

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang disajikan pada bab ini merupakan hasil pengujian aktivitas antimikroba ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) yang diperoleh melalui metode *Ultrasonicator-Assisted Extraction* (UAE) menggunakan tiga jenis pelarut, yaitu metanol, etanol, dan n-heksana. Parameter yang dianalisis meliputi nilai rendemen ekstrak, diameter zona hambat terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, serta nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC). Nilai rendemen ekstrak dihitung berdasarkan perbandingan massa ekstrak yang diperoleh terhadap massa bahan awal yang digunakan pada proses ekstraksi. Aktivitas antibakteri ekstrak dianalisis melalui pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk pada uji difusi cakram, sedangkan nilai MIC dan MBC digunakan untuk menentukan konsentrasi minimum ekstrak yang mampu menghambat dan membunuh bakteri uji. Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan efektivitas masing-masing pelarut dalam mengekstraksi senyawa antibakteri dari buah parijoto. Pembahasan hasil pengujian tersebut disajikan pada subbab berikut.

4.1 Rendemen Ekstrak Buah Parijoto

Rendemen ekstrak merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui efisiensi proses ekstraksi serta kemampuan pelarut dalam mengekstraksi senyawa yang terdapat dalam bahan tanaman. Nilai rendemen dihitung berdasarkan

perbandingan antara massa ekstrak yang diperoleh dengan massa bahan awal yang digunakan dalam proses ekstraksi (Gomes *et al.*, 2025). Semakin besar nilai rendemen yang dihasilkan, maka semakin banyak senyawa yang berhasil diekstraksi dari bahan tersebut (Pawarti *et al.*, 2023). Selain itu, metode ekstraksi juga dapat mempengaruhi jumlah senyawa yang terekstraksi karena proses ekstraksi yang berbeda memiliki efisiensi yang berbeda dalam melepaskan senyawa bioaktif dari matriks tanaman.

Tabel 1. Rendemen Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*)
Menggunakan Berbagai Jenis Pelarut

Pelarut	Massa Sampel (g)	Massa Ekstrak (g)	Rendemen (%)
Metanol	20,01	2,94	14,67
Etanol	20,01	5,78	28,89
n-Heksana	20,01	1,84	9,20

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 1, rendemen ekstrak buah parijoto berbeda pada setiap jenis pelarut yang digunakan. Rendemen tertinggi diperoleh pada ekstraksi menggunakan pelarut etanol sebesar 28,89%, diikuti oleh pelarut metanol sebesar 14,67%, sedangkan pelarut n-heksana menghasilkan rendemen paling rendah yaitu 9,20%. Perbedaan nilai rendemen ini menunjukkan bahwa jenis pelarut memiliki pengaruh terhadap jumlah senyawa yang berhasil diekstraksi dari buah parijoto. Selain itu, hasil rendemen tersebut cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode maserasi yang hanya menghasilkan rendemen sebanyak 4-10% (Budiastra *et al.*, 2020; Melinda *et al.*, 2021).

Tingginya rendemen yang dihasilkan oleh pelarut etanol dan metanol diduga berkaitan dengan sifat kepolaran pelarut tersebut. Etanol merupakan pelarut polar

yang mampu melarutkan berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan tanin yang banyak terdapat dalam bahan tanaman (Hakim dan Saputri, 2020). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pelarut polar cenderung menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi karena kemampuannya melarutkan berbagai senyawa bioaktif yang bersifat polar (Sernita *et al.*, 2024; Wuldanari *et al.*, 2021).

Selain itu, pelarut metanol juga menghasilkan rendemen yang cukup tinggi walaupun tidak setinggi pelarut etanol. Perbedaan nilai rendemen yang dihasilkan antara pelarut etanol dan metanol dapat dipengaruhi oleh tingkat polaritas masing-masing pelarut serta kemampuannya dalam mengekstraksi senyawa bioaktif dari matriks tanaman (Salih *et al.*, 2021). Metanol memiliki polaritas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan etanol sehingga dalam beberapa penelitian mampu mengekstraksi senyawa fenolik dalam jumlah lebih besar. Penelitian menunjukkan bahwa metanol dapat menghasilkan kandungan total fenolik yang lebih tinggi dibandingkan pelarut lain karena kemampuannya melarutkan senyawa fenolik dengan lebih efektif (Mohammed *et al.*, 2022).

