

Original Research

## UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL 96% DAUN KUNYIT (*Curcuma longa* Linn.) TERHADAP PERTUMBUHAN *E. coli*

### ANTIBACTERIAL ACTIVITY TEST OF 96% ETHANOL EXTRACT OF TURMERIC LEAVES EXTRACT (*Curcuma longa* Linn.) AGAINST THE GROWTH OF *E. coli*

Agustina Maria Ngoni Lobo\*<sup>1</sup>, Kartini Lidia<sup>2</sup>, Listyawati Nurina<sup>3</sup>, Desi Indriarini<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia, 85001

<sup>2,3,4</sup>Departemen Biomedik, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia, 85001

\*E-mail: [lobomaya3@gmail.com](mailto:lobomaya3@gmail.com)

Diterima: 02/02/24

Direvisi: 06/05/24

Disetujui: 24/06/24

#### Abstrak

*Escherichia coli* (*E. coli*) merupakan salah satu mikroorganisme flora normal gastrointestinal yang apabila jumlahnya berlebihan dalam usus besar atau keluar dari saluran pencernaan dapat menimbulkan penyakit seperti diare, infeksi saluran pernapasan, infeksi saluran kemih (ISK), meningitis, dan sindrom uremik hemolitik (HUS). Pengobatan infeksi akibat *E. coli* yaitu dengan penggunaan antibiotik, namun ditemukan adanya resistensi *E. coli* terhadap beberapa jenis antibiotik. Keadaan tersebut mendorong untuk mencari alternatif lain seperti pengobatan dengan bahan herbal. Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengobatan tradisional adalah daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.). Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol daun kunyit terhadap pertumbuhan *E. coli*. Uji aktivitas bakteri dilakukan dengan metode difusi cakram dengan sampel penelitian sebanyak 8 kelompok, yaitu 6 kelompok perlakuan dan 2 kelompok kontrol dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil uji aktivitas antibakteri yang dilakukan menunjukkan diameter zona hambat terhadap pertumbuhan *E. coli* dengan konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, dan 90% berturut-turut adalah 8,17 mm, 8,61 mm, 7,99 mm, 5,66mm, 8,71 mm, dan 8,77 mm. Semua kelompok perlakuan memiliki potensi antibakteri sedang. Hasil uji statistik menggunakan *One Way Anova* menunjukkan  $p=0,000$  yang berarti bahwa ekstrak etanol daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli*.

**Kata kunci:** Maserasi ; Difusi cakram; Tanaman Obat

## Abstract

*Escherichia coli* (*E. coli*) is one of the gastrointestinal normal flora which is in excessive amounts in the large intestine or when it comes out of the digestive tract can cause diseases such as diarrhea, respiratory tract infections, urinary tract infections (UTI), meningitis, and hemolytic uremic syndrome (HUS). Treatment for infections caused by *E. coli* is by using antibiotics, but *E. coli* has been found to be resistant to several types of antibiotics. This situation encourages us to look for other alternatives such as treatment with herbal ingredients. One plant that can be used as an alternative to traditional medicine is turmeric leaves (*Curcuma longa* Linn.). This study aims to test the antibacterial activity of ethanol extract of turmeric leaves against the growth of *E. coli*. The bacterial activity test was carried out using the disk diffusion method with 8 groups of research samples, consists of 6 treatment groups and 2 control groups with 3 repetition in each group. The results of the antibacterial activity test carried out showed the diameter of the inhibition zone against the growth of *E. coli* with a concentration of 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, and 90% are 8.17 mm, 8.61 mm, 7.99 mm, 5.66mm, 8.71 mm, and 8.77 mm. All treatment groups had moderate antibacterial potential. The results of statistical tests using *One Way Anova* showed  $p=0.000$ , which means that the ethanol extract of turmeric leaves (*Curcuma longa* Linn.) has antibacterial activity against the growth of *E. coli*.

**Keywords:** *Maceration; Disc diffusion; Medicinal Plants*

## PENDAHULUAN

*E. coli* merupakan mikroflora normal gastrointestinal pada manusia, namun apabila *E. coli* keluar dari saluran pencernaan ataupun jumlahnya berlebihan dalam usus besar dapat menyebabkan infeksi dan gangguan pencernaan [1,2]. *E. coli* yang berada di luar saluran pencernaan akan menyebabkan masalah kesehatan seperti infeksi saluran pernapasan, infeksi saluran kemih (ISK), meningitis, dan sindrom uremik hemolitik (HUS) [3,4]. Studi literatur yang dilakukan oleh [5] menunjukkan bahwa kejadian bakteremia akibat *E. coli* yakni sebanyak 48 kasus per 100.000 orang per tahun, dengan tingkat kematian mencapai 12%.

