

## Jumlah Koloni *Staphylococcus epidermidis* pada Sel Epitel Saluran Urinaria Pasca Treatment Ekstrak Daun Kecombrang (*Etlingera elatior*)

*The Number of Staphylococcus epidermidis Colonies in Urinary Tract Epithelial Cells After Treatment with Torch Ginger Leaf Extract (Etlingera elatior)*

Aupi Dalila\*, Noor Hujjatusnaini, Lilin Ika Nur Indah Sari, Ridha Nirmalasari

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia  
\*corresponding author, Email: aupidalila@gmail.com

### Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 23/01/2025  
Disetujui : 11/03/2025

### Abstract

*Etlingera elatior* is known to have antimicrobial effects, but its potential as a therapeutic agent for cystitis inflammation due to *Staphylococcus epidermidis* in vivo is still limited. This study aims to examine the synergy of bioactive compounds and antioxidants of *Etlingera elatior* in suppressing oxidative stress and inflammation that accompany infection, so it is still very necessary to validate previous findings as an alternative treatment for cystitis. The study used a true-experimental posttest group design. The intervention involved the therapeutic effect on 28 male Balb/c mice infected with *Staphylococcus epidermidis*. *Etlingera elatior* extract was tested at concentrations of 40%, 50%, 60%, 70%, and 80%. Data were analyzed using the One-Way ANOVA statistical method. The results showed a significant decrease in effective cystitis infection at a concentration of 50%, based on the morphology and total colonies in the urinary tract of mice after therapy. The conclusion is that *Etlingera elatior* extract has the potential to be an effective therapy for cystitis infection infected with *Staphylococcus epidermidis* in vivo. Its antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant effects are able to suppress inflammation most effectively at a concentration of 50%. These findings validate the results of previous studies and can be used as a basis for further studies related to the effectiveness of the extract as an alternative therapy for cystitis.

**Key Words :** *Etlingera elatior*; Cystitis; Antimicrobia, Epithel cell; Colony; Urinaria

### Abstrak

*Etlingera elatior* dikenal memiliki efek antimikroba, tetapi potensinya sebagai agen terapi inflamasi cystitis akibat *Staphylococcus epidermidis* secara in vivo masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sinergi senyawa bioaktif dan antioksidan *Etlingera elatior* dalam menekan stres oksidatif dan inflamasi yang menyertai infeksi, sehingga masih sangat diperlukan untuk memvalidasi temuan sebelumnya sebagai alternatif pengobatan cystitis. Penelitian menggunakan desain true-experimental posttest group. Intervensi melibatkan efek terapi pada mencit jantan galur Balb/c yang terinfeksi *Staphylococcus epidermidis* sebanyak 28 ekor. Ekstrak *Etlingera elatior* diuji pada konsentrasi 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%. Data dianalisis menggunakan metode statistik One-Way ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan adanya signifikansi penurunan infeksi cystitis efektif pada konsentrasi 50%, berdasarkan morfologi dan total koloni pada saluran urinaria mencit pasca terapi. Penelitian ini membuktikan bahwa Pemberian Daun Kecombrang dapat menurunkan jumlah koloni *staphylococcus epidermidis* urinaria pasca treatment. Simpulan bahwa ekstrak *Etlingera elatior* berpotensi sebagai terapi efektif untuk infeksi cystitis terinfeksi *Staphylococcus epidermidis* secara in-vivo. Efek antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidannya mampu menekan peradangan paling efektif pada konsentrasi 50%. Temuan ini memvalidasi hasil penelitian sebelumnya dan dapat dijadikan dasar untuk studi lanjutan terkait efektivitas ekstrak sebagai alternatif terapi cystitis.

**Kata kunci :** *Etlingera elatior*; Cystitis; Antimikroba, Sel epitel; Koloni; Urinaria

## PENDAHULUAN

Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan masalah kesehatan yang umum dan mempengaruhi jutaan orang setiap tahunnya di seluruh dunia. Berdasarkan data global, tercatat bahwa ada sekitar 150 juta kasus ISK per tahun, dengan prevalensi yang lebih tinggi pada wanita dibandingkan pria (Flores-Mireles et al., 2015). Hal ini disebabkan oleh perbedaan anatomi sistem kemih yang membuat wanita lebih rentan terhadap infeksi tersebut (Flores-Mireles et al., 2015). Pada umumnya ISK disebabkan oleh bakteri, terutama *Escherichia coli*. Tetapi bakteri lain seperti *Staphylococcus*

*saprophyticus* dan *Staphylococcus epidermidis* juga dapat menjadi penyebab, terutama pada kasus-kasus yang melibatkan penggunaan kateter atau prosedur medis tertentu (Hoffmann et al., 2021).

ISK apabila tidak segera ditangani akan berpotensi menimbulkan komplikasi serius. Salah satu komplikasi yang dapat terjadi adalah cystitis, yaitu peradangan pada kandung kemih yang seringkali disebabkan oleh infeksi bakteri seperti *Staphylococcus epidermidis* (Flores-Mireles et al., 2015). Infeksi ini ditandai dengan gejala seperti nyeri saat buang air kecil, rasa terbakar, serta sering

berkemih. Pada kondisi yang lebih parah, infeksi ini dapat menyebar ke sepanjang saluran urinaria dan ginjal. Bahkan pada kondisi lebih parah dapat mengakibatkan kerusakan pada sel epitel ginjal, yang berisiko menimbulkan komplikasi lainnya (Wagenlehner et al., 2016). Pengobatan ISK saat ini umumnya menggunakan antibiotik. Tetapi resistensi bakteri terhadap antibiotik menjadi tantangan besar dalam terapi infeksi. Peningkatan resistensi antibiotik ini mendorong eksplorasi pengobatan herbal alternatif yang lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan (Mensah et al., 2016). Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan bahan alami, seperti ekstrak tumbuhan yang telah terbukti memiliki potensi antimikroba.