Sebaliknya, pelarut n-heksana menghasilkan rendemen paling rendah karena bersifat non-polar sehingga hanya mampu mengekstraksi senyawa non-polar seperti lipid atau beberapa senyawa terpenoid (Wijaya dan Satriawan, 2023). Jumlah senyawa non-polar dalam jaringan tanaman biasanya lebih sedikit dibandingkan senyawa polar sehingga ekstrak yang dihasilkan relatif lebih rendah. Selain itu, polaritas pelarut merupakan salah satu faktor utama yang menentukan

efisiensi proses ekstraksi dan jenis senyawa yang dapat ditarik dari bahan tanaman (Yulianti *et al.*, 2023).

Selain jenis pelarut, metode ekstraksi yang digunakan juga mempengaruhi nilai rendemen yang dihasilkan. Pada penelitian ini digunakan metode *Ultrasonicator-Assisted Extraction* (UAE) yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan fenomena kavitasi dalam pelarut. Proses kavitasi dapat merusak dinding sel tanaman sehingga mempermudah pelepasan senyawa bioaktif ke dalam pelarut, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih efisien dan dapat meningkatkan rendemen ekstrak (Gede Wiranata *et al.*, 2022).

Meskipun demikian, nilai rendemen yang tinggi tidak selalu menunjukkan aktivitas biologis yang lebih kuat. Rendemen hanya menggambarkan jumlah total ekstrak yang diperoleh, sedangkan aktivitas antibakteri sangat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak (Hakim dan Saputri, 2020). Oleh karena itu, analisis rendemen perlu dilanjutkan dengan pengujian aktivitas antibakteri untuk mengetahui potensi sebenarnya dari ekstrak buah parijoto yang dihasilkan.

4.2 Penentuan Zona Hambat Metode Difusi Cakram

Aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) diuji untuk mengetahui kemampuan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Pengujian dilakukan menggunakan metode difusi cakram terhadap dua jenis bakteri uji, yaitu *Escherichia coli* sebagai bakteri Gram negatif dan *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri Gram positif. Aktivitas antibakteri ditunjukkan oleh terbentuknya

zona hambat di sekitar cakram yang mengandung ekstrak pada media pertumbuhan bakteri. Hasil pengujian aktivitas antibakteri terhadap masing-masing bakteri uji disajikan pada subbab berikut.

4.2.1 Zona Hambat terhadap *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 2, aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto terhadap *Escherichia coli* menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi ekstrak yang digunakan. Zona hambat terbesar diperoleh pada perlakuan kontrol positif streptomycin dengan diameter zona hambat sebesar 22,58 mm pada ekstrak metanol, 26,21 mm pada ekstrak etanol, dan 23,08 mm pada ekstrak n-heksana. Nilai ini menunjukkan bahwa streptomycin memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat terhadap *Escherichia coli*, sehingga digunakan sebagai pembanding untuk mengevaluasi efektivitas aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto (Masoudi *et al.*, 2024).

Tabel 2. Diameter Zona Hambat Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Sampel	Zona Hambat (mm)		
	Metanol	Etanol	n-Heksana
Streptomycin	22,58 ± 1,18 ^f	26,21 ± 1,75 ^e	23,08 ± 0,65 ^c
Amoxicillin/Clavulanic	13,56 ± 1,18 ^e	13,78 ± 0,31 ^d	14,21 ± 0,56 ^b
DMSO 10%	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 100 mg/mL	7,07 ± 0,41 ^b	7,95 ± 0,31 ^b	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 200 mg/mL	10,02 ± 0,34 ^c	8,99 ± 0,29 ^b	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 300 mg/mL	12,28 ± 0,68 ^d	10,66 ± 0,06 ^c	0,00 ± 0,00 ^a

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Kontrol positif lainnya yaitu amoxicillin/clavulanic acid juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, dengan diameter zona hambat

masing-masing sebesar 13,56 mm pada ekstrak metanol, 13,78 mm pada ekstrak etanol, dan 14,21 mm pada ekstrak n-heksana. Nilai ini menunjukkan bahwa antibiotik tersebut juga memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* (Masoudi *et al.*, 2024). Keberadaan kontrol positif dalam penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode pengujian yang digunakan mampu menunjukkan aktivitas antibakteri secara optimal serta memberikan pembandingan terhadap aktivitas ekstrak yang diuji.