Prevalensi kasus diare yang salah satunya diakibatkan oleh *E. coli* ini masih cukup tinggi. Angka kejadian diare di Indonesia menurut Riset Kesehatan Dasar tahun 2021 adalah sebesar 10,6% pada bayi, 12,3% pada balita, dan 8% untuk semua kelompok umur. Profil Kesehatan Indonesia juga menunjukkan peningkatan kasus kematian neonatal, bayi, dan anak balita akibat diare di Nusa Tenggara Timur, dari 19 kasus di tahun 2020 menjadi 28 kasus pada tahun 2021 [6].

Pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kasus infeksi akibat *E. coli* yaitu dengan pemberian antibiotik, tetapi penggunaan antibiotik yang tidak rasional dapat mengakibatkan terjadinya resistensi terhadap antibiotik yang diberikan.

Salah satu cara mengatasi permasalahan resistensi antibiotik adalah dengan mengembangkan antibiotik baru dengan menggunakan kandungan fitokimia dari tanaman yang dapat menghambat atau membunuh bakteri, salah satunya adalah tanaman kunyit [2]. Selain bagian rimpang, daun kunyit juga mengandung senyawa metabolit sekunder seperti saponin, tannin, flavonoid, triterpenoid, dan steroid yang teruji dapat digunakan sebagai antiradang, antioksidan, antikanker, antifertiliti, antiulser, antikoagulan, antimikroba, antihepatotoksik, antirematik, dan antidiabetik [7, 8, 9]. Penelitian yang dilakukan oleh [10] menunjukkan bahwa ekstrak daun kunyit dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% and 80% menggunakan pelarut metanol,

air, dan etil asetat dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji aktivitas antibakteri ekstrak daun kunyit menggunakan pelarut berbeda yakni etanol 96% dengan enam (6) konsentrasi yang berbeda yakni konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, dan 90% dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*.

## **METODE**

### ***Alat***

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pipet tetes kaca (Onemed®), mikropet (Stanbio®), tabung reaksi (Pyrex®), rak tabung reaksi, penjepit tabung reaksi, cawan petri (OneLab®), inkubator (Mettler®), timbangan analitik (Kern®), *rotary evaporator* (Eyela®), *laminar air flow* (Biosan®), tabung erlenmeyer 1000ml (Iwaki®), mikroskop binokular (Olympus CX2®), autoklaf (All-American®), batang pengaduk (Pyrex®), kaca objek (OneLab®), ose steril, spuit 3cc, blender, toples kaca, corong, bunsen, dan jangka sorong.

### ***Bahan***

Sampel penelitian berupa bakteri *E. coli* ATCC 8739 yang didapatkan dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Kupang, sementara daun kunyit diambil dari wilayah Desa Beiwali, Kecamatan Bajawa, Kabupaten Ngada. Bahan lain yang digunakan yakni etanol 96%, akuades steril (Waterone®), kertas cakram (Macherey-Nagel®), media *Nutrient Agar* (NA) (Himedia®), *gram stain kit*,  $K_2Cr_2O_7$ , pereaksi Wagner, serbuk Mg, HCl,  $H_2SO_4$ , asam asetat ( $CH_3COOH$ ), asetat anhidrad,  $FeCl_3$ , kloroform, aluminium foil, kapas lidi steril, kertas saring dan NaCl 0,9%

### ***Prosedur kerja***

#### ***Pembuatan Ekstrak***

Tahap pembuatan ekstrak daun kunyit dimulai dengan mengumpulkan daun kunyit yang akan digunakan sebagai sampel. Sebanyak 3 kg daun kunyit yang tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua, masih berwarna hijau dan segar diambil, kemudian dicuci, dirajang, dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $50^\circ C$  lama 24 jam. Daun kunyit yang telah kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Bubuk daun kunyit yang dihasilkan ditimbang sebanyak 325 gram dan maserasi selama 3 hari menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:10 (b/v), kemudian dilakukan penyaringan untuk memperoleh ekstrak kasar daun kunyit. Hasil maserasi kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memisahkan ekstrak dari pelarutnya sehingga diperoleh ekstrak kental daun kunyit.