*Etlingera elatior* atau dikenal di Kalimantan Tengah sebagai tanaman kecombrang adalah salah satu tanaman yang memiliki potensi besar sebagai agen antimikroba. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk tanin, yang memiliki sifat antimikroba dan antioksidan (Sari et al., 2016). Tanin pada *Etlingera elatior* diketahui mampu menghambat pertumbuhan berbagai mikroorganisme patogen dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Di samping itu, *Etlingera elatior* memiliki kandungan senyawa fenolik yang dikenal memiliki efek antioksidan dan antimikroba yang signifikan (Jackie et al., 2011). Potensi antimikroba *Etlingera elatior* telah diteliti pada berbagai bakteri, tetapi penelitian khusus mengenai efeknya terhadap *Staphylococcus epidermidis* pada kasus cystitis serta dampaknya pada morfologi sel epitel ginjal masih terbatas.

Untuk memahami secara lebih mendalam efektivitas antimikroba dan dampak ekstrak *Etlingera elatior* pada infeksi cystitis, maka dilakukan pembuktiannya secara *in vivo*. Melalui pendekatan ini, efek dari ekstrak *Etlingera elatior* terhadap cystitis terinfeksi *Staphylococcus epidermidis* dapat diamati dengan indikator morfologi sel epitel kandung kemih dan saluran urinaria. Metode *in vivo* ini juga memungkinkan untuk mengevaluasi perubahan fisiologis yang lebih kompleks, sehingga memberikan hasil yang lebih relevan. Penelitian relevan sebelumnya menunjukkan bahwa tanin pada *Etlingera elatior* mampu memberikan aktivitas antimikroba terhadap beberapa jenis bakteri, termasuk *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Staphylococcus epidermidis* (Putri & Dewi, 2020). Aktivitas antibakteri tanin diduga melalui mekanisme pengikatan dengan enzim dan protein bakteri, yang menyebabkan gangguan pada aktivitas sel bakteri, seperti kerusakan dinding sel dan gangguan proses metabolisme (Donadio et al., 2021).

Analisis efek antimikroba *Etlingera elatior* terhadap mencit penderita cystitis terinfeksi *Staphylococcus epidermidis* diharapkan dapat menjadi informasi lebih lanjut sebagai terapi cystitis alternatif, sekaligus sebagai penegasan temuan

sebelumnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan pengobatan ISK cystitis dengan menggunakan ekstrak *Etlingera elatior* sebagai agen terapeutik herbal.

## **MATERI DAN METODE**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Tadris Biologi Instiut Agama Islam Negeri Palangkaraya, selama 6 bulan, dimulai pada bulan April hingga September 2024. Bahan-bahan yang digunakan antara lain mencit jantan galur Balb/C sebanyak 28 ekor umur  $\pm 3-4$  minggu dengan berat badan  $\pm 28$  gr. Serbuk daun *Etlingera elatior* 2500gr dilakukan proses ekstraksi dengan ethanol 96%, kemudian dilakukan pengenceran 40%, 50%, 60%, 70% dan 80%. Alkohol 70%, kloroform, larutan standar asam galat, reagen folin-ciocalteu, larutan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), gallic acid, vaselin, ciprofloxacin 250mg, aquades steril, aluminium foil serta baakteri *S. epidermidis*. Alat yang digunakan yaitu laminar air flow, *autoklaf*, gelas beker, labu erlenmeyer, pengaduk besi, pengaduk kaca, corong kaca, magnetik stirrer, busen, pipet tetes, *hot plate*, mikropipet, inkubator, neraca digital, timbangan, beker 1000ml, spektrofotometer uv-Vis panjang gelombang 760 nm, sonde lambung, micro tube, spuute, cawan petri, tabung reaksi, colony counter, dan centrifuge.

### **Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder**

Uji kuantitatif dalam penelitian ini meliputi uji antioksidan, total flavonoid dan total tanin. Aktivitas antioksidan diukur dengan metode fotometri. Radikal bebas yang digunakan adalah DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Ekstrak daun *Etlingera elatior* disiapkan terlebih dahulu dengan berbagai konsentrasi yang akan digunakan, yaitu (40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%). 1 mL dari setiap konsentrasi ekstrak tersebut akan diaduk dengan menggunakan 3 mL larutan DPPH 0,1 mM yang sudah larut dalam metanol. Campuran tersebut akan diinkubasi dalam kegelapan selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya, absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan fotometer. Aktivitas antioksidan akan diukur dalam bentuk persentase inhibisi DPPH, yang akan menunjukkan seberapa efektif ekstrak dalam menetralsir radikal bebas yang ada dalam *Etlingera elatior* tersebut.

Uji total tanin dilakukan dengan metode kolorimetri atau yang sering disebut dengan metode analisis kualitatif guna untuk mengetahui konsentrasi suatu zat dalam larutan, menggunakan reagen aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ). Dalam proses ini, menggunakan 1 mL ekstrak daun *Etlingera elatior* dengan konsentrasi 1 mg/mL yang dicampurkan dengan 0,3 mL larutan  $\text{AlCl}_3$  10% dan 0,3 mL larutan natrium asetat 1 M. Campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang sebelum absorbansinya diukur pada panjang gelombang 415

nm dengan menggunakan fotometer. Sebagai standar, digunakan larutan kuersetin 10 µg/mL untuk membuat kurva kalibrasi, dan hasil analisis flavonoid dalam ekstrak dapat dihitung dan dinyatakan dalam ekuivalen kuersetin.