Sementara itu, kontrol negatif berupa DMSO 10% tidak menunjukkan terbentuknya zona hambat pada seluruh perlakuan pelarut, dengan diameter zona hambat sebesar $0,00 \pm 0,00$ mm. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan untuk melarutkan ekstrak tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, sehingga zona hambat yang terbentuk pada perlakuan ekstrak dapat dipastikan berasal dari senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak buah parijoto (Alreshidi *et al.*, 2023).

Pada perlakuan ekstrak buah parijoto dengan konsentrasi 100 mg/mL, zona hambat yang terbentuk relatif kecil dibandingkan kontrol positif. Ekstrak metanol menghasilkan diameter zona hambat sebesar 7,07 mm, ekstrak etanol sebesar 7,95 mm, sedangkan ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat $0,00 \pm 0,00$ mm. Hasil ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, ekstrak metanol dan etanol mulai menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, sedangkan ekstrak n-heksana belum mampu menghambat pertumbuhan bakteri (Gaur *et al.*, 2023).

Peningkatan konsentrasi ekstrak menjadi 200 mg/mL menunjukkan peningkatan aktivitas antibakteri pada ekstrak metanol dan etanol. Ekstrak metanol menghasilkan diameter zona hambat sebesar 10,02 mm, sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 8,99 mm. Namun, ekstrak n-heksana masih tidak menunjukkan aktivitas antibakteri dengan diameter zona hambat $0,00 \pm 0,00$ mm. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak dapat meningkatkan aktivitas antibakteri pada pelarut tertentu, khususnya pelarut polar seperti metanol dan etanol (Nazzaro *et al.*, 2025). Selain itu, ekstrak n-heksana tidak menunjukkan zona hambat diduga karena n-heksana merupakan pelarut non-polar yang terutama mengekstraksi senyawa lipofilik seperti lipid dan beberapa terpenoid yang umumnya memiliki aktivitas antibakteri lebih rendah dibandingkan senyawa fenolik atau flavonoid yang bersifat lebih polar (Frediansyah, 2024). Selain itu, senyawa non-polar juga cenderung sulit berdifusi dalam media agar pada metode difusi cakram (Eloff, 2019).

Pada konsentrasi ekstrak tertinggi yaitu 300 mg/mL, aktivitas antibakteri ekstrak metanol dan etanol semakin meningkat. Ekstrak metanol menghasilkan diameter zona hambat sebesar 12,28 mm, sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 10,66 mm. Sebaliknya, ekstrak n-heksana masih tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut n-heksana yang bersifat non-polar kemungkinan hanya mengekstraksi senyawa non-polar yang tidak memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap bakteri uji (Dip *et al.*, 2024).

Jika dibandingkan antar pelarut, ekstrak metanol menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak etanol pada konsentrasi yang sama. Hal ini diduga karena metanol memiliki polaritas yang lebih tinggi dengan indeks polaritas 5,1 dibandingkan etanol dengan indeks polaritas 4,3 (Abu *et al.*, 2017). Senyawa metabolit sekunder yang umumnya bersifat polar seperti flavonoid, tanin, fenolik, dan alkaloid diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang cukup kuat terhadap berbagai bakteri patogen (Al-Rimawi *et al.*, 2022; Nhon Hoang *et al.*, 2023). Oleh karena itu, metanol mampu mengekstraksi lebih banyak senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai agen antibakteri.

Flavonoid diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri melalui beberapa mekanisme, antara lain dengan merusak membran sel bakteri, menghambat aktivitas enzim penting dalam metabolisme sel, serta mengganggu sintesis asam nukleat pada bakteri (Zhou *et al.*, 2023). Tanin juga memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme pengikatan protein pada dinding sel bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan struktur sel dan menghambat pertumbuhan bakteri (Liang *et al.*, 2021). Selain itu, senyawa alkaloid juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri dengan cara mengganggu fungsi DNA serta meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri (Zhou *et al.*, 2023).

Hasil pengujian ini juga menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berkorelasi dengan peningkatan diameter zona hambat pada ekstrak metanol dan etanol. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi ekstrak dengan aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin besar jumlah senyawa bioaktif yang

