunan sistem imun), yang mengakibatkan kematian mencit sebelum sempat menerima perlakuan ekstrak kunyit, seperti yang terjadi pada kelompok P1 (U4), P2 (U4), P3 (U4), dan P4 (U3).

Hal ini sejalan dengan temuan Dewi *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa tingginya jumlah koloni *E. coli* dalam feses mencit dapat disebabkan oleh kolonisasi *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC) pada saluran pencernaan. Setelah masuk ke dalam tubuh, bakteri akan menempel pada sel epitel usus, membentuk lokasi infeksi primer, lalu memperbanyak diri dan menyebar melalui aliran darah secara langsung maupun melalui sistem limfatik. Proses ini memungkinkan bakteri menyebar ke berbagai jaringan tubuh yang mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

Proses kolonisasi dan penyebaran *E. coli* EPEC di dalam tubuh mencit yang belum diberi perlakuan ekstrak kunyit menunjukkan bahwa sistem imun inang tidak mampu menahan invasi patogen yang cepat dan sistemik. Bakteri EPEC memiliki kemampuan untuk melekat secara kuat pada permukaan sel epitel usus melalui struktur khusus seperti pili dan fimbriae, yang memfasilitasi proses "attaching and effacing lesions", yaitu perusakan mikrovili dan penempelan langsung bakteri ke membran sel inang. Proses ini tidak hanya mengganggu fungsi absorpsi usus, tetapi juga membuka peluang bagi bakteri untuk masuk ke jaringan submukosa dan kemudian menyebar melalui sistem peredaran darah. Keadaan ini menyebabkan

munculnya gejala sistemik seperti diare, lemas, dan penurunan nafsu makan pada mencit.

Diare akibat infeksi *E. coli* tidak hanya berbahaya bagi hewan, tetapi juga merupakan masalah kesehatan utama pada manusia. Gejala yang umum terjadi meliputi tinja encer, frekuensi buang air besar meningkat, nyeri perut, mual, muntah, hingga diare berdarah yang disebabkan oleh strain patogen seperti *E. coli* O157:H7. Jika tidak ditangani, diare dapat menyebabkan dehidrasi parah, ketidakseimbangan elektrolit, gangguan ginjal, hingga kematian, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia (Croxen *et al.*, 2013). Hal ini sejalan dengan temuan pada penelitian ini, di mana mencit yang tidak diberikan perlakuan (kontrol) menunjukkan gejala klinis berat hingga kematian, kondisi tersebut diakibatkan oleh kegagalan sistem imun dalam mengatasi infeksi. Oleh karena itu, diperlukan agen antimikroba atau imunomodulator untuk membantu menekan pertumbuhan bakteri sekaligus memperkuat sistem pertahanan tubuh (Santos *et al.*, 2012).

4.4 Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli* Pada Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*)

Pada penelitian ini, ekstrak kunyit diberikan kepada mencit yang sebelumnya telah diinjeksi *Escherichia coli* untuk mengamati pengaruhnya terhadap jumlah koloni bakteri pada feses. Pengamatan dilakukan sebelum dan sesudah diberi perlakuan ekstrak kunyit. Sampel feses dilarutkan dan diencerkan secara serial hingga tingkat pengenceran 10^{-5} menggunakan media selektif EMB untuk mengetahui jumlah pertumbuhan koloni bakteri *E.coli* pada feses mencit (Dewi *et al.*, 2013). Hasil penelitian ditunjukkan dalam tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Escherichia coli* Pada Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*)

Perlakuan	ALT (CFU/mL)		Selisih (CFU/mL)	t-hitung
	Sebelum Perlakuan	Setelah Perlakuan		
P6 (Kontrol -)	$5,4 \times 10^2$	$2,67 \times 10^2$	2.73×10^2 ^b	0,433
P5 (Kontrol +)	$5,27 \times 10^2$	$1,27 \times 10^2$	4×10^1 ^a	0,021
P1 (10%)	$1,987 \times 10^3$	$5,4 \times 10^2$	4.47×10^2 ^a	0,20
P2 (20%)	$1,027 \times 10^3$	$3,067 \times 10^2$	7.2×10^1 ^a	0,16
P3 (30%)	$1,027 \times 10^3$	$1,53 \times 10^2$	8.73×10^2 ^a	0,058
P4 (40%)	$1,57 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$	13.87×10^2 ^a	0,009

Tabel 4.5 merupakan hasil pengenceran feses mencit sebelum diberi perlakuan ekstrak kunyit dan setelah diberi perlakuan ekstrak kunyit. Pemberian ekstrak kunyit dilakukan selama 3 hari dan diberikan setiap 8 jam. Sebagaimana yang dilakukan pada penelitian Dewi (2013). Pada penelitian ini tanaman obat yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan *E.coli* adalah kunyit yang mengandung senyawa aktif satu diantaranya kurkumin. Diketahui senyawa tersebut berperan sebagai antibakteri dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri, termasuk *Escherichia coli* dengan cara menghambat sintesis protein dan merusak dinding sel bakteri (Sivanesan *et al.*, 2017). Hal tersebut terbukti pada penelitian ini kunyit dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli*. Terlihat pada lampiran 7 semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, pertumbuhan jumlah koloninya berkurang. Selanjutnya, data jumlah koloni *E. coli* yang diperoleh sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS. Sebelum dilakukan analisis lanjutan, terlebih dahulu dilakukan uji

normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk serta uji homogenitas dengan Levene's Test. Hasil kedua uji tersebut menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dan homogen, yang ditandai dengan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sebagaimana ditunjukkan pada Lampiran 8. Data yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, maka dilanjutkan dengan analisis varians satu arah (ANOVA).

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ($0,000 < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap jumlah koloni *Escherichia coli* pada feses mencit. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak kunyit dalam berbagai dosis memiliki pengaruh nyata terhadap jumlah koloni bakteri. Hasil analisis ANOVA secara lengkap disajikan pada lampiran 9. Selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengidentifikasi secara spesifik kelompok perlakuan mana yang berbeda nyata terhadap jumlah koloni *Escherichia coli* pada feses mencit. Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada lampiran 10. Pada hasil uji duncan diketahui bahwa perlakuan P1 hingga P5 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata satu sama lain, yang ditandai dengan huruf konotasi yang sama, yaitu "a". Dapat dilihat pada tabel 4.5. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa aktif dalam kunyit, seperti kurkumin, telah mencapai efektivitas maksimal pada konsentrasi 10%, sehingga peningkatan konsentrasi tidak lagi menghasilkan efek penurunan yang signifikan secara statistik. Selain itu, mekanisme kerja kurkumin sebagai antibakteri kemungkinan telah optimal dalam menghambat pertumbuhan *E. coli* sejak dosis awal yang diberikan, sehingga variasi dosis selanjutnya tidak menunjukkan perbedaan nyata dalam

aktivitasnya (Fitriyani, 2022). Sementara itu, perlakuan ke-6 (Kontrol negatif) menghasilkan jumlah koloni bakteri paling tinggi dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan ke-6 merupakan perlakuan yang paling tidak efektif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri pada feses mencit. Temuan ini memperkuat bahwa perlakuan ke-6 lah yang menyebabkan hasil ANOVA menjadi signifikan, karena perbedaannya yang sangat mencolok terhadap kelompok lainnya. Perlakuan ke-6 diketahui merupakan perlakuan kontrol negatif tanpa pemberian ekstrak kunyit atau antibiotik, sehingga bakteri dapat berkembang dengan optimal. Sementara itu, perlakuan konsentrasi 10-40% ekstrak kunyit dan perlakuan antibiotik menunjukkan kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri, meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan antar dosisnya.

Selain itu, dilakukan juga uji t sampel berpasangan untuk membandingkan jumlah koloni sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok. Hasil uji t menunjukkan adanya variasi nilai signifikansi antar perlakuan (lihat Tabel 4.5). Beberapa perlakuan, seperti P4 ($p = 0,009$) dan P5 ($p = 0,021$), menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$, yang berarti terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara jumlah koloni sebelum dan sesudah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada P4 dan P5 efektif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri *E. coli* secara signifikan. Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak yang digunakan dalam perlakuan berpotensi menurunkan jumlah koloni bakteri, terutama pada perlakuan tertentu, namun efektivitasnya bervariasi antar perlakuan. Potensi besar yang dimiliki kunyit sebagai agen antibakteri, maka diperlukan eksplorasi lebih lanjut terhadap berbagai jenis tanaman lain yang juga

memiliki kandungan senyawa aktif serupa, guna dikombinasikan dengan ekstrak etanol kunyit untuk memperoleh efek sinergis yang lebih kuat. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam Al-Qur'an surat Thaha ayat 53:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَّكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَزْوَاجًا مِّن تَبَاتٍ شَتَّى ۝٥٣

Artinya: *“(Tuhan) yang telah Menjadikan bumi hamparan bagimu, dan Menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang Menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian Kami Tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan”* (QS. Thaha: 53).

Al-Qur'an surat Thaha ayat 53 diatas menurut tafsir Al-Mishbah (Shihab, 2002) mengandung pengertian bahwa Allah SWT menumbuhkan berbagai jenis tumbuhan yang bermacam-macam yang dapat dimanfaatkan oleh manusia dan hewan untuk keberlangsungan hidupnya. Allah SWT juga menurunkan hujan untuk tumbuh-tumbuhan hidup berkembang. Kemudian kalimat “menjadikan bumi sebagai hamparan” menjelaskan bahwa penciptaan berbagai jenis tumbuhan dengan beraneka warna, bentuk, rasa dan kegunaan menunjukkan keagungan Allah SWT yang begitu besar. Berdasarkan uraian tafsir tersebut, diketahui bahwa Allah SWT sudah menyediakan bermacam-macam tumbuhan dengan segala keunikannya yang dapat manusia eksplorasi untuk diperoleh manfaatnya.

Tafsir dari Kementerian Agama RI (2003) juga menegaskan bahwa ayat tersebut menunjukkan kesempurnaan ciptaan dan rahmat Allah SWT. Allah menciptakan bumi sebagai tempat tinggal yang nyaman dan menurunkan hujan sebagai sumber kehidupan tumbuhan. Keanekaragaman tanaman mencerminkan kebijaksanaan-Nya dan menjadi dorongan bagi manusia untuk memanfaatkannya secara bijak. Penelitian Damayanti (2013)

mencatat berbagai fungsi tanaman, seperti untuk sandang, pangan, obat, energi, dan lainnya. Mempelajari mengenai manfaat dari beraneka macam tanaman yang Allah SWT ciptakan merupakan bentuk rasa syukur kepada Allah SWT. Sebagaimana diperintahkan dalam Al-Qur'an kepada Ulul Albab dalam surah Ali Imran ayat 190-193:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۝ ١٩٠ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۝ ١٩١ رَبَّنَا إِنَّكَ مَن تُدْخِلِ النَّارَ فَقَدْ أَخْرَجْتَهُ ۖ وَمَا لِلظَّالِمِينَ مِن أَنصَارٍ ۝ ١٩٢ رَبَّنَا إِنَّا سَمِعْنَا مُنَادِيًا يُنَادِي لِلإِيمَانِ أَن آمِنُوا بِرَبِّكُمْ فَآمَنَّا رَبَّنَا فَاغْفِرْ لَنَا ذُنُوبَنَا وَكَفِّرْ عَنَّا سَيِّئَاتِنَا وَتَوَقَّنَا مَعَ الْآبِرَارِ ۝ ١٩٣

Artinya: “191. Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, 191. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Maha Suci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka. 192. Ya Tuhan kami, sesungguhnya orang yang Engkau masukkan ke dalam neraka, maka Engkau benar-benar telah menghinakannya dan tidak ada seorang penolong pun bagi orang yang zalim. 193. Ya Tuhan kami, sesungguhnya kami mendengar orang yang menyeru pada keimanan, yaitu ‘Berimanlah kamu kepada Tuhanmu,’ maka kami pun beriman. Ya Tuhan kami, ampunilah dosa-dosa kami, hapuskanlah kesalahan-kesalahan kami, dan wafatkanlah kami beserta orang-orang yang selalu berbuat kebaikan.”