Pengukuran total tanin yang terdapat dalam ekstrak *Etingera elatior* juga menggunakan metode Folin-Ciocalteu atau yang disebut dengan metode analisis untuk menentukan total tanin dalam suatu sampel. Dalam pengujian ini, diperlukan 1 mL ekstrak (konsentrasi 1 mg/mL) dicampurkan dengan menggunakan 0,5 mL larutan Folin-Ciocalteu dan 1 mL larutan sodium karbonat 7,5%. Campuran tersebut diinkubasi dalam gelap pada suhu ruang selama 30 menit, kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang 765 nm dengan menggunakan spektrofotometer. Larutan asam galat 10 µg/mL akan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi, dan kandungan polifenol dinyatakan dalam ekuivalen asam galat (mg GAE/g ekstrak)

### Prosedur Eksperimental

Mencit terlebih dahulu diinduksi dengan menggunakan biakan mikroba *S. epidermidis* melalui penyuntikan intraperitoneal sebanyak 1ml. Biakan tersebut diencerkan terlebih dahulu dalam pelarut pepton 0,1% dengan menggunakan pH 4,5. Sebelum diberikan perlakuan ekstrak *Etingera elatior*, mencit terlebih dahulu dikondisikan mengalami penyakit ISK dengan diinfeksi menggunakan biakan mikroba *S. epidermidis* selama 7 hari. Pada hari kedelapan, baru dilakukan observasi klinis pada permukaan area genital mencit untuk dapat mengidentifikasi gejala terjadinya infeksi. Area genital mencit terlihat mengalami kerusakan dengan tanda-tanda klinis berupa warna merah kehitaman, perubahan warna urin menjadi kuning kecoklatan, dan jumlah koloni bakteri infeksi melebihi 10<sup>3</sup> CFU/mL. Dengan demikian, mencit tersebut sudah dapat dikategorikan terindikasi dan mengalami penyakit cystitis. Data observasi klinis dilakukan dengan mengamati indikator warna area genital dan warna urin secara kuantitatif, menggunakan skala Likert (Tabel 1). Total koloni bakteri yang terinfeksi tersebut pada saluran urinaria sesuai dengan batas minimum koloni bakteri yang ditetapkan oleh *American Urological Association* (AUA).

Perlakuan penelitian berupa pemberian ekstrak daun *Etingera elatior* per oral menggunakan sonde lambung, dengan dosis 200 mg/kg BB untuk Kelompok I (200 mg/kg BB = 5.6 mg): 16.8 mg/hari, Kelompok II (400 mg/kg BB = 11.2 mg): 33.6 mg/hari, Kelompok III (600 mg/kg BB = 16.8 mg): 50.4 mg/hari, Kelompok IV (800 mg/kg BB = 22.4 mg): 67.2 mg/hari, dan Kelompok V (1000 mg/kg BB = 28.0 mg): 84.0 mg/hari. Pemberian ekstrak kepada seluruh hewan coba, untuk mengobservasi dilakukan

**Tabel 1.** Indikator Kuantitatif Observasi Klinis Infeksi

Indikator	Skala	Keterangan
Warna Area genital	1	Normal
	2	Agak Merah
	3	Merah
	4	Sangat Merah
Warna Urin	1	Normal (Kuning Bening)
	2	Kuning Pucat / keruh
	3	Kuning Tua / agak pekat
	4	Kuning Kecoklatan
Morfologi Sel Epitel	1	Normal Kemerahan tanpa benjolan
	2	Agak pucat dengan sedikit benjolan
	3	Pucat dengan disertai banyak benjolan
	4	Sangat Pucat disertai banyak benjolan

3 kali sehari dengan dosis 0,6ml selama 7 hari. Pada hari ke-delapan dilakukan pembedahan total koloni *S. epidermidis* dan morfologi sel epitel sepanjang saluran urinaria sampai dengan ginjal mencit dan kandung kemih mencit cystitis pasca terapi, dengan menggunakan metode *Mice Ligated Ilea Loop* (MLIL) Model (Sumarno et al., 2015). Pemilihan metode MLIL dengan pertimbangan ukuran subyek penelitian yang relatif lebih kecil, sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan metode *Rabbit Ilea Loop* (RIL) Models. Di samping itu, prosedur MLIL dipandang tidak menyakitkan dan lebih sesuai dengan etika penelitian, karena subyek dikondisikan mati sebelum dilakukan perlakuan selanjutnya.

### Statistical Analysis

Analisis data yang dilakukan secara kuantitatif berupa data total koloni *S. epidermidis* dan morfologi sel epitel sepanjang saluran urinaria sampai dengan ginjal mencit dan kandung kemih mencit cystitis pasca terapi menggunakan *One Way Anava analysis*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Metabolit Sekunder

Pengujian fitokimia bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang dapat berpotensi sebagai terapi ISK. Penelitian ini akan mengeksplorasi senyawa – senyawa seperti flavonoid, dan lainnya dalam ekstrak *Etingera elatior*. Senyawa - senyawa tersebut memiliki efek antimikroba yang sangat besar terhadap Infeksi Saluran Kemih. Hasil pengujian ini akan menjadi landasan yang sangat kuat untuk melakukan pengembangan bahan terapi herbal yang efektif dan aman dalam penanganan cytitis. Selain itu, juga akan menjamin kualitas serta keamanan penggunaan ekstrak *Etingera elatior*, untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