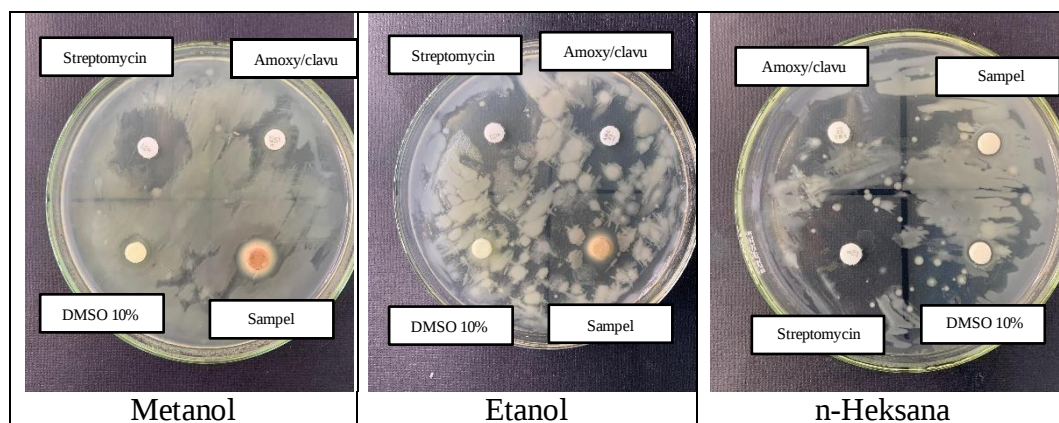
tersedia untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Ahmed *et al.*, 2023; Ibrahim Alghamdi, 2023).

Namun demikian, aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto terhadap *Escherichia coli* masih lebih rendah dibandingkan antibiotik standar yang digunakan sebagai kontrol positif. Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak buah parijoto menghasilkan diameter zona hambat terhadap *Escherichia coli* dalam kisaran 6–13 mm, sehingga menunjukkan bahwa aktivitas antibakterinya relatif lebih lemah dibandingkan antibiotik sintetis (Octaviani *et al.*, 2019; Sugiarti dan Pujiastuti, 2017).

Selain faktor konsentrasi senyawa aktif, perbedaan struktur dinding sel bakteri juga dapat mempengaruhi efektivitas aktivitas antibakteri. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks dibandingkan bakteri Gram positif. Bakteri Gram negatif memiliki membran luar yang mengandung lipopolisakarida yang berfungsi sebagai penghalang tambahan terhadap masuknya senyawa antibakteri (Moffatt *et al.*, 2025). Struktur ini dapat menghambat penetrasi senyawa bioaktif ke dalam sel bakteri sehingga menyebabkan bakteri Gram negatif cenderung lebih resisten terhadap berbagai agen antibakteri dibandingkan bakteri Gram positif (Syarifuddin *et al.*, 2018).

Hasil pengamatan visual terhadap zona hambat juga dapat dilihat pada Ilustrasi 6, yang menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitar cakram yang mengandung ekstrak pada media pertumbuhan bakteri. Zona bening tersebut menunjukkan adanya aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa

bioaktif yang terkandung dalam ekstrak buah parijoto. Semakin besar diameter zona bening yang terbentuk, maka semakin kuat aktivitas antibakteri dari ekstrak yang diuji (Balouiri *et al.*, 2016).



Ilustrasi 6. Zona hambat ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap *Escherichia coli* metode difusi cakram

Berdasarkan hasil pengamatan visual pada Gambar Ilustrasi 6, zona hambat yang terbentuk pada pengujian aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap *Escherichia coli* menunjukkan bentuk yang tidak bulat sempurna (irregular). Zona hambat yang terbentuk cenderung menyebar tidak merata, dengan batas yang kurang jelas serta adanya pertumbuhan koloni bakteri yang masih terlihat di dalam atau di sekitar area hambat.

Terbentuknya zona hambat yang tidak bulat sempurna pada *Escherichia coli* dapat dijelaskan berdasarkan karakteristik struktural dan fisiologis bakteri tersebut. Sebagai bakteri Gram negatif, *Escherichia coli* memiliki dinding sel yang lebih kompleks, yaitu lapisan peptidoglikan yang tipis serta membran luar yang mengandung lipopolisakarida (LPS) (Bender *et al.*, 2018). Membran luar ini berfungsi sebagai penghalang selektif yang dapat membatasi penetrasi senyawa antibakteri ke dalam sel. Akibatnya, difusi senyawa aktif dari ekstrak tidak

berlangsung secara merata di seluruh area, sehingga distribusi konsentrasi antibakteri menjadi tidak homogen dan menghasilkan zona hambat yang tidak simetris.