Surah Ali Imran ayat 190-193 diatas menurut tafsir Al-Misbah (2002) menjelaskan bahwa ciptaan langit, bumi, serta pergantian siang dan malam merupakan “tanda” kekuasaan Allah bagi ulul albab (orang berakal) yang menghiasi hidupnya dengan dzikir dan tafakkur (merenung) dalam berbagai

keadaan berdiri, duduk, maupun berbaring. Mereka menyadari bahwa ciptaan ini tidak sia-sia, lalu berdoa memohon perlindungan dari siksa serta bersyukur atas nikmat yang diberikan.

Tafsir Kementerian Agama Republik Indonesia (2011) menjelaskan bahwa orang-orang yang berakal (Ulul Albab) adalah mereka yang senantiasa memikirkan ciptaan Allah, tidak hanya melihatnya secara kasat mata, tetapi juga mengambil pelajaran dan hikmah dari penciptaan alam semesta. Mereka tidak membiarkan kejadian di sekitar mereka berlalu tanpa renungan. Mereka adalah manusia-manusia yang menggunakan akalinya untuk mencari kebenaran dan memahami tanda-tanda kekuasaan Allah.

Allah memerintahkan kepada Ulul Albab (orang-orang yang berakal) untuk selalu merenungi ciptaan-Nya sebagai tanda-tanda kebesaran Allah, termasuk ciptaan-Nya berupa tumbuhan yang memiliki manfaat bagi kesehatan manusia. Dengan meneliti dan memanfaatkan tanaman ciptaan Allah untuk kemaslahatan umat, manusia menunjukkan sikap tafakkur dan tadabbur, serta mengamalkan ilmu pengetahuan sebagai bentuk ibadah. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak hanya bermanfaat dari sisi ilmiah dan kesehatan, tetapi juga memperkuat kesadaran akan pentingnya menggali hikmah dari ciptaan Allah SWT, serta memperkuat integrasi antara ilmu pengetahuan dan nilai-nilai spiritual.

Penelitian ini merupakan upaya kita sebagai ulul albab untuk mengeksplor manfaat dari tanaman yang Allah SWT ciptakan. Diketahui tanaman kunyit memiliki kemampuan sebagai agen antibakteri, khususnya terhadap bakteri *Escherichia coli*. Hasil menunjukkan bahwa penurunan jumlah koloni paling

besar terjadi pada kelompok P4, dengan selisih sebesar $-13,87 \times 10^3$ CFU/mL. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fadhilah (2023) membuktikan bahwa rimpang kunyit menunjukkan hasil signifikan: pada konsentrasi 42,8%, zona hambat terhadap *E. coli* mencapai 25,3 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak rimpang kunyit memiliki potensi kuat sebagai agen antibakteri (Fadhilah, 2023).

Kunyit yang digunakan sebagai agen antibakteri diperlukan optimasi ulang guna memperoleh metode yang paling sesuai untuk penggunaan ekstrak kunyit sebagai agen antibakteri. Terkait pentingnya kesesuaian dalam setiap ciptaan dan ketetapan, Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-Qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ٤٩

Artinya: “Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran” (QS. Al-Qamar: 49).

Menurut tafsir Al-Misbah (Shihab, 2002), Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan ukuran yang sesuai dengan hikmah dibalikinya. Yaitu dalam menciptakan segala sesuatu, Allah SWT telah menetapkan pengaturan dan kadar. Hal ini sesuai juga dengan tafsir Kementrian Agama RI (2005) bahwasannya ayat diatas menyampaikan bahwa segala ciptaan Allah terjadi atas dasar takdir dan ukuran yang telah ditentukan-Nya. Allah Maha Mengetahui dan Maha Mengatur, sehingga tidak ada satu pun ciptaan-Nya yang sia-sia atau tidak memiliki tujuan. Termasuk dalam ciptaan tumbuhan yang memiliki manfaat tertentu bagi manusia, seperti kunyit yang berpotensi sebagai agen antibakteri. Fatkhurohman & Syam (2023) menjelaskan bahwa esensinya Allah SWT sudah menetapkan apa yang terjadi pada semua makhluk, namun manusia tetap harus wajib berusaha karena

ketentuan-Nya diserahkan kepada usaha manusia. Oleh karena itu, meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak tanaman kunyit efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang dikenal sebagai salah satu penyebab utama diare pada manusia, masih diperlukan uji lanjutan guna memperoleh hasil yang lebih optimal. Uji lanjutan ini penting untuk memastikan konsistensi efektivitas ekstrak kunyit serta memahami mekanisme kerja senyawa aktif di dalamnya secara lebih mendalam.

Dengan mempertimbangkan prinsip “segala sesuatu diciptakan menurut ukuran” sebagaimana disebutkan dalam QS. Al-Qamar ayat 49, penting bagi manusia untuk senantiasa menyeimbangkan antara potensi alam dan kebijaksanaan ilmiah dalam menentukan kadar dan metode penggunaan bahan alami, termasuk dalam pemanfaatan ekstrak kunyit sebagai agen antibakteri. Dosis yang terlalu rendah dapat menyebabkan efek antibakteri yang tidak signifikan, sementara dosis yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan efek toksik atau tidak memberikan peningkatan manfaat yang berarti. Oleh karena itu, kelompok P4 dapat dijadikan acuan awal dalam penentuan dosis efektif ekstrak kunyit untuk terapi antibakteri, namun tetap perlu dilakukan uji toksisitas dan pengujian lanjutan untuk memastikan keamanannya dalam penggunaan jangka panjang (Anggraeni & Lestari, 2021).

Kunyit yang dimanfaatkan sebagai tanaman obat mengacu kepada beberapa ulama biologi islam yaitu Ibnu al-Baitar (1197–1248 M) merupakan salah satu tokoh penting dalam studi biologi tumbuhan dan pengobatan herbal. Ia dikenal sebagai ahli botani dan farmakolog terkemuka yang mengklasifikasikan lebih dari 1.400 jenis tanaman obat beserta manfaatnya dalam pengobatan. Karya

terkenalnya Al-Jami' li-Mufradat al-Adwiyah wa al-Aghdhiya menjadi rujukan dalam memahami kekayaan hayati yang diciptakan Allah untuk kemaslahatan manusia. Penelitiannya berangkat dari keyakinan bahwa setiap ciptaan Allah mengandung hikmah dan manfaat yang dapat digali melalui ilmu (Nasr, 2007).

Ulama kontemporer seperti Dr. Zaghoul El-Naggar juga memperkuat integrasi antara sains dan ayat-ayat Al-Qur'an. Ia sering mengaitkan ayat-ayat seperti Surah An-Nahl ayat 10–11 dan Surah Yasin ayat 33–35, yang berbicara tentang hujan, tanah yang subur, dan tumbuhan yang bermacam-macam manfaatnya. Dalam pandangannya, keanekaragaman hayati bukan sekadar fenomena biologis, tetapi juga bukti kasih sayang dan kekuasaan Allah. Pendekatannya menyelaraskan antara hasil observasi ilmiah dan ayat-ayat kauniyah dalam Al-Qur'an sebagai bentuk ibadah intelektual kepada Allah (El-Naggar, 2003).

Dengan menjadikan para tokoh ini sebagai acuan, integrasi ilmu biologi dan Islam menjadi lebih kokoh, khususnya dalam memahami tanaman sebagai ciptaan Allah yang sarat manfaat. Pendekatan ini juga memperkuat kesadaran ekologis dan spiritual mahasiswa, bahwa ilmu biologi bukan hanya soal laboratorium, tetapi juga tentang mengenali dan mensyukuri nikmat Allah di alam semesta.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada penelitian ini ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) mengandung beberapa senyawa aktif diantaranya: alkaloid, flavonoid, dan saponin. Mengenai hal tersebut telah relevan dengan surat asy-syuara' ayat 7 menurut tafsir Al-misbah (2002) bahwa Allah mengingatkan manusia mengenai berbagai tanaman yang baik yang mengandung berbagai senyawa untuk antibakteri.
2. Karakteristik feses terjadi perubahan setelah diinjeksi bakteri *E.coli*. Seperti: warna feses berubah kecoklatan, lembek dan berair. Mengenai hal tersebut telah relevan dengan surat Thaha ayat 53 yang ditafsirkan oleh Al-misbah (2002) bahwa Allah menciptakan tumbuhan untuk dimanfaatkan oleh manusia sebagai obat salah satunya dapat mengurangi pertumbuhan bakteri *E.coli*.
3. Pemberian ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa*) pada mencit berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* di feses mencit. Ekstrak kunyit dan antibiotik terbukti secara signifikan menurunkan jumlah koloni bakteri pada feses mencit dibandingkan dengan kontrol (-) yang hanya diberi aquades. Berdasarkan perhitungan jumlah koloni sebelum dan sesudah diberikan ekstrak kunyit, dosis 40% yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan koloni *E.coli* pada feses mencit. Penyesuaian pemberian ekstrak kunyit dengan dosis tertentu ini berkaitan dengan Surat

Al-Qamar ayat 49 yang ditafsirkan oleh Al misbah (2002) bahwasanya setiap sesuatu harus berdasarkan ukurannya.

5.2 Saran

Berdasarkan data yang didapatkan dalam penelitian ini ada beberapa saran untuk perbaikan pada penelitian lebih lanjut diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Disarankan membandingkan efektivitas seduhan kunyit (misalnya jamu tradisional) dengan ekstrak kunyit untuk melihat perbedaan kemampuan antibakterinya.
2. Perlu dilakukan penimbangan feses mencit untuk mengetahui pengaruh sebelum dan setelah pemberian ekstrak kunyit terhadap karakteristik feses mencit.
3. Perlu dilakukan pengukuran kadar air feses untuk memperjelas efektivitas ekstrak kunyit dalam mengurangi tingkat keenceran feses.
4. Perlu dilakukan uji kandungan kurkumin dan minyak atsiri pada ekstrak kunyit untuk memastikan keberadaan senyawa aktif dan mendukung validitas hasil, serta sebagai dasar standarisasi formulasi fitofarmaka.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, R., Nurmiati, & Agustien, A. (2013). Uji antimikroba *curcuma* spp. terhadap pertumbuhan *candida albicans*, *staphylococcus aureus* dan *escherichia coli*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J Bio UA)*, 2(1), 1-7.
- Aiba, S., Manalu, W., Suprayogi, A., & Maheshwari, H. (2016). Gambaran nilai hematologi tikus putih betina dara pada pemberian tombong kelapa. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 4(2), 74-81.
- Aliviameita, A. & Puspitasari. (2019). Buku Ajar Mata Kuliah Hematologi. Sidoarjo: Umsida Press.
- Alves, G. M., Cruvinel, P. E., Alves, G. M., & Cruvinel, P. E. (2016). Customized Computer Vision and Sensor System for Colony Recognition and Live Bacteria Counting in Agriculture. *Sensors & Transducers*, 201, 65–77.
- Anggraeni, D., & Lestari, W. (2021). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) terhadap *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Kesehatan Global*, 4(1), 35–41.
- Apriliantisyah, W., Haidir, I., Sodiqah, Y., & Said, M. F. M. (2022). Daya hambat ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(10), 694-703.
- Arivo, D., & Dwiningtyas, A. W. (2019). Pola Kepekaan *Escherichia coli* Penyebab Infeksi Saluran Kemih Terhadap Antibiotik. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 2(1), 12-23.
- Aulia, H., Anggoro, B. S., Maretta, G., & Kesuma, A. J. (2018). Pengaruh penambahan berbagai konsentrasi kunyit (*Curcuma longa* L.) terhadap mutu bekasam ikan lele sangkuriang (*Clarias gariiepinus*). *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 9(1), 84-99.
- Azimah, D., Yuswanto, W., Santosa, D., & Setyowati, E. P. (2015). Efek imunomodulator dari kombinasi ekstrak etanol herba sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) dan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) terhadap proliferasi sel limfosit mencit Balb/c secara in vitro. *Traditional Medicine Journal*, 21(3), 157-168.
- Basavaraju, M., & Gunashree, B. S. (2022). *Escherichia coli*: an overview of main characteristics. *Escherichia coli-Old and New Insights*.
- Bimantara, D. R., Hardianto, G., & MS, K. D. Jahe Mengurangi Koloni Uropathogenic