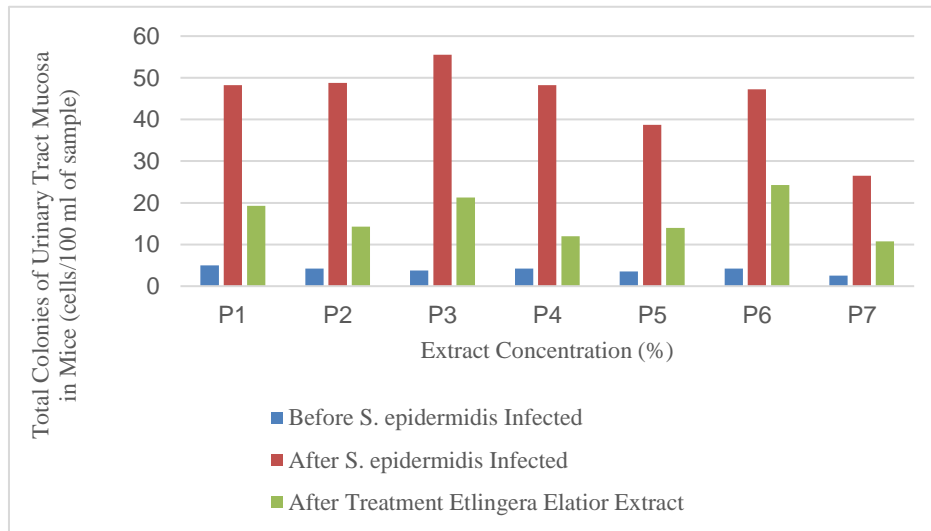
**Tabel 2.** Hasil Uji Metabolit Sekunder

Sample Ekstrak <i>Etilingera elatior</i>	Golongan Metabolit Sekunder				
	Uji Flavonoid	Uji Alkaloid	Uji Tanin	Uji Terpenoid	Uji Saponin
Hasil	+	+	+	+	+

Keterangan :

(+) : Terdeteksi mengandung senyawa kimia yang diujikan

(-) : Terdeteksi tidak mengandung senyawa kimia yang diujikan



**Gambar 5.** Perbandingan gambaran klinis berdasarkan indikator total koloni *S. epidermidis* sebelum dan sesudah terapi

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 tampak jumlah koloni mukosa saluran kemih yang terkena *S. epidermidis* mencit pada berbagai konsentrasi ekstrak *Etilingera elatior*, berikut adalah interpretasi data mengenai perubahan jumlah koloni sebelum infeksi, setelah infeksi, dan setelah pemberian terapi. Jumlah koloni pada mukosa sel epitel area genital mencit dalam kondisi normal tetap rendah di seluruh kelompok (P1–P7) setelah mendapatkan perlakuan *Etilingera elatior*, dengan rentang nilai antara 2,5 hingga 5 sel per 100 mL sampel. Setelah infeksi tampak terjadi peningkatan signifikan dalam jumlah koloni di semua kelompok, dengan nilai tertinggi mencapai 55,5 sel per 100 ml pada kelompok P3. Hal ini mengindikasikan bahwa infeksi menyebabkan proliferasi mikroba secara drastis pada mukosa sel epitel area genital. Jumlah koloni *S. epidermidis* pada mukosa sel epitel area genital mengalami penurunan pada semua kelompok konsentrasi pasca terapi, meskipun tidak semuanya kembali ke nilai awal. Penurunan terbesar terlihat pada kelompok P7 (konsentrasi tertinggi), di mana jumlah koloni berkurang menjadi 10,75 sel per 100 ml, menunjukkan efektivitas terapi yang lebih baik pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi. Namun, pada konsentrasi lebih rendah seperti P1 dan P2, penurunan tidak terlalu signifikan dibandingkan kelompok lainnya. Data ini menunjukkan bahwa

ekstrak *Etilingera elatior* memiliki potensi antimikroba terhadap koloni *S. epidermidis* dengan efektivitas yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Terapi pada konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi (terutama pada P7) menunjukkan penurunan koloni yang lebih signifikan, yang menunjukkan bahwa ekstrak *Etilingera elatior* efektif sebagai agen antimikroba dalam konsentrasi yang optimal.

Berdasarkan Tabel 3, terapi dengan ekstrak *Etilingera elatior* menunjukkan efek yang signifikan terhadap morfologi sel epitel dan jumlah koloni *S. epidermidis* di sepanjang saluran urinaria hingga kandung kemih dan ginjal. Nilai F untuk morfologi sel epitel adalah 11,310 dengan tingkat signifikansi (Sig) sebesar 0,001. Karena nilai Sig lebih kecil dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada morfologi sel epitel di antara kelompok perlakuan setelah diberikan terapi ekstrak *Etilingera elatior*, menunjukkan efek ekstrak ini terhadap perubahan struktur morfologis sel epitel di area yang terinfeksi. Sejalan dengan data observasi morfologi, data jumlah koloni *S. epidermidis* pada Tabel 3 menunjukkan nilai F sebesar 576,067 dengan tingkat signifikansi 0,000, yang juga lebih kecil dari 0,05. Ini mengindikasikan adanya perbedaan yang sangat signifikan dalam jumlah koloni *S. epidermidis* di antara kelompok perlakuan. Data ini dapat

**Tabel 3.** Data Efek *Etilingera elatior* Terhadap Sel Epitel saluran urinaria sampai dengan kandung kemih dan ginjal setelah terapi

		Sum of Squares		Df	Mean Square	
		Morfology	∑ Colony <i>S. epidermidis</i>		Morfology	∑ Colony <i>S. epidermidis</i>
	Between Groups	23.429	617.214	6	3.905	102.869
	Within Groups	7.250	3.750	21	.345	.179
	Total	30.679	620.964	27		
Morphology	F	11.310				
	Sig	0,001				
∑ Colony <i>S. epidermidis</i>	F	576.067				
	Sig	0,00				

**Tabel 4.** Signifikansi Efek Antimikroba *Etilingera elatior* Terhadap Sel Epitel saluran urinaria sampai dengan kandung kemih dan ginjal