Selain faktor struktur dinding sel, ketidakteraturan zona hambat pada *Escherichia coli* juga sangat dipengaruhi oleh keberadaan sistem *efflux pump* yang aktif. Pada bakteri Gram negatif seperti *Escherichia coli*, salah satu sistem *efflux pump* utama adalah AcrAB–TolC, yang termasuk dalam famili *Resistance-Nodulation-Division* (RND) (Anes *et al.*, 2015). Sistem ini terdiri atas tiga komponen utama, yaitu protein pompa pada membran dalam (AcrB), protein periplasmik penghubung (AcrA), dan saluran membran luar (TolC), yang bekerja secara terintegrasi membentuk jalur langsung dari sitoplasma menuju lingkungan eksternal (Bahaj *et al.*, 2025).

Efflux pump bekerja dengan memanfaatkan energi berupa *proton motive force* (PMF), yaitu gradien ion H^+ melintasi membran sel. Energi ini digunakan untuk mengikat dan mentranslokasikan senyawa antibakteri yang telah masuk ke dalam sel, kemudian secara aktif dipompa keluar sebelum senyawa tersebut mencapai target kerjanya (Ren *et al.*, 2024). Sistem AcrAB–TolC bersifat multisubstrat, sehingga mampu mengenali dan mengeluarkan berbagai jenis senyawa, termasuk antibiotik maupun senyawa bioaktif dari ekstrak tumbuhan (Zack *et al.*, 2024).

Aktivitas *efflux pump* ini menyebabkan penurunan konsentrasi intraseluler senyawa antibakteri secara signifikan, sehingga efektivitas penghambatan menjadi tidak optimal (Akinpelu *et al.*, 2020). Pada pengujian metode difusi cakram, kondisi ini berdampak pada terbentuknya gradien konsentrasi yang tidak stabil di sekitar

cakram. Pada area dengan konsentrasi senyawa yang relatif rendah, *efflux pump* masih mampu menetralkan efek antibakteri dengan cara memompa keluar senyawa aktif, sehingga bakteri tetap dapat tumbuh (Zack *et al.*, 2024). Hal ini menyebabkan munculnya koloni bakteri pada sebagian area yang seharusnya terhambat.

4.2.2 Zona Hambat terhadap *Staphylococcus aureus*

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, ekstrak buah parijoto menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* yang dipengaruhi oleh jenis pelarut ekstraksi dan konsentrasi ekstrak yang digunakan. Kontrol positif streptomycin menghasilkan diameter zona hambat sekitar 26 mm pada seluruh pelarut, sedangkan amoxicillin/clavulanic acid menunjukkan zona hambat yang lebih besar yaitu sekitar 37–38 mm. Sementara itu, kontrol negatif berupa DMSO 10% tidak menunjukkan terbentuknya zona hambat, yang menandakan bahwa pelarut tidak memberikan efek penghambatan terhadap bakteri uji (Herrmann *et al.*, 2022).

Tabel 3. Diameter Zona Hambat Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*

Sampel	Zona Hambat (mm)		
	Metanol	Etanol	n-Heksana
Streptomycin	26,02 ± 0,66 ^e	26,60 ± 1,32 ^d	26,58 ± 0,56 ^b
Amoxicillin/Clavulanic	37,49 ± 0,37 ^f	38,18 ± 1,09 ^e	37,31 ± 0,39 ^c
DMSO 10%	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 100 mg/mL	15,75 ± 0,11 ^b	16,32 ± 0,08 ^b	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 200 mg/mL	17,11 ± 0,31 ^c	18,76 ± 0,10 ^b	0,00 ± 0,00 ^a
Ekstrak Parijoto 300 mg/mL	18,68 ± 0,12 ^d	19,72 ± 0,42 ^c	0,00 ± 0,00 ^a

Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Ekstrak metanol dan etanol menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup baik terhadap *Staphylococcus aureus*. Pada konsentrasi 100 mg/mL, ekstrak

metanol menghasilkan zona hambat sebesar 15,75 mm sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 16,32 mm. Peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 200 mg/mL dan 300 mg/mL menyebabkan peningkatan diameter zona hambat pada kedua ekstrak tersebut. Pada konsentrasi tertinggi (300 mg/mL), ekstrak metanol menghasilkan zona hambat sebesar 18,68 mm sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 19,72 mm.

Ekstrak metanol dan etanol menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup baik terhadap *Staphylococcus aureus*. Pada konsentrasi 100 mg/mL, ekstrak metanol menghasilkan zona hambat sebesar 15,75 mm sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 16,32 mm. Peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 200 mg/mL dan 300 mg/mL menyebabkan peningkatan diameter zona hambat pada kedua ekstrak tersebut. Pada konsentrasi tertinggi (300 mg/mL), ekstrak metanol menghasilkan zona hambat sebesar 18,68 mm sedangkan ekstrak etanol menghasilkan zona hambat sebesar 19,72 mm.