- Escherichia coli* pada Wanita Menopause dengan Infeksi Saluran Kemih Asintomatis. *Majalah Obstetri dan Ginekologi*, 24(1), 1-7.
- Bollyn, Y. M. F., Gultom, R., Luju, M. T., Rinca, K. F., & Achmadi, P. C. (2023). Identifikasi Cemaran *Escherichia coli* pada Daging Babi Segar di Pasar Ruteng, Nusa Tenggara Timur. *Agriekstensi: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*, 22(2), 167-173.
- Carolia, Novita. (2019). Kunyit (*Curcuma domestica* Val) sebagai Terapi arthritis gout. *Majority*, 8(1), 251-255.
- Choirunnisa, J. P. (2023). Apotik Hidup Sebagai Strategi Permakultur Mewujudkan Peningkatan Tanaman Obat Imunomodulator. *Jurnal Agriovet*, 6(1), 217-248.
- Choudhary, N., Sharma, S., & Alam, M. (2020). Antibacterial potential of curcumin against gram-negative bacteria: Mechanism of action and future prospects. *Journal of Applied Microbiology*, 129(2), 273–285.
- Croxen, M. A., et al. (2013). Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(4), 822–880.
- D'hiru. 2013. Live Blood Analysis “Setetes Darah Dapat Mengungkapkan Status Kesehatan Dan Penyakit Yang Mengancam Anda”. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Diana, M. R. (2018). Uji Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Katuk (*Sauropus Androgynus*) Dan Tapak Liman (*Elephantopus Scaber*) Terhadap Histologi Ginjal Dan Hepar Mencit Bunting Terinfeksi *E. Coli*. (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Dicky, A., & Apriliana, E. (2016). Efek pemberian ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) terhadap daya hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *escherichia coli* secara In Vitro. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 1(2), 308-312.
- Dejager, L., Pinheiro, I., Bogaert, P., Huys, L., & Libert, C. (2010). Role for neutrophils in host immune responses and genetic factors that modulate resistance to *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in the inbred mouse strain SPRET/Ei. *Infection and Immunity*, 78(9), 3848–3860.
- Dewi, E., Khairil, K., & Mudatsir, M. (2013). Analisis Potensi Antibakteri Teh Rosela Terhadap Paparan Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) Pada Mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 13(2), 77-85.
- El-Naggar, Z. (2003). *The Geological Concept of Mountains in the Qur'an*. Cairo: Islamic

Book Trust.

- Fadhilah, F. R. (2019). Uji Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Menggunakan Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica Val*). *Jurnal Kesehatan Rajawali*, 9(2).
- Fajrin, J., Pathurahman, P., & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi metode analysis of variance (anova) untuk mengkaji pengaruh penambahan silica fume terhadap sifat fisik dan mekanik mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(1), 11-23.
- Fangidae, M., Saloso, Y., & Soewarlan, C. (2018). Pengaruh pemberian Ekstrak Daun Delima (*Punica granatum L.*) dalam Pengobatan Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus sp.*) Yang Terserang *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Aquatik*, 1(1), 34-42.
- Fitoni, C. N., Asri, M. T., & Hidayat, M. T. (2013). Pengaruh pemanasan filtrat rimpang kunyit (*Curcuma longa*) terhadap pertumbuhan koloni bakteri Coliform secara in vitro. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 2(3), 217–221.
- Fitri, Z. E. (2017). Klasifikasi trombosit pada citra hapusan darah tepi berdasarkan gray level co-occurrence matrix menggunakan backpropagation. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fitria, L., & Sarto, M. (2014). Profil hematologi tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) galur wistar jantan dan betina umur 4, 6, dan 8 minggu. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(2), 94-100.
- Fitriyani, N. L., Widayati, R., Santjaka, A., Ristiawati, R., & Maulana, J. (2022). Uji Daya Hambat Perasan Air Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) sebagai Antibakteri terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan*, 13(3), 615-620.
- Fujiati, F., Irawanto, I., Juliati, S., & Erliyanti, E. (2022). Pemanfaatan Tanaman Herbal sebagai Imunomodulator dalam Rangka Meningkatkan Imunitas bagi Lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Banjbaru. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary*, 7(3).
- Gbinigie OA, Onakpoya IJ, Richards GC, Spencer EA, Koshiaris C, Bobrovitz N, *et al.* (2019). Biomarkers for diagnosing serious bacterial infections in older outpatients: *A systematic review*. *BMC Geriatr*, 19(1), 1–9.
- Griana, T. P., & Kinasih, L. S. (2020). Potensi makanan fermentasi khas Indonesia sebagai imunomodulator. *Potensi Makanan Fermentasi Khas Indonesia Sebagai*

- Imunomodulator, 6(1), 401-412.
- Hadju, L., & Baco, J. (2024). Analisis Rasionalitas Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Infeksi Saluran Kemih di Instalasi Rawat Inap di RSUD Bahteramas Provinsi Sulawesi Tenggara Tahun 2021. *Jurnal Pharmacia Mandala Waluya*, 3(1), 38-46.
- Handayani, R., & Rusmita, H. (2017). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Akar Kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.) terhadap Bakteri *Escherichia coli*: Inhibitory Test of Ethanol Extracts of Free Roots (*Stenochlaena palustris* (Burm. F.) Bedd.) on *Escherichia coli*. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 2(2), 13-26.
- Hartika, R., Mustahal, M., & Putra, A. N. (2014). Gambaran darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan dosis prebiotik yang berbeda dalam pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(4), 259-267.
- Hendrayati, T. I. 2012. Perubahan Morfologi *Escherichia coli* Akibat Paparan Ekstrak Etanol Biji Kakao (*Theobromacacao*) Secara In Vitro. Skripsi. Universitas Jember.
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 92.
- Hidayah, I., & Indradadi, R. B. (2020). Review artikel aktivitas imunomodulator beberapa tanaman dari suku Zingiberaceae. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 20(2), 181-193.
- Hooper, D. C., & Jacoby, G. A. (2015). *Mechanisms of Drug Resistance: Quinolone Resistance*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1354(1), 12–31.
- Ikromuslimin, M., Billi, J., & Dwiannur, F. R. (2024). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kelakai (*Stenochlaena Palustris* (Burm. F.) Bedd) Dengan Metode ABTS. *Jurnal Inovasi Kesehatan Adaptif*, 6(10).
- Irawan, E. (2018). Faktor-faktor penyebab infeksi saluran kemih (ISK) (literature review). In *Prosiding Seminar Nasional dan Penelitian Kesehatan*, 1(1), 89-92.
- Johnson, R. W., & Barnes, M. A. (2014). *Standard procedures for biological sampling in rodent infection studies*. *Laboratory Animal Science*, 64(3), 215–222.
- Junaidin, J., Hukom, E. H., & Sidik, M. N. (2023). Analisis Pemeriksaan Jumlah Trombosit Dan Leukosit Dengan Metode Mikroskopis Pada Penderita Malaria Di Wilayah Kerja Puskesmas Tanjung Kasuari. *Health Information: Jurnal Penelitian*, 15(3), e1189-e1189.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2003). *Al-Qur'an dan Tafsirnya, Jilid 6*. Jakarta:

- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat, Kementerian Agama RI.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2005). *Al-Qur'an dan Tafsirnya, Jilid 1*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2005). *Al-Qur'an dan Tafsirnya, Jilid 7*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2005). *Al-Qur'an dan Tafsirnya, Jilid 9*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. (2011). *Al-Qur'an dan Tafsirnya, Jilid 2*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementerian Agama RI.
- Kocaadam, B., & Şanlıer, N. (2017). Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2889–2895.
- Kohar, K., Krisandi, G., & Prayogo, S. A. (2021). Analisis Potensi Nanopartikel Seng Oksida Sebagai Terapi Alternatif Terhadap Uropathogenic *Escherichia coli* Penyebab Infeksi Saluran Kemih. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 9(1), 38-47.
- Kumara, I. N. C., Pradnyani, I. G. A. S., & Sidiarta, I. G. A. F. N. (2019). Uji efektivitas ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *Intisari Sains Medis*, 10(3), 462-467.
- Kurniawan, A. (2022). Uji Kandungan Flavonoid Pada Ekstrak Kentang Secara Kualitatif dan Kuantitatif. *Benzena: Pharmaceutical Scientific Journal*, 1(1): 32 – 41.
- Kursia, S., Lebang, J. S., & Nursamsiar, N. (2016). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etilasetat daun sirih Hijau (*Piper betle* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(2), 72-77.
- Kusbiantoro, D. (2018). Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat. *Kultivasi*, 17(1), 544-549.
- Kustiani, F. 2016. Perbedaan Kadar Hemoglobin, Hematokrit dan Jumlah Eritrosit pada

Darah dengan EDTA 10% Volume 10 μ l dan 200 μ l, Karya Tulis Ilmiah, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah, Ciamis.

- Lanini S, Montaldo C, Nicastri E, Vairo F, Agrati C, Petrosillo N, et al. (2020). COVID-19 disease-Temporal analyses of complete blood count parameters over course of illness, and relationship to patient demographics and management outcomes in survivors and non-survivors: *A longitudinal descriptive cohort study*, 15, 1–17.
- Lestari, I. C. (2020). Potensi Herbal Sebagai Immunomodulator. *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 9(2), 33-44.
- Li A. 2009. *Escherichia coli (E. coli)* with Pili and Flagella.
- Lokapirnasari, W. P., & Yulianto, A. B. (2014). Gambaran sel eosinofil, monosit dan basofil setelah pemberian spirulina pada ayam yang diinfeksi virus flu burung. *Jurnal Veteriner*, 15(4), 499-505.
- Lolok, N.H., Ridwan, B.A., Ramadhan, D.S., & Yuliastri, W.O. (2021). Pelatihan Pembuatan Produk Herbal Instan Untuk Peningkatan Pola Hidup Sehat. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 2(1), 33-40.
- Lumbantobing, H., Sartini, S., & Rahmiati, R. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun pepaya (*Carica papaya*) dan ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA*, 4(1), 18-26.
- Mannait, E. R., Indrawati, R., & Indeswati, D. (2013). Jumlah neutrofil dan keadaan status ekonomi sosial (ses) pada siswa kelompok usia 4 sampai 6 tahun dengan karies dan bebas karies. *Oral Biology Dental Journal*, 5(2), 30-34.
- Manurung, U. N., & Mose, N. I. (2019). Pemanfaatan kunyit (*Curcuma domestica* Val) sebagai imunostimulan pada ikan bawal (*Colossoma macropomum*). *e-Journal Budidaya Perairan*, 7(1), 21-25.
- Marpaung, J. L., Lumintang, R. C., & Sutrisno, A. (2017). Penerapan metode anova untuk analisis sifat mekanik komposit serabut kelapa. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 6(2).
- Masihor, J. J., Mantik, M. F., Memah, M., & Mongan, A. E. (2013). Hubungan jumlah trombosit dan jumlah leukosit pada pasien anak demam berdarah dengue. *eBiomedik*, 1(1), 391-395.
- Mazzarella, L., Merlino, A., Balasco, N., Balsamo, A., & Vergara, A. (2018). Crystal structure of the ferric homotetrameric β 4 human hemoglobin. *Biophysical*

Chemistry, 240, 9–14.