<i>Etilingera elatio</i>		Subset for alpha = 0.05							
<i>Extract</i>	N	Morfology			∑ Colony <i>S. epidermidis</i>				
		1	2	3	1	2	3	4	
P2	4	1.2500 <sup>a</sup>			11.7500 <sup>a</sup>	11.7500 <sup>b</sup>			
P5	4	1.2500 <sup>a</sup>			12.7500 <sup>a</sup>	12.7500 <sup>b</sup>			
P6	4	1.2500 <sup>a</sup>				13.0000 <sup>b</sup>			
P7	4	1.2500 <sup>a</sup>			11.0000 <sup>a</sup>				
P4	4	1.7500 <sup>a</sup>			11.7500 <sup>a</sup>	11.7500 <sup>b</sup>			
P3	4		2.7500 <sup>b</sup>					21.2500 <sup>d</sup>	
P1	4			3.7500 <sup>c</sup>			19.2500 <sup>c</sup>		
Sig.		.292	1.000	1.000					

diinterpretasikan bahwa ekstrak *Etilingera elatior* efektif dalam mengurangi jumlah koloni bakteri di saluran urinaria, kandung kemih, dan ginjal mencit yang mengalami infeksi cystitis. Untuk menentukan signifikansi pengaruh masing-masing kelompok perlakuan dalam penelitian, dilakukan uji Duncan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 tampak ada perbedaan signifikan dalam efek antimikroba ekstrak *Etilingera elatior* terhadap morfologi sel epitel ginjal dan jumlah koloni *S. epidermidis* di antara kelompok perlakuan. Pada variabel morfologi sel epitel, terdapat tiga subset hasil uji Duncan yang menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok-kelompok perlakuan. Kelompok P2, P5, P6, P7, dan P4 masuk dalam subset yang sama (subset 1) dengan nilai morfologi rata-rata sebesar 1,25 hingga 1,75, menandakan bahwa perlakuan pada kelompok ini menghasilkan efek yang serupa terhadap morfologi sel epitel. Kelompok P3 berada pada subset kedua dengan rata-rata nilai morfologi 2,75, sedangkan kelompok P1 berada pada subset ketiga dengan rata-rata nilai 3,75. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok P1 memiliki efek yang signifikan lebih besar terhadap perubahan morfologi dibandingkan dengan kelompok lainnya.

Untuk variabel jumlah koloni *S. epidermidis*, uji Duncan menunjukkan empat subset yang berbeda, yang mengindikasikan adanya variasi yang signifikan di antara kelompok perlakuan. Kelompok P2, P5, dan P4 tergabung dalam subset pertama dan kedua, dengan nilai rata-rata jumlah koloni yang

rendah (11,75 hingga 12,75), mengindikasikan bahwa perlakuan pada kelompok ini memiliki efek antimikroba yang cukup baik dalam mengurangi jumlah koloni *S. epidermidis*. Kelompok P6 masuk dalam subset ketiga dengan rata-rata koloni 13,00, sementara kelompok P3 dan P1 memiliki jumlah koloni yang lebih tinggi dan masuk dalam subset yang lebih tinggi (21,25 dan 19,25, masing-masing). Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok P3 dan P1 kurang efektif dalam menurunkan jumlah koloni bakteri dibandingkan kelompok lainnya. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi ekstrak *Etilingera elatior* yang paling efektif dalam mengurangi jumlah koloni *S. epidermidis* dan didukung dengan data observasi klinis morfologi sel epitel di sepanjang saluran urinaria, kandung kemih, dan ginjal mencit yang mengalami cystitis pasca terapi adalah pada kelompok P4, dan P5, yang efek antimikrobanya tidak berbeda secara statistik dengan kontrol positif penelitian (P2).

*Etilingera elatior* memberikan pemahaman penting tentang potensi pengobatan herbal untuk mengatasi masalah kesehatan umum seperti cystitis. Cystitis, yang merupakan peradangan pada kandung kemih, biasanya disebabkan oleh infeksi bakteri, dan pengobatan konvensional umumnya melibatkan antibiotik, yang dapat menimbulkan masalah resistensi serta efek samping. Senyawa metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid, yang terdapat dalam ekstrak *Etilingera elatior*, memainkan peran penting dalam mekanisme terapeutiknya. Flavonoid diketahui memiliki

aktivitas antimikroba yang kuat, sementara alkaloid dan terpenoid menunjukkan sifat antiinflamasi dan antioksidan. Penelitian yang dilakukan oleh (Hadi et al., 2023) memperkuat temuan ini, menunjukkan bahwa ekstrak tanaman tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan berbagai patogen penyebab infeksi saluran kemih, menjadikannya calon yang menjanjikan untuk terapi herbal.

Indikator seperti perubahan warna pada area genital dan urin sangat penting untuk menilai respons terhadap terapi. Warna yang lebih terang atau mendekati kondisi normal setelah terapi mengindikasikan adanya pengurangan infeksi atau inflamasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Diele-Viegas & Rocha, 2020) yang menyatakan bahwa perubahan visual dapat digunakan sebagai indikator non-invasif untuk menilai efektivitas terapi. Selain itu, studi terbaru oleh (Lionardi et al., 2024) juga menunjukkan bahwa pemeriksaan visual terhadap parameter urin dapat memberikan informasi penting tentang kondisi kesehatan pasien setelah menjalani terapi herbal.