Berbeda dengan ekstrak metanol dan etanol, ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* pada seluruh konsentrasi yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa antibakteri yang berperan dalam ekstrak buah parijoto kemungkinan besar bersifat polar atau semi-polar sehingga lebih mudah terekstraksi menggunakan pelarut polar seperti metanol dan etanol (Frediansyah, 2024).

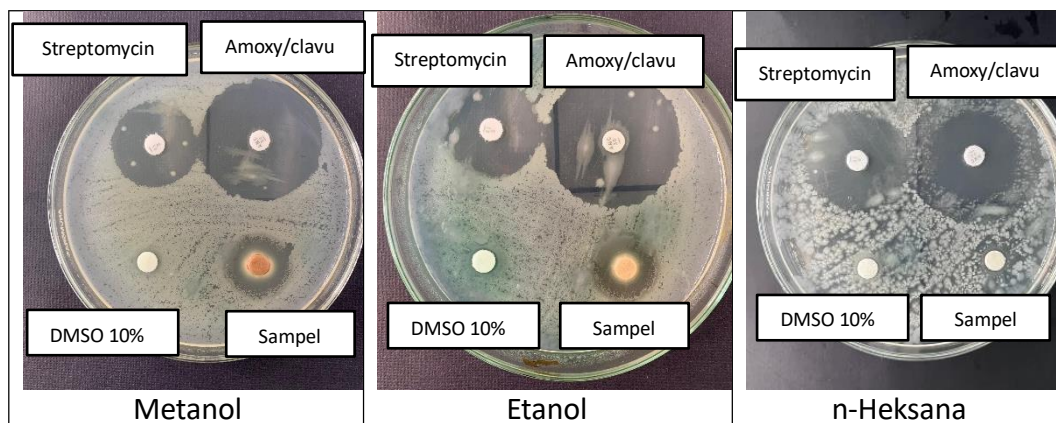
Jika dibandingkan dengan hasil pengujian terhadap *Escherichia coli*, aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto terhadap *Staphylococcus aureus* cenderung lebih tinggi. Hal ini terlihat dari diameter zona hambat yang lebih besar pada konsentrasi

ekstrak yang sama. Perbedaan sensitivitas ini berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri, di mana bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* tidak memiliki membran luar sehingga senyawa antibakteri lebih mudah menembus dinding sel dan menghambat pertumbuhan bakteri.

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri, ekstrak buah parijoto hasil ekstraksi menggunakan metode *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) menunjukkan aktivitas penghambatan yang tidak berbeda jauh dibandingkan dengan ekstrak hasil maserasi pada penelitian terdahulu (Milanda *et al.*, 2021). Hal ini ditunjukkan dari diameter zona hambat yang relatif serupa terhadap bakteri uji. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa diameter zona hambat tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa aktif, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan difusi senyawa dalam media agar, ukuran molekul, serta sensitivitas bakteri terhadap senyawa antibakteri (Bubonja-šonje *et al.*, 2020; Hossain, 2024). Selain itu, kedua metode ekstraksi sama-sama mampu mengekstraksi senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai antibakteri, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan fenolik. Meskipun demikian, metode UAE memiliki keunggulan dalam efisiensi proses ekstraksi.

Hasil pengamatan visual terhadap zona hambat dapat dilihat pada Ilustrasi 7, yang menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitar cakram ekstrak pada media pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Zona bening tersebut menunjukkan adanya aktivitas penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak buah parijoto. Semakin besar diameter zona hambat yang

terbentuk, maka semakin kuat aktivitas antibakteri dari ekstrak yang diuji (Balouiri *et al.*, 2016).



Ilustrasi 7. Zona hambat ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) *Staphylococcus aureus* pada metode difusi cakram

Berdasarkan hasil uji sensitivitas antibiotik pada Tabel 4, diketahui bahwa respon bakteri terhadap antibiotik yang diuji menunjukkan perbedaan antara *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh karakteristik struktur dinding sel serta mekanisme resistensi yang dimiliki masing-masing bakteri. Pada bakteri *Escherichia coli*, antibiotik streptomycin (10 µg) menghasilkan rata-rata diameter zona bening sebesar $23,95 \pm 1,71$ mm dan dikategorikan sebagai sensitif. Hal ini menunjukkan bahwa streptomisin masih efektif dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Streptomycin bekerja dengan cara menghambat sintesis protein bakteri melalui ikatan pada subunit ribosom 30S, sehingga mengganggu proses translasi (Krawczyk *et al.*, 2024). Sensitivitas ini mengindikasikan bahwa *Escherichia coli* yang digunakan belum memiliki mekanisme resistensi yang signifikan terhadap antibiotik golongan aminoglikosida tersebut (Waters dan Tadi, 2023).