### *Uji Bebas Etanol dan Skrining Fitokimia*

Uji bebas etanol ekstrak daun kunyit dilakukan dengan menambahkan 2 tetes asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pekat dan 1 mL kalium dikromat. Ekstrak dinyatakan bebas etanol apabila terbentuk warna jingga (warna campuran kalium dikromat dan asam sulfat) [11]. Selain itu ekstrak daun kunyit juga dilakukan skrining fitokimia untuk mengidentifikasi kandungan zat flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, dan triterpenoid sebagai senyawa antibakteri.

### *Pengenceran Ekstrak*

Ekstrak kental daun kunyit yang telah didapatkan dari hasil ekstraksi kemudian diencerkan dengan akuades agar didapatkan variasi konsentrasi ekstrak yang akan diujikan. Konsentrasi ekstrak etanol daun kunyit yang digunakan dalam penelitian yaitu konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, dan 90%.

### *Sterilisasi*

Alat yang akan digunakan dilakukan sterilisasi dengan autoklaf pada suhu  $121^\circ C$  selama 15 -30 menit. Alat yang tidak tahan panas seperti pipet dan mikropipet disterilkan dengan alkohol 70%. Ose atau sengkeli disterilkan dengan pemanasan langsung pada api bunsen hingga memijar.

### *Uji Aktivitas Antibakteri dengan Metode Difusi Cakram (Disc Diffusion)*

Suspensi biakan bakteri *E. coli* dioleskan di atas permukaan media *Nutrient agar* menggunakan *cotton swab* steril. Setelah didiamkan selama 10 menit agar suspensi terserap pada media, masing-masing cawan petri tersebut diletakkan 1 buah kertas cakram berdiameter 6 mm dengan pinset steril. Kertas cakram tersebut sebelumnya telah dicelupkan ke dalam ekstrak daun kunyit dengan konsentrasi 15%, 30%, 45%, 60%, 75%, 90%, kloramfenikol 1 % (b/v) sebagai kontrol positif, dan 1 ml akuades steril sebagai kontrol negatif selama 30 menit. Semua media uji atau cawan petri diinkubasi pada suhu  $37^\circ C$  selama 24 jam, kemudian dilakukan pengamatan dengan melihat ada tidaknya zona bening di sekitar cakram disk dan menghitung diameter zona hambat yang dihasilkan menggunakan jangka sorong.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### *Ekstrak Etanol 96% Daun Kunyit*

Metode maserasi dipilih karena ekstraksi dilakukan pada suhu kamar tanpa melalui pemanasan sehingga dapat mencegah kerusakan atau degradasi senyawa metabolit yang terkandung dalam daun kunyit [12]. Pelarut etanol 96% dipertimbangkan penggunaannya karena sifatnya selektif, non toksik, absorbsinya baik, dan memiliki kemampuan menyari yang tinggi sehingga dapat menarik senyawa baik yang bersifat non-polar, semi polar maupun polar. Selain itu pelarut etanol 96% juga dapat membuat zat aktif tersaring lebih banyak, memperbaiki stabilitas zat yang terlarut dan tidak menyebabkan pembengkakan pada membran sel bakteri

[2,13]. Dari 325 g simplisia daun kunyit dihasilkan ekstrak daun kunyit berwarna hijau kecokelatan sebanyak 50 mL.



**Gambar 1.** Daun Kunyit Segar



**Gambar 2.** Daun Kunyit Kering

#### *Hasil Uji Bebas Etanol dan Skrining Fitokimia*

Ekstrak kental daun kunyit dilakukan uji bebas etanol untuk menghindari adanya positif palsu pada perlakuan sampel nantinya dikarenakan sifat antibakteri yang terkandung dalam etanol [14]. Dari hasil pengujian diketahui bahwa sampel sudah bebas dari etanol yang dibuktikan dengan tidak terjadinya perubahan warna menjadi biru atau hijau saat ditambahkan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ )

Skrining fitokimia pada ekstrak daun kunyit dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat didalam ekstrak uji.

**Tabel 1. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Kunyit**

Uji Fitokimia	Reaksi [11,15]	Hasil
Alkaloid	Ekstrak daun kunyit + HCl + pereaksi Wagner	(+)
Flavonoid	Ekstrak daun kunyit + serbuk magnesium + HCl pekat	(+)
Tanin	Ekstrak daun kunyit + $FeCl_3$	(+)
Triterpenoid	Ekstrak daun kunyit + kloroform + asetat anhidrat + $H_2SO_4$ pekat	(-)
Saponin	Ekstrak daun kunyit + akuades	(+)

Keterangan :

(+) Positif : Mengandung senyawa uji

(-) Negatif : Tidak mengandung senyawa uji

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kunyit mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Hal tersebut didukung dengan penelitian Azhari, dkk (2018) yang menyatakan bahwa ekstrak daun kunyit menggunakan pelarut metanol mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin [10].