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam daun *Etilingera elatior*, seperti flavonoid, menunjukkan sifat antiinflamasi yang signifikan. Flavonoid bekerja dengan menghambat produksi sitokin proinflamasi seperti IL-6 dan TNF- $\alpha$ , yang membantu mengurangi penumpukan sel-sel imun di daerah peradangan. Alkaloid berperan dalam menghambat enzim yang terlibat dalam sintesis prostaglandin, sehingga mengurangi reaksi inflamasi dan mengurangi gejala seperti nyeri dan kemerahan. Terpenoid bertindak sebagai antioksidan dan menurunkan permeabilitas pembuluh darah, yang berkontribusi mengurangi pembengkakan (edema). Dengan berkurangnya mediator inflamasi, efek terapeutik senyawa ini dapat mempengaruhi tingkat seluler, termasuk pengurangan kemerahan dan kembalinya warna urin ke kondisi normal. Secara keseluruhan, senyawa metabolit sekunder dalam daun *Etilingera elatior* menunjukkan potensi besar dalam mengatasi peradangan, meredakan gejala inflamasi seperti nyeri dan kemerahan, serta membantu normalisasi kondisi tubuh dengan mengurangi dampak negatif pada respons imun.

Senyawa aktif dalam ekstrak daun *Etilingera elatior* memiliki potensi sebagai terapi efektif untuk mengatasi infeksi *S. epidermidis* yang menyebabkan *cystitis*. Melalui berbagai mekanisme seperti merusak membran sel, mengganggu sintesis protein, dan memodulasi respons imun, senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan meningkatkan efektivitas pengobatan. Menurut penelitian terdahulu oleh (Borisova & Reihmane, 2013) menyoroti peran tannin dalam mengubah permeabilitas membran sel, sedangkan (Huang et al., 2022) menunjukkan sinergi antara saponin dan flavonoid dalam meningkatkan permeabilitas membran. (Planeación et al., 2016) meneliti efek senyawa aktif terhadap sintesis protein dan DNA/RNA, sementara (Rezaldi et al., 2024)

menjelaskan bagaimana senyawa antimikroba menghasilkan stres oksidatif yang merusak komponen seluler (Adolph, 2016) meneliti pengaruh senyawa dalam menghambat pembentukan biofilm, menambah bukti mengenai efektivitas terapi berbasis ekstrak.

Pada observasi morfologi sel epitel ginjal mencit yang sebelumnya menunjukkan kerusakan akibat infeksi *S. Epidermidis* yang mengalami perbaikan yang signifikan setelah perlakuan dengan ekstrak, dan hasil menunjukkan bahwa ekstrak *Etilingera elatior* bersifat protektif terhadap sel epitel ginjal. Begitu juga dengan jumlah koloni *S. epidermidis*, yang menunjukkan penurunan yang signifikan setelah terapi, dengan konsentrasi ekstrak pada kelompok P4 dan P5 yang menunjukkan hasil terbaik. Hal ini menandakan bahwa ekstrak *Etilingera elatior* efektif dalam menurunkan infeksi tanpa merusak sel epitel ginjal.

Flavonoid sebagai senyawa polifenol yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan struktur dinding sel bakteri, terutama dengan komponen yang membentuk membran sel, seperti fosfolipid dan protein. Flavonoid dapat menyusup ke dalam lapisan membran sel bakteri dan berikatan dengan komponen lipid. Interaksi ini mengubah sifat fungsional membran sel, mengganggu keseimbangan lipid, dan menyebabkan kerusakan pada struktur membran yang vital untuk kelangsungan hidup bakteri. Hal ini menyebabkan kebocoran ion dan molekul penting dari dalam sel bakteri, yang mengarah pada kematian bakteri atau penghambatan pertumbuhannya (Media et al., 2017). Penghambatan enzim esensial bakteri yang dipengaruhi oleh flavonoid dapat menghambat berbagai enzim yang penting untuk sintesis dinding sel bakteri, seperti enzim yang terlibat dalam biosintesis peptidoglikan, yang merupakan komponen utama dinding sel bakteri. Dengan menghambat enzim ini, flavonoid mencegah pembentukan dinding sel bakteri yang utuh, yang akhirnya mengarah pada kerusakan dinding sel dan kematian bakteri. Di samping itu, flavonoid juga diketahui dapat meningkatkan produksi radikal bebas di dalam sel bakteri. Stres oksidatif ini merusak berbagai komponen seluler, seperti DNA, protein, dan lipid, yang berujung pada gangguan fungsi bakteri dan kematiannya (Cahyani, 2022).

Senyawa polifenol lainnya adalah tannin, yang berfungsi dalam beberapa cara untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan mengganggu integritas dinding sel bakteri. Tannin memiliki kemampuan untuk berikatan dengan protein bakteri dan membentuk kompleks tidak larut. Protein-protein ini adalah bagian penting dari dinding sel dan membran bakteri. Dengan mengikat protein-protein ini, tannin mengganggu proses pembentukan dan pemeliharaan dinding sel yang utuh. Akibatnya bakteri kehilangan kekuatan strukturalnya, meningkatkan permeabilitas membran, dan menyebabkan kebocoran seluler yang

mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri. Tannin juga dapat menghambat pembentukan biofilm bakteri, yaitu lapisan pelindung yang terbentuk di sekitar koloni bakteri untuk melindungi diri dari faktor eksternal, termasuk antibiotik. Dengan menghambat biofilm, tanin meningkatkan kepekaan bakteri terhadap sistem kekebalan tubuh dan pengobatan, sehingga bakteri lebih mudah dimusnahkan. Pengrusakan dinding sel bakteri yang dipengaruhi oleh mekanisme tannin berhubungan dengan fungsinya sebagai agen oksidatif, yang mengoksidasi komponen-komponen kritis dalam sel bakteri, seperti protein dan asam nukleat, yang mengarah pada disfungsi dan kematian sel bakteri (Moenadjat, 2023).