- Mescher, A. L. (2015). *Junquiera's Basic Histology & Atlas* (14th ed.). New York: Mc Graw Hill Education/Lange.
- Mokos, L. F., Hinga, I. A. T., & Landi, S. (2023). Hubungan Gaya Hidup terhadap Kasus Penyakit Infeksi Saluran Kemih (ISK) pada Wanita di Puskesmas Oebobo Kota Kupang Tahun 2022. *SEHATMAS: Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 2(2), 368-379.
- Mozartha, M., Silvia, P., & Sujatmiko, B. (2019). Perbandingan aktivitas antibakteri ekstrak *Curcuma zedoaria* dan bahan irigasi natrium hipoklorit 2.5% terhadap *Enterococcus faecalis*. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 8(1), 22-29.
- Muhammad, A., Nurulita, N. A., & Budiman, A. (2018). Uji Sensitivitas Antibiotik Terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Saluran Kemih pada Pasien Rawat Inap di RSUD Prof. Dr Margono Soekarjo Purwokerto. *Pharmacy: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 14(2), 247-263.
- Muhammad, N.S.F.S. (2021). *Muhammad yang Disalahpahami*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Mun, S. H., Kim, S. B., Kim, J., Kong, R., Choi, J. G., & Kwon, D. Y. (2021). Curcumin as a promising antibacterial agent: Mechanisms of action and resistance. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31(8), 1083–1091.
- Munasir, Z. (2001). Respons Imun Terhadap Infeksi Bakteri. *Sari Pediatri*, 2(4), 193–197.
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2021). *Medical Microbiology* (9th ed.). Elsevier.
- Mustikaturrokhmah, D., & Risanti, E. D. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella thyposa* In Vitro. *Herb-Medicine Journal: Terbitan Berkala Ilmiah Herbal, Kedokteran dan Kesehatan*, 3(3), 47-51.
- Muthia, R., & Astuti, K. I. (2018). Efek imunomodulator infusa umbi bawang dayak (*Eleutherina palmifolia* L. Merr) dengan metode bersihan karbon. *Jurnal Pharmascience*, 5(1), 63-70.
- Mutiarahmi, C. N., Hartady, T., & Lesmana, R. (2021). Kajian Pustaka: Penggunaan Mencit sebagai hewan coba di laboratorium yang mengacu pada prinsip kesejahteraan hewan. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 10(1), 134-145.
- Nasr, S. H. (2007). *Science and Civilization in Islam*. Harvard University Press.

- Nasruddin, H., Karim, M., Mangarengi, Y., & Wahid, S. (2022). Uji Sensitivitas Daun Mangrove Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* dengan Metode Kirby Bauer Disc. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(5), 297-305.
- Nasruddin, N., Rauf, A., Djide, M. N., & Salim, R. (2022). Characterization of commensal *Escherichia coli* isolated from mice and its implication in experimental research. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(1), 84–91.
- Nasrullah, N., Isroli, I., & Sugiharto, S. (2020). Pengaruh Penambahan Jumlah Ration terhadap Profil Darah Putih dalam Darah Ayam Petelur. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(3), 315-319.
- Nazmi, M., Mahardik, N. M. A., & Gunardi, W. D. (2017). Kejadian Infeksi Saluran Kemih oleh Bakteri *Escherichia coli* dan *Klebsiella pneumoniae* Extended Spectrum Beta Lactamase: Studi Kasus di Rumah Sakit Swasta Periode 2012-2015. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 23(62), 54-62.
- Nguyen, T. T., Kim, Y. J., & Kang, J. H. (2020). Evaluation of injection routes for bacterial challenge in mouse infection models. *Veterinary Research Communications*, 44(3), 97–104.
- Ningsih, T. S. (2021). Analisis Efektivitas Ekstrak Herbal dalam Menurunkan Jumlah Koloni Bakteri Patogen. *Jurnal Sains Terapan*, 5(3), 15–21.
- Novriansyah, Y., Setiono, S., Harahab, D. F., & Asman, M. (2022). Pelatihan Pembuatan Minuman Herbal Rimpang Dan Pembudidayanya Masa Pandemi Covid-19. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(4), 3331-3340.
- Nuraeni, M. (2020). Perbandingan Nilai Hematokrit Darah Vena Metode Otomatis Dan Darah Kapiler Metode Mikro Hematokrit. *Perbandingan Nilai Hematokrit Darah Vena Metode Otomatis Dan Darah Kapiler Metode Mikro Hematokrit*, 3(2), 295-300.
- Nur'Aini Purnamaningsih, H. K., & Atun, S. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza*) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Atcc 11229 Dan *Staphylococcus Aureus* Atcc 25923 (The Antibacterial Activity Of *Curcuma Xanthorrhiza* Extract Against *Escherichia Coli* Atcc 11229 And *Staphylococcus Aureus*). *Jurnal Penelitian Saintek*, 22. Mustikaturrokhmah, D., & Risanti, E. D. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70% Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella thyposa* In Vitro. *Herb-Medicine Journal: Terbitan Berkala Ilmiah*

- Herbal, Kedokteran dan Kesehatan*, 3(3), 47-51.
- Nurpatmawati, N., & Lapekoli, E. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Formula Sabun Padat Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli*. *Praeparandi: Jurnal Farmasi Dan Sains*, 7(2), 1-15.
- Pangaribuan, G. J. (2020). Gambaran Tingkat Pengetahuan Penderita Infeksi Saluran Kemih Tentang Infeksi Saluran Kemih Di Poliklinik Penyakit Dalam Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan Tahun 2019.
- Perdana, P. R. (2022). Aktivitas Imunomodulator Ekstrak Herba Meniran (*Phyllanthus Niruri* L.). *Jurnal Farmagazine*, 9(1), 50-54.
- Prasetyo, Y. (2012). Pengaruh pemberian ekstrak kunyit kuning (*Curcuma longa*) dalam mencegah kerusakan hepar Mencit (*Mus musculus*) yang diinduksi alkohol, 10(1), 28-33.
- Pratama, D., & Budiharjo, A. (2017). Efektivitas kombinasi ekstrak bahan herbal (Mengkudu, Pepaya, Kunyit) terhadap daya hambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 7-16.
- Pratami, N., H. (2019). Uji Aktivitas Stimulan Kombinasi Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Cytrus hystrix*) dan Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val) Pada Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*).
- Pratiwi, R. H. (2017). Mekanisme pertahanan bakteri patogen terhadap antibiotik. *Pro-life*, 4(3), 418-429.
- Putri, R., Mursiti, S., & Sumarni, W. (2017). Aktivitas antibakteri kombinasi temu putih dan temulawak terhadap *Streptococcus mutans*. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 40(1), 43-47.
- Quraish, S. (2002). Al- Mishbah Jilid 1. Jakarta : Lentera Hati.
- Quraish, S. (2002). Al-Mishbah Jilid 10. Jakarta: Lentera Hati.
- Quraish, S. (2002). Al-Mishbah Jilid 2. Jakarta: Lentera Hati.
- Rahayu, R. D. (2011). Uji daya antibakteri ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dalam pasta gigi terhadap pertumbuhan *streptococcus mutans*. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Jember.
- Rahayu, S., Suryani, E., & Suryani, D. (2018). *Patogenesis dan klasifikasi Escherichia coli patogenik*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 19(2), 45-56.
- Rahayu, W. P. (2018). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*. Bogor: IPB Press.

- Rahim, E. A., Hasanah, A. N., & Sari, R. M. (2020). Efektivitas Ekstrak Kunyit (*Curcuma longa*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3), 345–352.
- Rahman, C. A., Santosa, D., & Purwanto, P. (2022). Aktivitas Rimpang Temulawak sebagai Antibakteri Berdasarkan Lokasi Tumbuhnya: Narrative Review. *Jurnal Pharmascience*, 9(2), 327-343.
- Rahman, M. M., Islam, M. R., & Rahman, M. S. (2014). Effects of inoculum size and route of administration on pathogenesis of *Escherichia coli* in mice. *Journal of Medical Microbiology*, 63(2), 245–250.
- Rahmat, E., Lee, J., & Kang, Y. (2021). Javanese turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.): Ethnobotany, phytochemistry, biotechnology, and pharmacological activities. Evidence-Based complementary and alternative medicine.
- Rejeki, P. S., Putri, E. A. C., & Prasetya, R. E. (2019). Ovariektomi Pada Tikus Dan Mencit.
- Rifda, R., & Lisdiana, L. (2022). Efektivitas Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Kersen dan Kunyit sebagai Antibakteri *Propionibacterium acnes*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 586-593.
- Rinaldi, R., Indra, S., & Annisa, T. N. (2023). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Sampel Darah Vena Remaja Segera Diperiksa dan Ditunda dengan Metode Sahli. *Jurnal teknologi Kesehatan Borneo*, 4(2), 49-57.
- Rodak, B. F., Keohane, E. M., Walenga, J. M., & Smith, L. J. (2016). Rodak's Hematology: Clinical principles and applications (Fifth Edition.). St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders.
- Rosales, C., Dermaux, N., Lowell, C. & Uribe-Querol, E., 2016. Neutrophils: their role in innate and adaptive immunity. *Journal of Immunology Research*, 14(7), pp. 660-667.
- Rosidi, A., Khomsan, A., Setiawan, B., Riyadi, H., & Briawan, D. (2014). Potensi temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) sebagai antioksidan. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*.
- Rosita, L., Pramana, A. A. C., & Arfira, F. R. (2019). Hematologi Dasar. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76-86.
- Sacher, RA. 2004. Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium. Penerbit Buku

Kedokteran ECG, Jakarta.