Kandungan senyawa di atas memiliki mekanisme kerja yang berbeda-beda dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*. Senyawa alkaloid memiliki kemampuan antibakteri, yaitu dengan menghambat sintesis dinding sel yang mengakibatkan fungsi pengangkutan aktif, fungsi permeabilitas selektif, serta terganggunya pengendalian susunan protein. Akibatnya sel bakteri kehilangan bentuk dan lisis atau pecah. Senyawa flavonoid akan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler, larut dan akan merusak membran sel bakteri. Senyawa saponin pada permukaan sel bakteri akan menurunkan tegangan sehingga permeabilitas sel meningkat yang akan menyebabkan kebocoran sel sehingga membuat senyawa intraseluler akan keluar dimana dapat menyebabkan kematian sel. Sementara tanin akan menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengkoagulasi protoplasma bakteri [16,17].

**Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Kunyit Terhadap Pertumbuhan *E. coli***

Konsentrasi Ekstrak	Diameter zona hambat (mm)				Potensi Daya Hambat
	Replika 1	Replika 2	Replika 3	Rata-rata	
15 %	7,66	7,86	9	8,17	Sedang
30 %	9,21	7,61	9	8,61	Sedang
45 %	7,8	7,58	8,6	7,99	Sedang
60 %	9,05	0	7,92	5,66	Sedang
75 %	8,85	7,61	9,66	8,71	Sedang
90 %	8,96	8,58	8,78	8,77	Sedang
Kontrol (-)	0	0	0	0	Tidak ada
Kontrol (+)	26,9	30	27,9	28,27	Sangat Kuat

Hasil uji berdasarkan tabel 2. diketahui bahwa masing-masing kelompok perlakuan memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli*. Berdasarkan kriteria daya antibakteri menurut Davis dan Stout (1971), maka potensi daya hambat ekstrak daun kunyit terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* pada konsentrasi 15% (8,17 mm) konsentrasi 30% (8,61 mm), konsentrasi 45% (7,99 mm), konsentrasi 60% (5,66 mm), konsentrasi 75% (8,71mm), dan konsentrasi 90% (8,77mm) dikategorikan sebagai potensi sedang.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ilham LA, et al. (2018) yang menyatakan bahwa ekstrak daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* [10]. Selanjutnya pada penelitian Baizuroh, et al. (2020) mengenai formulasi *hand sanitizer* ekstrak etanol daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) pada sediaan gel terhadap bakteri *E. coli* juga menunjukkan daun kunyit memiliki kemampuan antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli* [18].

Tinggi rendahnya konsentrasi ekstrak etanol daun kunyit pada penelitian ini tidak berbanding lurus dengan diameter zona hambat yang dihasilkan. Penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ilham AL, et al. (2018) menunjukkan hasil

yang tidak sesuai, dimana dalam penelitiannya diameter zona hambat pertumbuhan *E. coli* yang dihasilkan berbanding lurus dengan konsentrasi ekstrak daun kunyit.

Zeniusera dalam penelitiannya (2019) menyebutkan bahwa ada beberapa hal yang mempengaruhi diameter zona hambat pertumbuhan bakteri antara lain temperatur inkubasi, tebalnya media agar dan jenis bakteri [19].

Temperatur atau suhu inkubasi dapat mempengaruhi diameter zona hambat bakteri yang dihasilkan. Suhu yang kurang dari suhu optimal dapat menyebabkan diameter zona hambat lebih besar [19]. Hal ini bisa terjadi pada plate yang ditumpuk-tumpuk lebih dari 2 plate dalam *compact incubator*. Plate yang ditengah suhunya kurang dari 37°C atau kurang dari suhu optimal sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri uji.

Diameter zona hambat pertumbuhan bakteri juga dipengaruhi oleh tebalnya media agar, dimana ketebalan agar yang efektif yaitu sekitar 4 mm. Agar yang tebalnya < 4 mm, akan menyebabkan difusi ekstrak akan menjadi lebih cepat, sedangkan jika agar > 4 mm difusi ekstrak akan menjadi lambat [19]. Jumlah agar yang digunakan dalam penelitian ini tidak diukur, sehingga tidak dapat diketahui secara pasti ketebalan media *Nutrient agar* yang digunakan.