Tabel 4. Hasil Uji Sensitivitas Antibiotik terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan Metode Difusi Cakram

Antibiotik	Bakteri Patogen	Zona Bening (mm)	Interpretasi CLSI	Kategori
Streptomycin (10 µg)	<i>Escherichia coli</i>	23,95 ± 1,71	$S \geq 15, 12 \leq I \leq 14, R \leq 11$	Sensitif
Amoxicillin/Clavulanic acid (20/10 µg)	<i>Escherichia coli</i>	13,40 ± 1,04	$S \geq 18, 14 \leq I \leq 17, R \leq 13$	Intermediat
Streptomycin (10 µg)	<i>Staphylococcus aureus</i>	26,39 ± 0,32	TI	-
Amoxicillin/Clavulanic acid (20/10 µg)	<i>Staphylococcus aureus</i>	37,66 ± 0,46	$S \geq 20, R \leq 19$	Sensitif

Catatan:

TI : Tidak ada interpretasi CLSI

Sebaliknya, pada perlakuan Amoxicillin/Clavulanic acid (20/10 µg), *Escherichia coli* menunjukkan zona hambat sebesar 13,40 ± 1,04 mm yang termasuk dalam kategori resisten berdasarkan standar CLSI. Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan mekanisme resistensi, seperti produksi enzim β-laktamase yang mampu menghidrolisis cincin β-laktam pada Amoxicillin (Khalifa *et al.*, 2021). Meskipun Clavulanic acid berfungsi sebagai inhibitor β-laktamase, efektivitasnya dapat menurun jika bakteri menghasilkan enzim dalam jumlah besar atau memiliki mekanisme tambahan seperti perubahan porin membran luar dan aktivitas *efflux pump* yang mengurangi akumulasi antibiotik di dalam sel (Dulanto Chiang dan Dekker, 2024).

Sementara itu, berdasarkan pedoman CLSI M100, streptomycin tidak termasuk dalam daftar antibiotik yang memiliki breakpoint untuk kelompok *Staphylococcus spp.*, termasuk *Staphylococcus aureus*. Hal ini disebabkan karena streptomycin bukan merupakan antibiotik yang direkomendasikan secara klinis

untuk pengujian rutin terhadap bakteri tersebut (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012). Oleh karena itu, hasil pengujian aktivitas antibakteri streptomycin dalam penelitian ini tidak dapat diinterpretasikan menggunakan kategori sensitif, intermediate, atau resisten menurut CLSI, melainkan hanya digunakan sebagai pembanding berdasarkan diameter zona hambat. Pendekatan ini juga telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya yang mengevaluasi aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram (Balouiri *et al.*, 2016).

Antibiotik Amoxicillin/Clavulanic acid menghasilkan zona hambat paling besar pada *Staphylococcus aureus*, yaitu $37,66 \pm 0,46$ mm dengan kategori sensitif. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antibiotik tersebut sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Keberhasilan ini kemungkinan disebabkan oleh kemampuan Clavulanic acid dalam menghambat enzim β -laktamase yang dihasilkan oleh bakteri Gram positif, sehingga Amoxicillin dapat bekerja secara optimal dalam mengganggu sintesis dinding sel (Bush dan Bradford, 2016).

Perbedaan hasil antara *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dapat dijelaskan berdasarkan struktur dinding sel. *Escherichia coli* sebagai bakteri Gram negatif memiliki lapisan membran luar yang mengandung lipopolisakarida, yang berfungsi sebagai penghalang tambahan terhadap masuknya antibiotik. Selain itu, keberadaan sistem *efflux pump* pada bakteri Gram negatif juga dapat mengeluarkan antibiotik dari dalam sel, sehingga menurunkan efektivitasnya (Du *et al.*, 2018). Sebaliknya, *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri Gram positif tidak memiliki membran luar, sehingga antibiotik lebih mudah menembus dinding selnya.