Flavonoid dan tanin yang terkandung dalam ekstrak *Etlíngera elatíor* tidak hanya berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi juga memiliki aktivitas antiinflamasi yang penting dalam mengurangi peradangan yang terjadi selama infeksi bakteri. Mekanisme kerja kedua senyawa ini dalam meredakan peradangan melibatkan beberapa langkah. Pertama, flavonoid dan tanin menghambat produksi mediator inflamasi, seperti prostaglandin dan leukotrien, yang bertanggung jawab atas peradangan dan nyeri. Flavonoid dapat menghambat enzim COX-2, yang terlibat dalam sintesis prostaglandin, sehingga mengurangi peradangan pada saluran urinaria dan ginjal. Selain itu, flavonoid dan tanin juga mengurangi produksi sitokin inflamasi seperti TNF- $\alpha$  dan IL-6, yang berkontribusi pada peradangan akut, serta memodulasi sistem imun dengan mengaktifkan atau menurunkan aktivitas sel imun, seperti makrofag dan limfosit, untuk mempercepat pemulihan jaringan yang rusak, termasuk sel epitel pada saluran urinaria dan ginjal (Stevens Barrón et al., 2023).

Setelah terapi dengan ekstrak *Etlíngera elatíor*, yang mengandung flavonoid dan tanin, terjadi perbaikan signifikan pada kondisi jaringan yang rusak akibat infeksi *S. epidermidis*. Penurunan peradangan mengarah pada pemulihan jaringan yang lebih cepat dan mengurangi risiko kerusakan lebih lanjut pada sel epitel ginjal dan saluran urinaria. Selain itu, kombinasi aktivitas antimikroba dan antiinflamasi ini secara efektif menurunkan jumlah koloni *S. epidermidis* di sepanjang saluran urinaria, kandung kemih, dan ginjal. Hal ini berkontribusi pada perbaikan kondisi morfologi sel epitel ginjal yang sebelumnya rusak akibat infeksi, menunjukkan bahwa ekstrak *Etlíngera elatíor* memiliki potensi untuk memperbaiki kondisi saluran kemih dan ginjal tanpa menimbulkan efek samping yang merugikan (Umbas et al., 2022).

Flavonoid dan tanin dalam ekstrak *Etlíngera elatíor* tidak hanya efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi juga berperan dalam mengurangi peradangan dan memperbaiki jaringan yang terinfeksi. Proses ini membantu memulihkan kondisi klinis mencit yang mengalami infeksi

cystitis, yang tercermin dari perbaikan morfologi sel epitel serta pengurangan jumlah koloni bakteri dalam saluran urinaria dan ginjal

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi efek terapeutik dari daun *Etlíngera elatíor*, namun terbatas pada efek antimikroba yang diuji secara *in vitro*. Selain itu, penelitian lain juga belum fokus pada efek inflamasi *cystitis* akibat infeksi *S. epidermidis* secara *in vivo*. Penelitian ini berbeda karena menganalisis sinergi kandungan senyawa metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan dalam menekan stres oksidatif dan inflamasi secara seluler, termasuk peran masing-masing senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid dalam memodulasi respons imun, menghambat sintesis protein, serta merusak membran sel bakteri. Efek terapeutik ekstrak *Etlíngera elatíor* terhadap gejala klinis menjadi fokus utama penelitian ini, sehingga dapat melengkapi informasi dari temuan sebelumnya. Penelitian ini juga mengidentifikasi perubahan warna urin dan area genital sebagai indikator efektivitas terapi, meskipun indikator ini bersifat subjektif dan dipengaruhi oleh faktor eksternal. Di samping itu, analisis toksisitas ekstrak *Etlíngera elatíor* belum dilakukan secara mendalam, menjadikannya sebagai kekurangan dari penelitian ini. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi potensi daun *Etlíngera elatíor* sebagai terapi *cystitis* dengan lebih spesifik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas efek antimikroba daun *Etlíngera elatíor* secara *in vitro*, tetapi belum ada yang meneliti efeknya terhadap inflamasi *cystitis* secara *in vivo*. Penelitian ini melengkapi kekurangan tersebut dengan menganalisis mekanisme kerja senyawa aktif dalam menghambat sintesis protein dan merusak membran sel bakteri, serta mengidentifikasi indikator klinis seperti perubahan warna urin. Hal ini menunjukkan perlunya kajian lanjutan untuk lebih memahami potensi terapeutik daun *Etlíngera elatíor* dalam pengobatan *cystitis*.

## SIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa ekstrak daun *Etlíngera elatíor* menunjukkan potensi terapi yang signifikan dalam mengatasi penyakit seperti infeksi saluran kemih yang dilakukan secara *in vivo*. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak, seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid, berperan penting dalam memberikan efek antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidan, yang berkontribusi dalam mengurangi peradangan serta mengendalikan infeksi yang disebabkan oleh *S. epidermidis*. Fokus utama dari hasil penelitian ini adalah efek terapeutik yang tercermin dalam perubahan warna pada area genital, warna urin, dan total koloni sel epitel area genital dan sepanjang saluran urinaria. Mekanisme kerja senyawa aktif melibatkan penghambatan sintesis sitokin

proinflamasi oleh flavonoid, penurunan produksi prostaglandin oleh alkaloid, dan pengurangan stres oksidatif oleh terpenoid, yang secara ilmiah menjelaskan pengurangan gejala peradangan dan penurunan jumlah koloni mikroba. Terapi *cystitis* menunjukkan hasil yang efektif dengan penggunaan ekstrak pada konsentrasi 50%. Hasil ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya mengenai potensi ekstrak daun *Etlingera elatior* dan membuka peluang untuk studi lebih lanjut. Untuk memvalidasi temuan lebih kuat, diperlukan analisis lebih mendalam terkait indikator klinis serta toksisitas ekstrak, guna mengurangi bias dan memberikan bukti yang lebih meyakinkan mengenai efektivitas dan keamanan ekstrak daun *Etlingera elatior* sebagai alternatif pengobatan *cystitis*.