- Safrika, D., Munira, M., Zakiah, N., & Mulyani, N. S. (2022). Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* Linn), Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) Dan Kunyit (*Curcuma domestica* Val) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia (JIFS)*, 1(2), 68-73.
- Samsudari, S. (2006). Pengujian Ekstrak Temulawak Dan Kunyit Terhadap Resistensi Bakteri *Aeromonas Hydrophilla* Yang Menyerang Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). Fakultas Peternakan dan Perikanan. Jurusan Perikanan. Universitas Muhammadiyah Malang. *Gamma*, 2(1), 71-83.
- Santos, R. L., et al. (2011). *Bacterial viability and infectivity: effects of storage and environmental conditions*. *Microbial Pathogenesis*, 50(6), 291–296.
- Santos, A. C. M., Santos, F. F., Silva, R. M., & Gomes, T. A. T. (2012). Pathogenic *Escherichia coli*: from pathotypes to the “pathogenome”. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(2), 1–14.
- Sari, E. K., Wihastuti, T. A., & Ardiansyah, W. (2018). Probiotik Meningkatkan Konsentrasi Hemoglobin Pada Tikus Putih Yang Diinduksi Lipopolisakarida *Escherichia Coli*. *Majalah Kesehatan*, 5(1), 18-25.
- Sayuti, N. A., & Rushita, Y. D. (2022). Familia Zingiberaceae Sebagai Imunomodulator Dalam Tanaman Obat Keluarga (Toga) Di Indonesia Pada Covid-19: *Mini Review*. *Jurnal Jamu Kusuma*, 2(1), 14-22.
- Sekarini, A. A. A. D., Krissanti, I., & Syamsunarno, M. R. A. (2020). Efektivitas antibakteri senyawa kurkumin terhadap foodborne bacteria: tinjauan *curcuma longa* untuk mengatasi resistensi antibiotik. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), 538-547.
- Septianto, R. D., Ardana, I. B. K., Sudira, I. W., & Dharmayudha, A. A. G. O. (2015). Profil Hematologi Mencit Pasca Pemberian Jamu Temulawak Secara Oral. *Bul Vet Udayana*, 7(1), 34-40.
- Setiawan, P. Y. B., Kertia, N., Nurrochmad, A., & Wahyuono, S. (2022). Synergistic anti-inflammatory effects of *Curcuma xanthorrhiza rhizomes* and *Physalis angulata* herb extract on lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(7), 088-098.
- Setyawati, E., Purwaningsih, E. H., & Nurhidayat, N. (2019). Variasi respons fisiologis mencit terhadap perlakuan fitofarmaka. *Jurnal Sains Veteriner*, 37(2), 82–88.

- Shandy, A. D., Fauziah, F., Azzahro, N. H., & Siregar, W. T. (2023). Studi Literatur: Efektivitas Rimpang Indonesia Sebagai Anti Inflamasi. *Jurnal Inovasi Kesehatan Adaptif*, 5(5).
- Sikome, C. M. (2018). Isolasi dan Identifikasi Secara Biomolekuler Bakteri Penyebab Penyakit Infeksi Saluran Kemih yang Resisten terhadap Antibiotik Ciprofloxacin di RSUP Prof. DR. RD Kandou Manado. *Pharmacon*, 7(2), 62-70.
- Subaryanti, Meianti, D. S. D., & Manalu. (2022). Potensi Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Gatal (*Urticastrum decumanum* (Roxb.) Kuntze) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans*. *Sainstech Farma*, 15(2): 93 – 102.
- Suhirman, S. dan Winarti, C. (2010). Prospek dan Fungsi Tanaman Obat Sebagai Imunomodulator. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik & Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Sukmayadi, A. E., Sumuwi, S. A., & Aryanti, A. D. (2014). Aktivitas imunomodulator ekstrak etanol daun tempuyung (*Sonchus arvensis* Linn.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(2), 42.
- Sultana, N., Ali, S. M., & Kamal, M. A. (2019). Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Curcuma longa*. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 7(2), 56-60.
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada serbuk rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) yang berpotensi sebagai antioksidan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(1), 35-42.
- Syamsudin, R. A. M. R., Perdana, F., Mutiaz, F. S., Galuh, V., Rina, A. P. A., Cahyani, N. D., & Khendri, F. (2019). Temulawak plant (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) as a traditional medicine. *Farmako Bahari*, 10, 51-65.
- Syawal, H., Effendi, I., & Kurniawan, R. (2021). Perbaikan Profil Hematologi Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Setelah Penambahan Suplemen Herbal pada Pakan. *Jurnal Veteriner*, 22(1), 16-25.
- Tania, P. O. A., Listyawati, A. F., Soekanto, A., Simamora, D., & Purbowati, R. (2024). Studi Invitro dan Insilico Efektivitas Antibakteri Kunyit Putih Terhadap Hambatan Pertumbuhan Escherichia Coli. *The Indonesian Journal of Infectious Diseases*, 10(1), 47-67.
- Tyagi, P., & Aggarwal, B. B. (2011). *Curcumin: A Review of Its' Effects on Human Health*. *Foods*, 6(10), 92–105.
- Utami, P. D., Wiryakusuma, M. T., Abriyanto, N. Y., Winahyu, A. K., & Avisha, A. N.

- (2018) The Effect Of Curcuma (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb.) Rizhome Extract To The Amount Of Leukocytes And Haemoglobin In Male Balb/C Mice (*Mus Musculus* L.) Infected By Plasmodium Berghei Anka. Message From The Dean Of The Faculty Of Medicine, Hang Tuah University.
- Utami, R., Sari, A. M., Nursiwi, A., & Ashari, D. A. (2019). Efek Antimikroba Kombinasi Nisin dengan Minyak Atsiri Curcuma pada Mikroorganismen Patogen dan Pembusuk Pangan. *agritech*, 39(1), 78-86.
- Ventola, C. L. (2015). *The Antibiotic Resistance Crisis: Part 1: Causes and Threats. Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277–283.
- Wahdaniah, W., & Tumpuk, S. (2018). Perbedaan Penggunaan Antikoagulan K2edta Dan K3edta Terhadap Hasil Pemeriksaan Indeks Eritrosit. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1(2), 114-118.
- Wahyuni, A. (2016). Aktivitas Antibakteri Sari Temulawak Terhadap Pertumbuhan *Escherchia Coli* Yang Diisolasi Dari Feses Broiler.
- Widianingsih, M., & de Jesus, A. M. (2018). Isolasi *Escherichia coli* dari urine pasien infeksi saluran kemih di Rumah Sakit Bhayangkara Kediri. Al-Kauniyah; *Journal of Biology*, 11(2), 99-108.
- Yulianti., Harefa., Y.S. Pengolahan Temulawak Plant (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb) As A Tradisional Medicine. *Journal Health Of Education*, 2(2) 2809 - 2287.
- Yuliati, Y. (2016). Uji efektivitas ekstrak kunyit sebagai antibakteri dalam pertumbuhan *bacillus* sp dan *shigella dysentriae* secara in vitro. *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 10(1), 26-32.
- Zafrida, S. (2022). Analisis Cemaran *Escherichia coli* Pada Makanan Jajanan Sekolah Dasar Di Kelurahan Tobek Godang Kecamatan Tampan Pekanbaru. *Jurnal Sains dan Teknologi Laboratorium Medik*, 8(1), 27-31.
- Zhou, L., Heel, A. J., Montalban-Lopez, M., & Kulpers, O. P. (2016). Potentiating the activity of nisin against *Escherichia coli*. *Frontiers in Cell and Development Biology*, 4, 1-9.
- Zubaidah, N., Juniarti, D. E., & Basalamah, F. (2018). Perbedaan daya antibakteri ekstrak temulawak (*curcuma xanthorrhiza* roxb.) 3,125% dan chlorhexidine 0, 2% terhadap *lactobacillus acidophilus* (differences of antibacterial agent temulawak extract (*curcuma xanthorrhiza* roxb.) 3,125% and chlorhexidine 0, 2% to inhibit *lactobacillus acidophilus*). *Conserative Dentistry Journal*, 8(1), 11-19.

DAFTAR LAMPIRAN

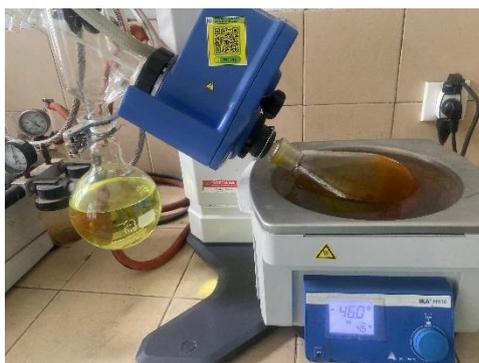
LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi langkah kerja

Dokumentasi	Keterangan
	<p>Serbuk kunyit yang diperoleh dari Materia Medica, Batu, Malang</p>
 	<p>Proses ekstraksi dengan metode maserasi</p>



Proses penyaringan dengan vacuum



Proses penguapan dengan rotary
evaporator



Proses aklimatisasi hewan coba



Uji konfirmasi bakteri E.coli pada feses
mencit sebelum injeksi



Proses Suspensi Bakteri



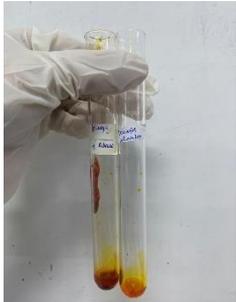
Penyesuaian kekeruhan suspensi bakteri dengan standar Mc.Farland untuk memastikan konsistensi jumlah bakteri sebelum diinokulasikan, menggunakan alat spektrofotometer.



Proses injeksi bakteri *Eschericia coli* melalui intraperitonal mencit

	<p>Uji konfirmasi keberadaan bakteri <i>E.coli</i> pada sampel feses mencit setelah diinjeksi, dengan melalui kultur pada media EMB</p>
	<p>Uji konfirmasi keberadaan bakteri <i>E.coli</i> pada sampel feses mencit setelah diberi ekstrak kunyit, dengan melalui kultur pada media EMB</p>

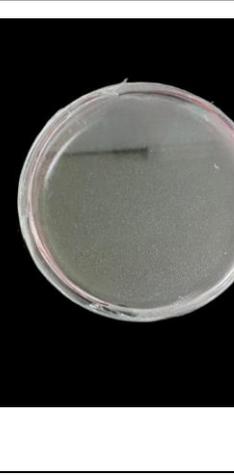
Lampiran 2. Hasil skrining fitokimia ekstrak etanol kunyit

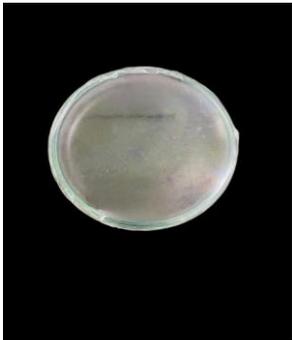
Uji Fitokimia	Reagen	Hasil Pengamatan	Hasil Uji	Gambar
Alkaloid	HCl pekat dan larutan Dragendroff	Terbentuk endapan berwarna jingga	+	

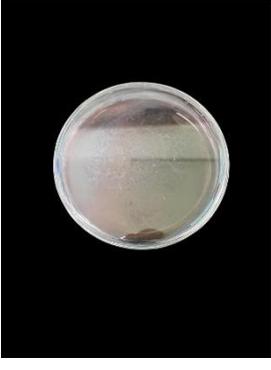
Flavonoid	NaOH	Terbentuk warna merah	+	
Saponin	Aquadest	Terbentuk busa stabil	+	
Tanin	FeCl	Tidak terbentuk warna hijau atau biru tua	-	

Lampiran 3. Hasil uji konfirmasi adanya bakteri *Escherichia coli* pada feses mencit sebelum diinjeksi

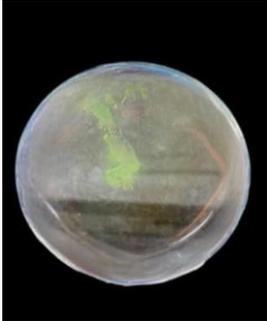
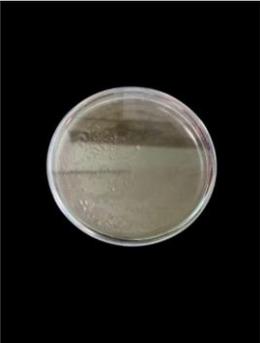
Kode Mencit	Gambar	Jumlah Koloni
K10% (U1)		0
K10% (U2)		0
K10% (U3)		0