Menurut Fadhillah, et al. (2019), hal lain yang mempengaruhi diameter zona hambat adalah kurang homogenya larutan konsentrasi ekstrak daun kunyit sehingga senyawa antibakteri yang terkandung dalam larutan konsentrasi tidak terserap dengan baik pada kertas cakram [2].

Kontaminasi dalam inkubator juga dapat menjadi satu faktor penyebab perbedaan diameter zona hambat yang dihasilkan. Debu dan kotoran dapat beterbangan di dalam laboratorium, terbawa oleh aliran udara ketika orang beraktivitas di dalam ruangan atau membuka dan menutup pintu. Udara ruangan normal mengandung 100-1.000 mikroorganisme/m<sup>2</sup>. Pada saat membuka pintu inkubator, kontaminan seperti jamur dan virus dapat masuk ke dalam inkubator dan mengontaminasi *plate* agar [20]. Pada penelitian ini kurang diperhatikan kebersihan udara di dalam dan luar inkubator sehingga menimbulkan kontaminasi pada konsentrasi 60% replika II.

Pemilihan kloramfenikol sebagai kontrol positif didasari pada mekanisme kerjanya yang sama dengan senyawa kurkumin pada kunyit yaitu menghambat sintesis protein dengan mengikat subunit ribosom 50s dan secara langsung mencegah pembentukan protein bakteri [2,13]. Kloramfenikol merupakan salah satu antibiotik yang dapat digunakan untuk mengatasi infeksi akibat infeksi bakteri dari ordo *Enterobacterales*. Hal ini dibuktikan dengan diameter zona hambat kloramfenikol terhadap pertumbuhan *E. coli* sebesar 28,27 mm, berdasarkan CLSI (2020) termasuk dalam kategori sensitif ( $\geq 18$  mm).

Kontrol negatif menggunakan akuades steril karena akuades bersifat netral dan tidak akan memberikan efek terhadap pertumbuhan bakteri atau tidak memiliki aktivitas antibakteri, yang dibuktikan dengan tidak adanya zona hambat terhadap pertumbuhan *E. coli* (0 mm) [21].

Analisis data hasil penelitian dimulai dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel penelitian yang digunakan kurang dari 50. Hasil uji normalitas pada data penelitian ini memenuhi syarat persebaran data normal karena nilai  $p > 0,05$  yang berarti data penelitian terdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji tersebut, maka analisis bivariat yang

digunakan adalah uji *One Way Anova*. Hasil uji *One Way Anova* didapatkan nilai  $p = 0.000$  lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang berarti dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli*.

Analisis selanjutnya dilakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui kelompok perlakuan mana saja yang mempunyai perbedaan rerata diameter zona hambat yang signifikan. Pada hasil uji *Dunnet T3* terhadap pertumbuhan *E. coli* kelompok perlakuan yang mempunyai perbedaan rerata yang signifikan atau nilai  $p < 0,05$ , yaitu kelompok kontrol (+) dengan konsentrasi 15%, 30%, 45%, 75%, 90%, dan kontrol (-). Perbedaan rerata signifikan juga terlihat pada kelompok kontrol (-) dengan konsentrasi 15%, 30%, 45%, 75%, 90%, dan kontrol (+), sedangkan antara kelompok perlakuan lainnya mempunyai perbedaan rerata yang tidak signifikan atau nilai  $p > 0,05$ .

## KESIMPULAN

Ekstrak etanol daun kunyit (*Curcuma longa* Linn.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli*. Zona hambat terbesar adalah 8,77 mm pada konsentrasi 90% sedangkan zona hambat terkecil adalah 5,66 mm pada konsentrasi 60%. Tinggi rendahnya konsentrasi ekstrak etanol daun kunyit pada penelitian ini tidak berbanding lurus dengan diameter zona hambat yang dihasilkan.