## DAFTAR REFERENSI

- Borisova, A., & Reihmane, S. 2013. Hydrophobic Treatment Of Blended Fabric's Surface. *Medziagotyra*, 19(2), pp. 169–173. <https://doi.org/10.5755/J01.Ms.19.2.1139>
- Cahyani, E. 2022. Pengaruh Pemberian Gel Ekstrak Bunga Telang Terhadap Ekspresi TNF- $\alpha$  dan Ekspresi Caspase-3. 3.
- Diele-Viegas, L. M., & Rocha, C. F. D. 2020. Why Releasing Mining On Amazonian Indigenous Lands And The Advance Of Agrobusiness Is Extremely Harmful For The Mitigation Of World's Climate Change? Comment On Pereira Et Al. (Environmental Science & Policy 100 (2019) 8–12). *Environmental Science And Policy*, 103(October 2019), pp. 30–31. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.015>
- Donadio, G., Mensitieri, F., Santoro, V., Parisi, V., Bellone, M. L., De Tommasi, N., Izzo, V., & Piazz, F. D. 2021. Interactions With Microbial Proteins Driving The Antibacterial Activity Of Flavonoids. *Pharmaceutics*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/Pharmaceutics13050660>
- Flores-Mireles, A. L., Walker, J. N., Caparon, M., & Hultgren, S. J. 2015 Urinary Tract Infections: Epidemiology, Mechanisms Of Infection And Treatment Options. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5), pp. 269–284. <https://doi.org/10.1038/Nrmicro3432>
- Hadi, M. A., Latifah, S., Aji, I. M. L., Valentino, N., & Prasetyo, A. R. 2023. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Obat Di Hutan Kemasyarakatan Wana Lestari Desa Karang Sidemen. *Journal Of Forest Science Avicennia*, 06(37), pp. 26–38. <https://doi.org/10.22219/Avicennia.V6i1.21715>
- Hoffmann, T. C., Bakht, M., & Del Mar, C. 2021. Uncomplicated Urinary Tract Infection In Women. *The BMJ*, 372, pp. 56–65. <https://doi.org/10.1136/Bmj.N725>
- Huang, S., Julien Dossa, R. F., Ye, C., Braga, J., Chakraborty, D., Mehta, K., & Araújo, J. G. M. 2022. Cleanrl: High-Quality Single-File Implementations Of Deep Reinforcement Learning Algorithms. *Journal Of Machine Learning Research*, 23, pp. 1–18.
- Jackie, T., Haleagrahara, N., & Chakravarthi, S. 2011. Antioxidant Effects Of Etlingera Elatior Flower Extract Against Lead Acetate - Induced Perturbations In Free Radical Scavenging Enzymes And Lipid Peroxidation In Rats. *BMC Research Notes*, 4. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-67>
- Lionardi, S. K., Hengky, A., & Haruman, S. P. 2024. Blue-Green Urine In Traditional Medicine Consumption: A Case Report And Review Of The Literature. *Renal Replacement Therapy*, 10(1), pp. 1–5. <https://doi.org/10.1186/S41100-024-00524-4>
- Media, P., Momentum, P., Impuls, D. A. N., Sistem, B., Android, O., Meningkatkan, U., Berpikir, K., Siswa, K., & Aliyah, M. 2017. *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*.
- Mensah, S., Veldtman, R., Assogbadjo, A. E., Glèlè Kakaï, R., & Seifert, T. (2016). Tree Species Diversity Promotes Aboveground Carbon Storage Through Functional Diversity And Functional Dominance. *Ecology And Evolution*, 6(20), pp. 7546–7557. <https://doi.org/10.1002/Ece3.2525>
- Moenadjat, Y. 2023. Respons Inflamasi Pada Kasus Bedah. 18–19, 45–46.
- Putri, L. A., & Dewi, P. S. 2020. Media Pembelajaran Menggunakan Video Atraktif Pada Materi Garis Singgung Lingkaran. *Mathema: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), pp. 32. <https://doi.org/10.33365/Jm.V2i1.568>
- Rezaldi, F., Yenny, R. F., Maritha, V., Andry, M., & Pamungkas, B. T. 2024. Telang Flower Kombucha Hand Wash Soap As A Pharmaceutical And Antibacterial Biotechnology Product Isolated From Cilegon Coconut Market Vegetable Waste. *Journal Of Applied Plant Technology*, 3(1), pp. 11–20. <https://doi.org/10.30742/2ww4vj55>



- Sari, F. K., Farida, F., & Syazali, M. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran (Modul) Berbantuan Geogebra Pokok Bahasan Turunan. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), pp. 135–152. <https://doi.org/10.24042/Ajpm.V7i2.24>
- Stevens Barrón, J. C., Chapa González, C., Álvarez Parrilla, E., & De La Rosa, L. A. 2023. Nanoparticle-Mediated Delivery Of Flavonoids: Impact On Proinflammatory Cytokine Production: A Systematic Review. *Biomolecules*, 13(7), pp. 1–21. <https://doi.org/10.3390/Biom13071158>
- Umbas, R., Hardjowijoto, S., Arif, C., Safriadi, F., Djatisoesanto, W., & Sihombing, A. T. 2022. Panduan Penanganan Kanker Kandung Kemih Tipe Urotelial. In *Ikatan Ahli Urologi Indonesia (IAUI)*.
- Wagenlehner, F., Tandogdu, Z., Bartoletti, R., Cai, T., Cek, M., Kulchavenya, E., Köves, B., Naber, K., Perepanova, T., Tenke, P., Wullt, B., Bogenhard, F., & Johansen, T. E. B. 2016. The Global Prevalence Of Infections In Urology Study: A Long-Term, Worldwide Surveillance Study On Urological Infections. *Pathogens*, 5(1), pp. 1–8. <https://doi.org/10.3390/Pathogens5010010>