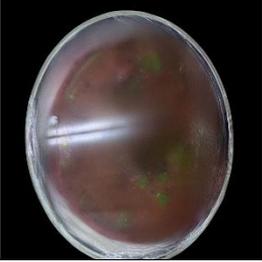
K20% (U1)				0
K20% (U2)				0
K20% (U3)				0
K30% (U1)				0

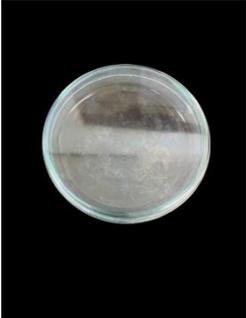
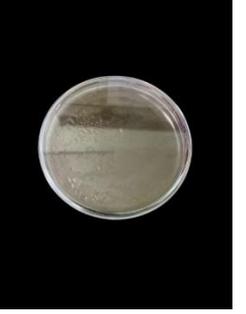
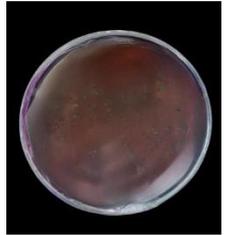
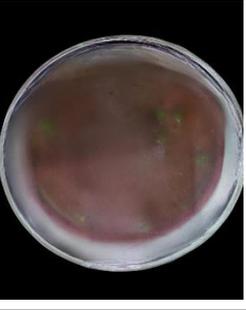
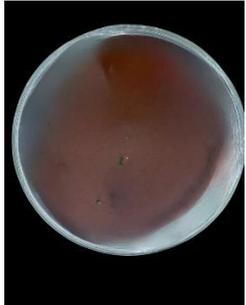
K30% (U2)		61
K30% (U3)		0
K40% (U1)		0

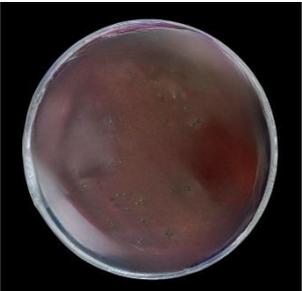
K40% (U2)		0
K40% (U3)		0
K(+)		0
K(-)		0

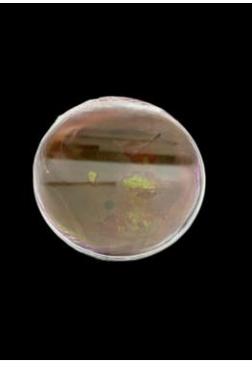
Lampiran 4. Hasil uji konfirmasi adanya bakteri *Escherichia coli* pada feses mencit setelah diinjeksi

Kode Mencit	Gambar Hasil Kultur	Jumlah Koloni
K10%U1 (p1)		30
K10% U1 (p2)		20
K10% U1 (p3)		3
K10% U1 (p4)		0

K10% U1 (p5)		0
K10% U2 (p1)		33
K10% U2 (p2)		13
K10% U2 (p3)		2

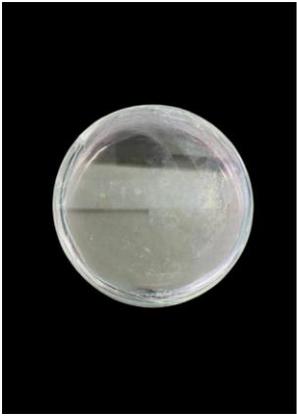
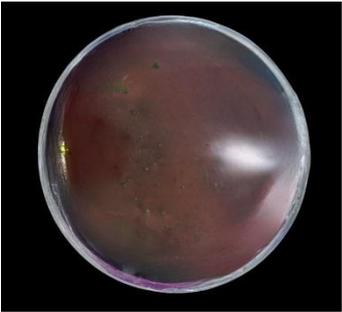
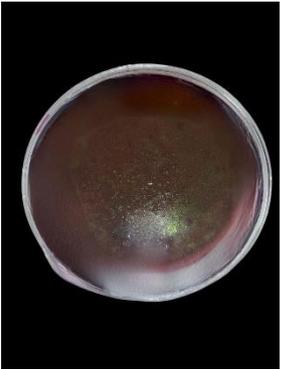
K10% U2 (p4)		0
K10% U2 (p5)		0
K10% U3 (p1)		35
K10% U3 (p2)		10
K10% U3 (p3)		2

K10% U3 (p4)		0
K10% U3 (p5)		0
K20% U1 (p1)		31
K20% U1 (p2)		24

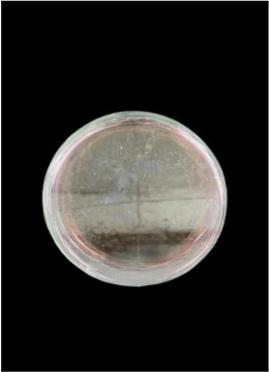
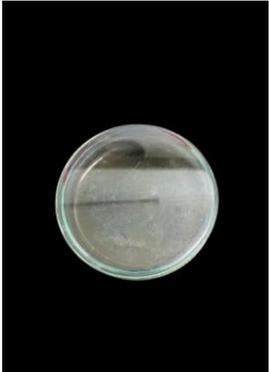
K20% U1 (p3)		0
K20% U1 (p4)		0
K20% U1 (p5)		0
K20% U2 (p1)		30

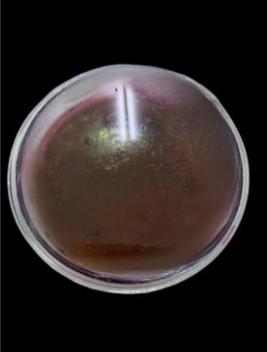
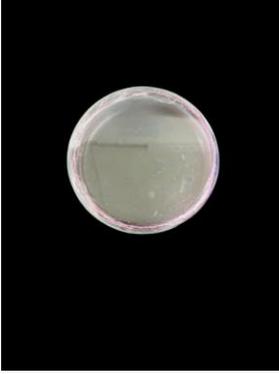
K20% U2 (p2)		26
K20% U2 (p3)		7
K20% U2 (p4)		0
K20% U2 (p5)		0

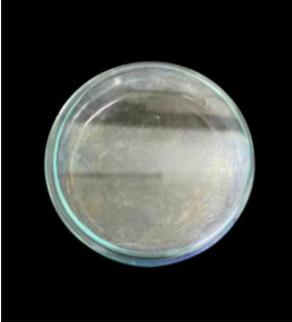
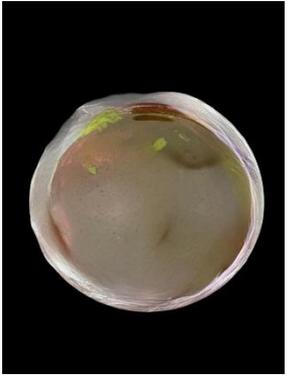
K20% U3 (p1)		34
K20% U3 (p2)		2
K20% U3 (p3)		0
K20% U3 (p4)		0

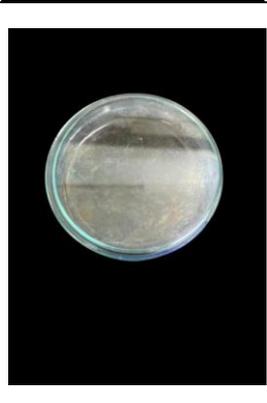
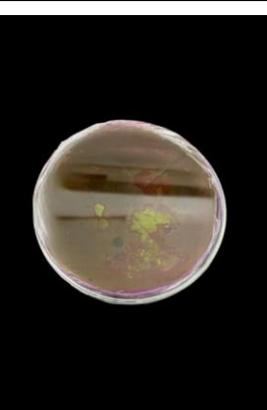
K20% U3 (p5)		0
K30% U1 (p1)		20
K30% U1 (p2)		15
K30% U1 (p3)		0

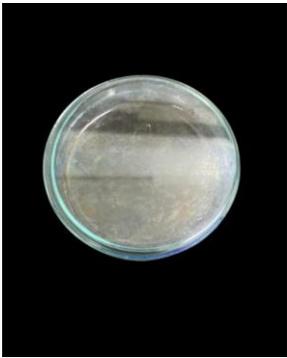
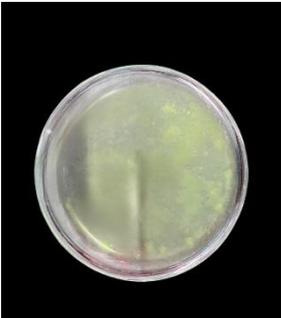
K30% U1 (p4)		0
K30% U1 (p5)		0
K30% U2 (p1)		71
K30% U2 (p2)		8

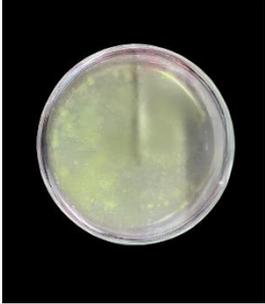
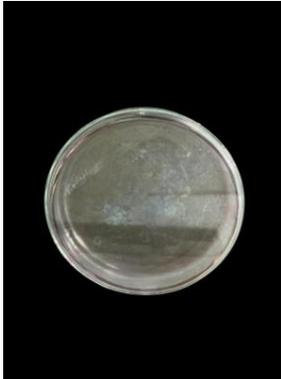
K30% U2 (p3)	 A petri dish containing a light-colored, translucent liquid. At the bottom, there is a distinct layer of brownish, granular sediment. The sediment is concentrated in the center and slightly towards the left side of the dish.	0
K30% U2 (p4)	 A petri dish containing a light-colored, translucent liquid. At the bottom, there is a distinct layer of greenish, granular sediment. The sediment is concentrated in the center and slightly towards the right side of the dish.	0
K30% U2 (p5)	 A petri dish containing a light-colored, translucent liquid. At the bottom, there is a distinct layer of greenish, granular sediment. The sediment is concentrated in the center and slightly towards the right side of the dish.	0

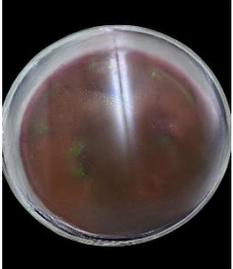
K30% U3 (p1)		25
K30% U3 (p2)		15
K30% U3 (p3)		0
K30% U3 (p4)		0

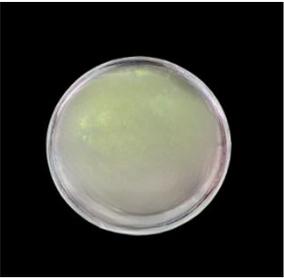
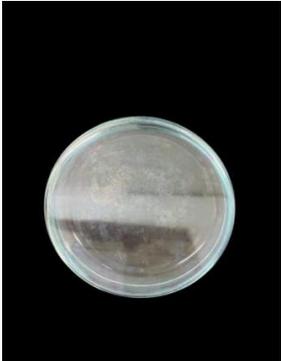
K30% U3 (p5)		0
K40% U1 (p1)		31
K40% U1 (p2)		10
K40% U1 (p3)		3

K40% U1 (p4)		0
K40% U1 (p5)		0
K40% U2 (p1)		50
K40% U2 (p2)		26

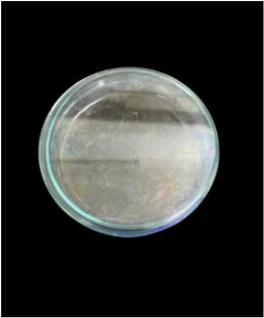
K40% U2 (p3)		16
K40% U2 (p4)		0
K40% U2 (p5)		0
K40% U3 (p1)		52