## DAFTAR RUJUKAN

1. Prasetya YA, Winarsih IY, Pratiwi KA, Hartono MC, Rochimah DN. Deteksi Fenotipik *E. coli* Penghasil *Extended Spectrum Beta-lactamases* (ESBLs) pada Sampel Makanan di Krian Sidoarjo. *Life Science*. 2019;8(1):95–105.
2. Fadhillah FR. Uji Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri *E. coli* Menggunakan Ekstrak Rimpang Kunyit *Curcuma domestica* Val. *J Kesehatan Rajawali*. 2019;9(2):35–45.
3. Trisno K, Tono KP, Suarjana IGK. Isolasi dan Identifikasi Bakteri *E. coli* dari Udara pada Rumah Potong Unggas Swasta di Kota Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus [Internet]*. 2019;8(5):685-694
4. Arirahmayanti IGAE, Artini IGA, Ernawati DK. Perbandingan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma longa*) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) terhadap *E. coli* ATCC 8739. *J Medica Udayana [Internet]*. 2019;8(11):1–5
5. Bonten M, Johnson JR, Van Den Biggelaar AHJ, Georgalis L, Geurtsen J, De Palacios PI, et al. Review: Epidemiology of *E. coli* Bacteremia. *Clinical Infection Disease*. 2021;72(7) :1211–1219.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). Profil Kesehatan Indonesia 2021. Diakses pada 1 April 2023, dari <https://www.kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2021>
7. Dewi FK, Rosyidi NW, Cahyati S. Manfaat Kunyit (*Curcuma longa*) dalam Farmasi. *J Farmasi Komunitas*. 2019;2(4):1–11.
8. Cahya D, Prabowo H. Standarisasi Spesifik dan Non-Spesifik Simplisia dan Ekstrak Etanol Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *J Farmasi Udayana*. 2019;8(1):29

9. Fahryl N dan, Carolia N. Kunyit (*Curcuma domestica Val* ) sebagai Terapi Arthritis Gout. *J Majority*. 2019;8(1):251–255.
10. Azhari IL, Herla R, Dwi S, Dewirestuan S. Antimicrobial activity of turmeric leaf extract against *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae*, and *Lactobacillus acidophilus*. *IOP Conference Series Earth Environment Science*. 2018;205(1):1-8
11. Klau MLC, Indriarini D, Nurina RL. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum sanctum L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *E. coli* Secara in Vitro. *Cendana Medical Journal*. 2021;9(1):102–111.
12. Lasari PE, Puspadina V, Safitri CINH. Formulasi Dan Uji Mutu Fisik Ekstrak Rimpang Kunyit Kuning (*Curcuma domestica Val.*) Sebagai Sabun Padat. *Artik Pemakalah Paralel*. 2021;428–432.
13. Wendersteyt NV, Wewengkang DS, Abdullah SS. Uji Aktivitas Antimikroba Dari Ekstrak dan Fraksi *Ascidian Herdmania momus* dari Perairan Pulau Bangka Likupang Terhadap Pertumbuhan Mikroba *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* dan *Candida albicans*. *J Pharmacon*. 2021;10(1):706-712
14. Masniawati A. Analisis Fitokimia Umbi Talas Jepang *Colocasia esculentai L. (Schott) var. antiquorum* dan Talas Kimpul *Xanthosoma sagittifolium L. (Schott)* dari Dataran Rendah. *Ilmu Alam dan Lingkungan*. 2021;12 (2)(2):7–14.
15. Sogandi S, Amelia A. Antibacterial Potency from Ethanol Extract Leaves of Kluwih (*Artocarpus camansi Blanco*) against *Shigella dysenteriae* and *Bacillus subtilis*. *J Ilmu Dasar*. 2020;21(2):105-114
16. Widiani PI, Pinatih KJP. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *J Medica Udayana*. 2020;9(3):22–28.
17. Rohimah IU, Susetyorini RE, Husamah H. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun *Jasminum sambac L.* terhadap Diameter Zona Hambat *Propionibacterium acnes*. *Bioma Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 2021;6(2):202–213.
18. Baizuroh N, Yahdi Y, Dewi YK. Uji Kualitas Hand Sanitizer Ekstrak Daun Kunyit (*Curcuma Longa Linn*). *J Al-Kimiya*. 2020;7(2):88–94.
19. Zeniusa P, Ramadhian MR, Nasution SH, Karima N. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Teh Hijau terhadap *E. coli* Secara *In Vitro*. *J Majority*. 2019;8(2):136–143.
20. PHC Corporation of North America. (2019). Mitigating Contamination in the Cell Culture Incubator. Diakses pada 1 September 2023, dari <https://www.labrepc.com/wp-content/uploads/2018/11/Mitigating-Contamination-in-the-Cell-Culture-Incubator.pdf>
21. Gerung WHP, Fatimawali, Irma A. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Belimbing Botol (*Averrhoa bilimbi L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat. *J Pharmacon*. 2021;10(4):1087–1093.