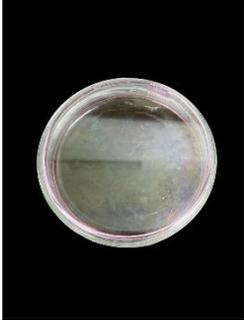
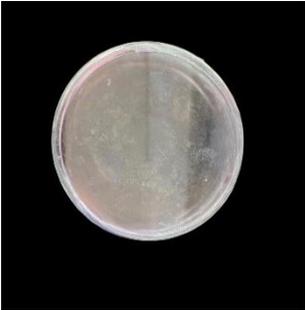
K40% U3 (p2)		48
K40% U3 (p3)		0
K40% U3 (p4)		0
K40% U3 (p5)		0

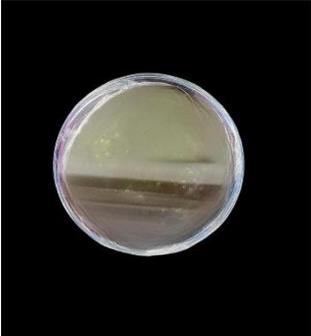
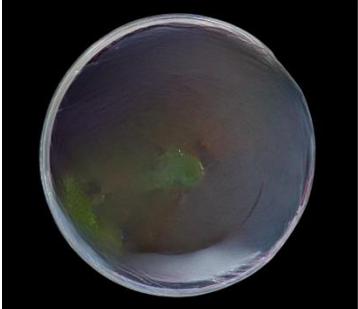
<p>K(+) U1 (p1)</p>		<p>17</p>
<p>K(+) U1 (p2)</p>		<p>9</p>
<p>K(+) U1 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U1 (p4)</p>		<p>0</p>

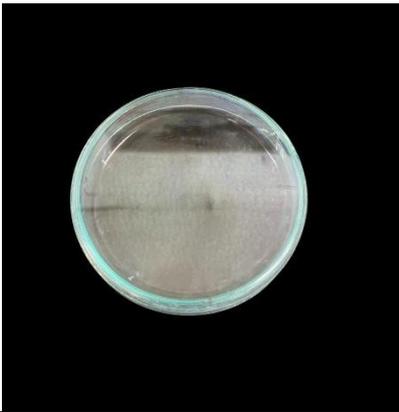
<p>K(+) U1 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U2 (p1)</p>		<p>20</p>
<p>K(+) U2 (p2)</p>		<p>8</p>
<p>K(+) U2 (p3)</p>		<p>0</p>

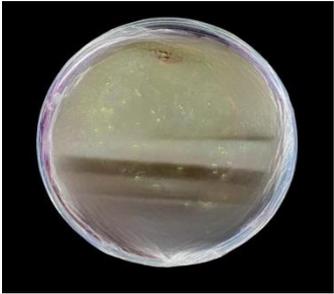
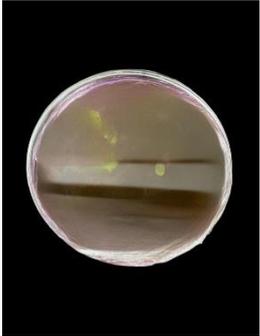
<p>K(+) U2 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U2 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p1)</p>		<p>35</p>

<p>K(+) U3 (p2)</p>		<p>10</p>
<p>K(+) U3 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p5)</p>		<p>0</p>

<p>K(-) U1 (p1)</p>		<p>13</p>
<p>K(-) U1 (p2)</p>		<p>8</p>
<p>K(-) U1 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U1 (p4)</p>		<p>0</p>

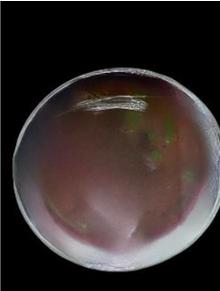
<p>K(-) U1 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K (-) U2 (p1)</p>		<p>20</p>
<p>K (-) U2 (p2)</p>		<p>5</p>

<p>K (-) U2 (p3)</p>	 A petri dish containing a bacterial culture on a solid medium. The surface shows a dense, confluent layer of growth with a slightly irregular, textured appearance.	<p>0</p>
<p>K (-) U2 (p4)</p>	 A petri dish containing a bacterial culture on a solid medium. The surface shows a dense, confluent layer of growth with a slightly irregular, textured appearance.	<p>0</p>
<p>K (-) U2 (p5)</p>	 A petri dish containing a bacterial culture on a solid medium. The surface shows a dense, confluent layer of growth with a slightly irregular, textured appearance.	<p>0</p>

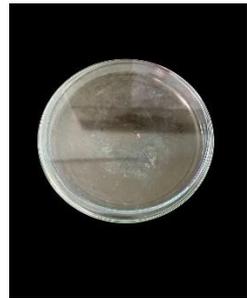
<p>K (-) U3 (p1)</p>		<p>30</p>
<p>K (-) U3 (p2)</p>		<p>5</p>
<p>K (-) U3 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K (-) U2 (p4)</p>		<p>0</p>

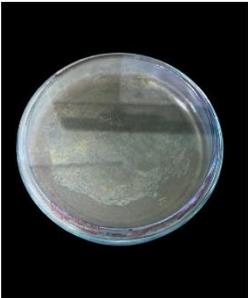
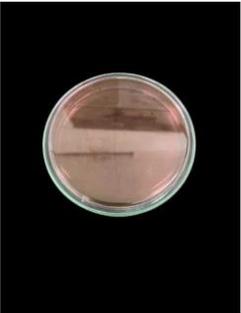
<p>K (-) U2 (p5)</p>		<p>0</p>
--	---	-----------------

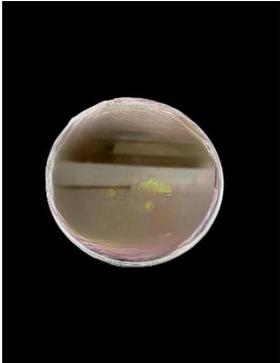
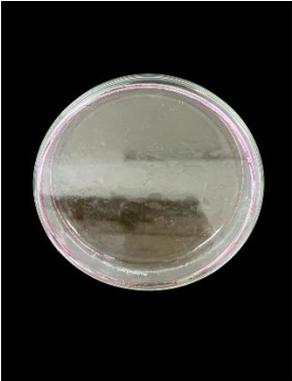
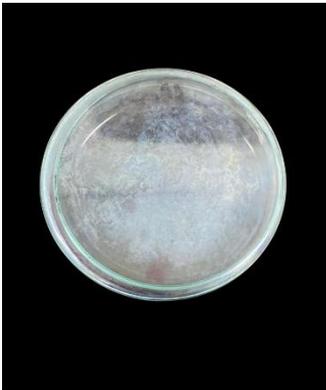
Lampiran 5. Hasil uji konfirmasi adanya bakteri *Escherichia coli* pada feses mencit setelah diberi ekstrak kunyit

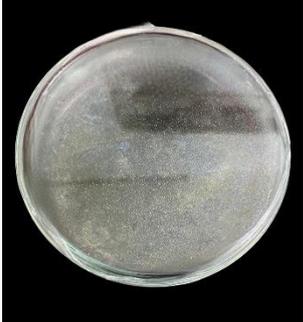
Kode Mencit	Gambar Hasil Kultur	Jumlah Koloni
<p>K10%U1 (p1)</p>		<p>20</p>
<p>K10% U1 (p2)</p>		<p>13</p>

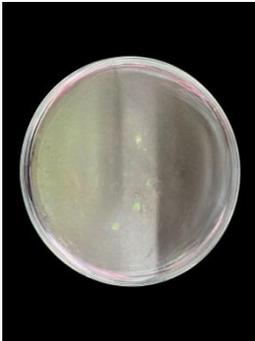
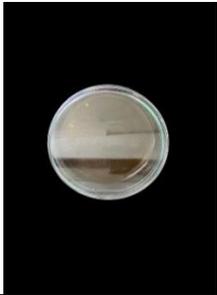
K10% U1 (p3)		0
K10% U1 (p4)		0
K10% U1 (p5)		0
K10% U2 (p1)		15

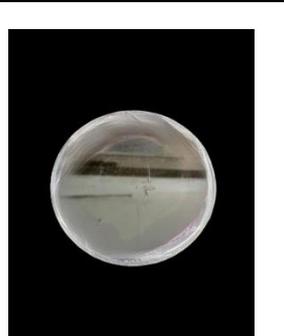
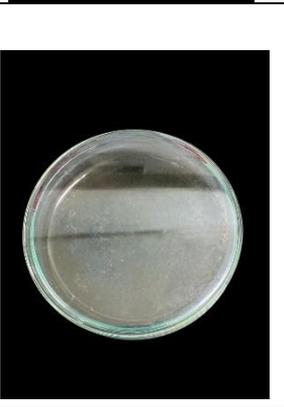
K10% U2 (p2)		10
K10% U2 (p3)		0
K10% U2 (p4)		0
K10% U2 (p5)		0
K10% U3 (p1)		15

K10% U3 (p2)		8
K10% U3 (p3)		0
K10% U3 (p4)		0
K10% U3 (p5)		0

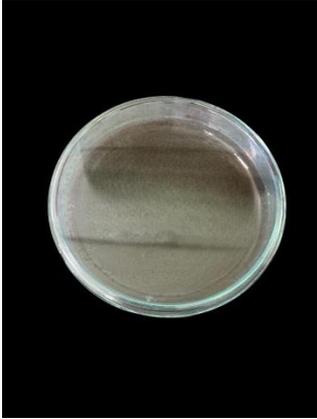
K20% U1 (p1)		15
K20% U1 (p2)		7
K20% U1 (p3)		0
K20% U1 (p4)		0

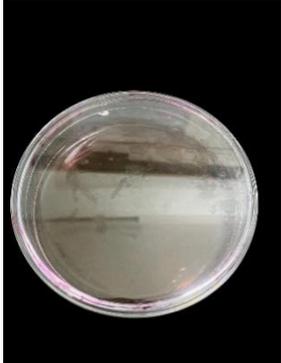
K20% U1 (p5)		0
K20% U2 (p1)		10
K20% U2 (p2)		8
K20% U2 (p3)		0

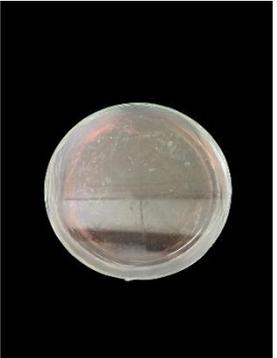
K20% U2 (p4)		0
K20% U2 (p5)		0
K20% U3 (p1)		4
K20% U3 (p2)		2

K20% U3 (p3)		0
K20% U3 (p4)		0
K20% U3 (p5)		0
K30% U1 (p1)		2

K30% U1 (p2)		1
K30% U1 (p3)		0
K30% U1 (p4)		0

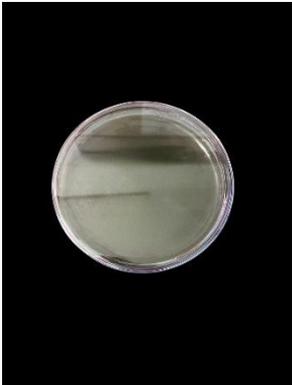
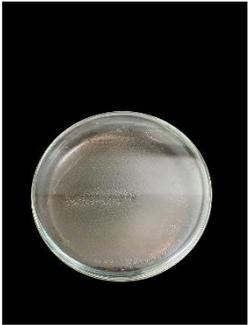
K30% U1 (p5)		0
K30% U2 (p1)		10
K30% U2 (p2)		5

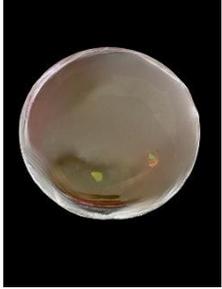
K30% U2 (p3)		0
K30% U2 (p4)		0
K30% U2 (p5)		0

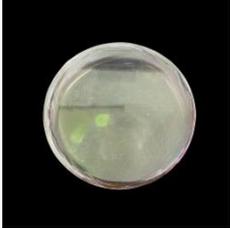
K30% U3 (p1)		3
K30% U3 (p2)		2
K30% U3 (p3)		0
K30% U3 (p4)		0

K30% U3 (p5)		0
K40% U1 (p1)		2
K40% U1 (p2)		2
K40% U1 (p3)		0

K40% U1 (p4)		0
K40% U1 (p5)		0
K40% U2 (p1)		5
K40% U2 (p2)		2

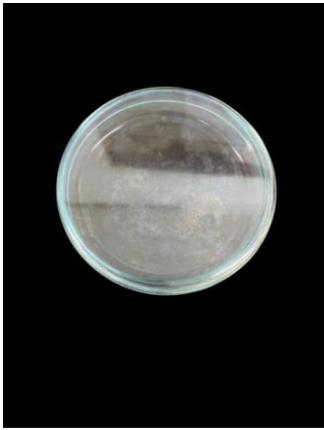
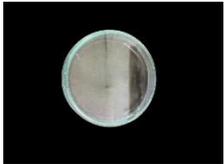
K40% U2 (p3)		0
K40% U2 (p4)		0
K40% U2 (p5)		0
K40% U3 (p1)		7

K40% U3 (p2)		3
K40% U3 (p3)		0
K40% U3 (p4)		0
K40% U3 (p5)		0

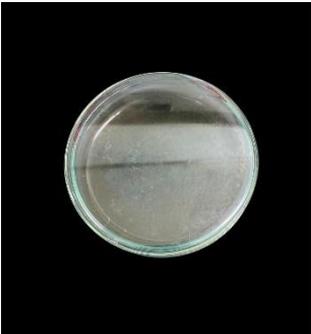
<p>K(+) U1 (p1)</p>		<p>2</p>
<p>K(+) U1 (p2)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U1 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U1 (p4)</p>		<p>0</p>

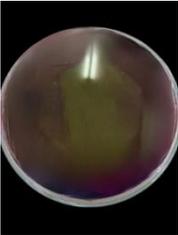
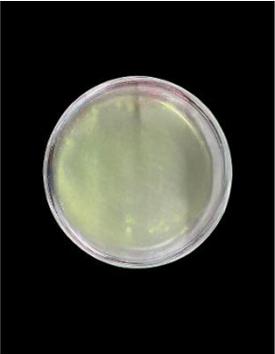
<p>K(+) U1 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U2 (p1)</p>		<p>5</p>
<p>K(+) U2 (p2)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U2 (p3)</p>		<p>0</p>

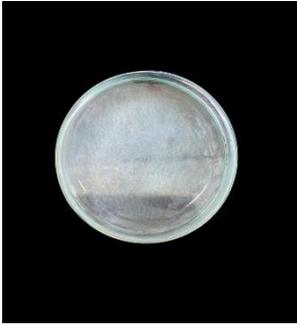
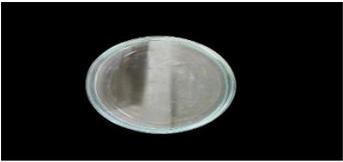
<p>K(+) U2 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U2 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p1)</p>		<p>7</p>

<p>K(+) U3 (p2)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(+) U3 (p5)</p>		<p>0</p>

<p>K(-) U1 (p1)</p>		<p>>300</p>
<p>K(-) U1 (p2)</p>		<p>>300</p>
<p>K(-) U1 (p3)</p>		<p>31</p>
<p>K(-) U1 (p4)</p>		<p>0</p>

<p>K(-) U1 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U2 (p1)</p>		<p>>300</p>
<p>K(-) U2 (p2)</p>		<p>8</p>
<p>K(-) U2 (p3)</p>		<p>0</p>

<p>K(-) U2 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U2 (p5)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U3 (p1)</p>		<p>>300</p>
<p>K(-) U3 (p2)</p>		<p>20</p>

<p>K(-) U3 (p3)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U3 (p4)</p>		<p>0</p>
<p>K(-) U3 (p5)</p>		<p>0</p>

Lampiran 6 Jumlah Koloni *E.coli* Pada Feses Mencit Sebelum Diberi Ekstrak Kunyit

Perlakuan	Pengenceran	Jumlah Koloni (Ulangan 1)	Jumlah Koloni (Ulangan 2)	Jumlah Koloni (Ulangan 3)	Rata-rata	ALT (CFU/mL)
P1	1	30	33	35	32.7	3.27×10^3
	2	20	13	10	14.3	1.43×10^4
	3	3	2	2	2.3	2.3×10^3
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P2	1	31	30	34	31.7	3.17×10^3
	2	24	26	2	17.3	1.73×10^4
	3	0	7	0	2.3	2.3×10^4
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P3	1	20	71	25	38.7	3.87×10^3
	2	15	8	15	12.7	1.27×10^4
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P4	1	31	50	52	44.3	4.43×10^3
	2	10	26	48	28.0	2.80×10^4
	3	3	16	0	6.3	6.3×10^4
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P5	1	17	20	15	17.3	1.73×10^3
	2	9	8	10	9.0	9.0×10^3
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-

	5	0	0	0	0.0	-
	1	13	20	30	21.0	2.1×10^3
P6	2	8	5	5	6.0	6.0×10^3
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-

Lampiran 7 Jumlah Koloni *E.coli* Pada Feses Mencit Setelah Diberi Ekstrak Kunyit

Perlakuan	Pengenceran	Jumlah Koloni (Ulangan 1)	Jumlah Koloni (Ulangan 2)	Jumlah Koloni (Ulangan 3)	Rata-rata	ALT (CFU/mL)
P1 (10%)	1	20	15	15	16.7	1.67×10^{-2}
	2	13	10	8	10.3	1.03×10^{-3}
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P2 (20%)	1	15	10	4	9.7	9.70×10^{-1}
	2	7	8	2	5.7	5.70×10^{-2}
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P3 (30%)	1	2	10	3	5.0	5.00×10^{-1}
	2	1	5	2	2.7	2.70×10^{-2}
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P4 (40%)	1	2	5	7	4.7	4.70×10^{-1}
	2	2	2	3	2.3	2.30×10^{-2}

	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P5 (K+)	1	2	5	3	3.3	3.30×10^1
	2	0	7	2	3.0	3.00×10^2
	3	0	0	0	0.0	-
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-
P6 (K-)	1	>300	>300	>300	0.0	-
	2	>300	8	1	3.0	3.00×10^2
	3	31	0	0	10.3	1.03×10^4
	4	0	0	0	0.0	-
	5	0	0	0	0.0	-

Lampiran 8 Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Residual for Jumlah_Koloni	.116	18	.200 [*]	.982	18	.968

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 9 Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah_Koloni

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.568	5	12	.033

Lampiran 10 Hasil Uji Anova**ANOVA**

Jumlah_Koloni

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37806.507	5	7561.301	289.061	.000
Within Groups	313.898	12	26.158		
Total	38120.405	17			

Lampiran 11 Uji Lanjut DMRT

Jumlah_Koloni

Duncan^{a,b}

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
6.00	2	-137.2500	
1.00	4		4.9000
2.00	3		6.6000
5.00	3		7.6000
3.00	3		9.7333
4.00	3		13.7333
Sig.		1.000	.083

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.880.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Lampiran 12 Uji Paired T Test (P1)

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 sebelum - sesudah	4.4667	6.56687	1.69556	.83005	8.10328	2.634	14	.020

Lampiran 13 Uji Paired T Test (P2)

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 sebelum - sesudah	7.2000	10.14326	2.61898	1.58285	12.81715	2.749	14	.016

Lampiran 14 Uji Paired T Test (P3)

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 sebelum - sesudah	8.73333	16.38582	4.23080	-.34083	17.80750	2.064	14	.058

Lampiran 15 Uji Paired T Test (P4)

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 sebelum - sesudah	14.33333	18.39902	4.75061	4.14430	24.52237	3.017	14	.009

Lampiran 16 Uji Paired T Test (P5)

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum – sesudah	4.00000	5.97614	1.54303	.69052	7.30948	2.592	14	.021

Lampiran 17 Uji Paired T Test (P6)

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 sebelum - sesudah	2.73333	13.11197	3.38550	-4.52783	9.99450	.807	14	.433



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : [200602110128](#)
Nama : SHINTA NUR OCTAVIA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Kholifah Holil,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	15 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Diskusi terkait judul skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	22 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Diskusi terkait revisi judul skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	25 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan Bab 1 (Rumusan masalah, Tujuan, Hipotesis, Manfaat, batasan masalah)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	26 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi Bab 1 (Rumusan masalah, Tujuan, Hipotesis, Manfaat, batasan masalah) dan revisi judul skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	27 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi Bab 1 (Rumusan masalah, Tujuan, Hipotesis, Manfaat, batasan masalah)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	28 Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan bab III (Metode penelitian)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	2U Maret 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi Bab III (metode penelitian)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	01 April 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi bab III (metode penelitian)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
U	26 April 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi bab III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	30 April 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi bab III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	03 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi bab III	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	07 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi bab III dan latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	14 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan revisi latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	15 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15	21 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan hasil revisi latar belakang	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
16	27 Mei 2024	Kholifah Holil,M.Si	Bimbingan bab II (Tinjauan Pustaka)	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

17	30 Mei 2024	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan integrasi ayat Al-Qur'an di latar belakang dan tinjauan pustaka	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
18	31 Mei 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan revisi bab II	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
1U	03 Juni 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan revisi bab II	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
20	26 Juli 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan Bab IV, terkait bakteri yang akan digunakan dalam penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
21	02 Agustus 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan terkait penelitian yang akan dilakukan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
22	15 Agustus 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan terkait penelitian yang akan dilakukan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
23	31 Oktober 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan terkait penelitian yang sudah dilakukan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
24	04 November 2024	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan terkait penelitian yang sudah dilakukan	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
25	03 Januari 2025	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan terkait penelitian yang sudah dilakukan	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
26	20 Mei 2025	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan bab IV dan V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
27	23 Mei 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan integrasi untuk bab IV dan V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
28	23 Mei 2025	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan revisi bab IV dan V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
2U	26 Mei 2025	Kholifah Holil, M.Si	Bimbingan Revisi Bab IV dan V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
30	27 Mei 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan integrasi dari bab I-V	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
31	27 Mei 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan menambahkan ayat ulul albab dan menghubungkan kesimpulan dengan integrasi	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi
32	28 Mei 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan revisi ayat ulul albab	Genap 2025/2026	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Kholifah Holil, M.Si



Prof. Dr. Evika Kaprodi,

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Shinta Nur Octavia
NIM : 200602110128
Judul : Pengaruh Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) Terhadap Feses Mencit Jantan (*Mus musculus*) yang Diinfeksi *Escherichia coli*

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc	272	
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002