4.3 Penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) Metode

Makrodilusi

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 5, penentuan nilai MIC, kontrol positif berupa ciprofloxacin menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat kuat terhadap kedua bakteri uji dengan nilai MIC $\leq 0,05$ mg/mL. Hal ini menunjukkan bahwa ciprofloxacin memiliki kemampuan yang sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri baik Gram positif maupun Gram negatif. Oleh karena itu, ciprofloxacin digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto (Azzahra dan Madhani, 2021). Sedangkan, kontrol negatif berupa DMSO 1% tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak metanol memiliki kemampuan yang baik dalam menghambat pertumbuhan kedua bakteri uji. Berdasarkan hasil pengamatan, pertumbuhan bakteri mulai terhambat pada konsentrasi 1 mg/mL baik terhadap *Escherichia coli* maupun *Staphylococcus aureus*. Hal ini ditunjukkan oleh tidak ditemukannya kekeruhan pada media uji yang menandakan tidak adanya pertumbuhan bakteri pada konsentrasi tersebut (Eloff, 2019). Dengan demikian, nilai MIC ekstrak metanol terhadap kedua bakteri uji ditetapkan pada konsentrasi 1 mg/mL.

Ekstrak etanol juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji, namun dengan efektivitas yang sedikit berbeda. Berdasarkan hasil pengujian, pertumbuhan *Escherichia coli* mulai terhambat pada konsentrasi 4 mg/mL,

sedangkan terhadap *Staphylococcus aureus* penghambatan pertumbuhan bakteri terjadi pada konsentrasi yang lebih rendah yaitu 1 mg/mL. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol masih memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri, namun memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi terutama terhadap bakteri Gram negatif (Jam *et al.*, 2021).

Tabel 5. Nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap Bakteri Uji

Sampel	Konsentrasi (mg/mL)	Penentuan Nilai MIC	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Ciprofloxacin	0,05	—	—
DMSO	10	+	+
Ekstrak Metanol Parijoto	0,5	+	+
	1	—	—
	2	—	—
	4	—	—
	8	—	—
	16	—	—
	32	—	—
Ekstrak Etanol Parijoto	0,5	+	+
	1	+	—
	2	+	—
	4	—	—
	8	—	—
	16	—	—
	32	—	—
Ekstrak n-Heksana Parijoto	0,5	+	+
	1	+	+
	2	+	+
	4	+	+
	8	+	+
	16	+	+
	32	+	+

Catatan:

(+): menunjukkan media tampak keruh akibat pertumbuhan bakteri.

(-): menunjukkan media tetap jernih yang mengindikasikan tidak adanya pertumbuhan bakteri.

Sebaliknya, ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji pada seluruh konsentrasi yang diuji hingga konsentrasi

32 mg/mL. Hal ini ditunjukkan dengan masih adanya pertumbuhan bakteri pada media uji yang ditandai dengan adanya kekeruhan pada seluruh tabung uji. Dengan demikian, nilai MIC ekstrak n-heksana tidak dapat ditentukan pada rentang konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini.

Hasil pengamatan visual terhadap pertumbuhan bakteri pada media uji dapat dilihat pada Lampiran 3, di mana terlihat perbedaan tingkat kekeruhan pada tabung uji. Tabung yang menunjukkan media keruh menandakan adanya pertumbuhan bakteri, sedangkan tabung yang jernih menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri telah terhambat oleh ekstrak pada konsentrasi tertentu. Pada ilustrasi tersebut juga ditunjukkan konsentrasi ekstrak yang ditetapkan sebagai nilai MIC yang ditandai dengan kotak merah.

Jika dibandingkan antara kedua bakteri uji, hasil penelitian menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* cenderung lebih sensitif terhadap ekstrak buah pari-joto dibandingkan *Escherichia coli*. Hal ini terlihat dari nilai MIC yang lebih rendah pada *Staphylococcus aureus* dibandingkan pada *Escherichia coli*. Perbedaan sensitivitas ini berkaitan dengan perbedaan struktur dinding sel antara bakteri Gram positif dan Gram negatif (Aslah *et al.*, 2019).

Bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* memiliki dinding sel yang tersusun terutama dari lapisan peptidoglikan yang tebal tanpa adanya membran luar sehingga senyawa antibakteri lebih mudah menembus dinding sel dan mengganggu aktivitas metabolisme bakteri (Karisma, 2019). Sebaliknya, bakteri Gram negatif seperti *Escherichia coli* memiliki membran luar yang mengandung lipopolisakarida yang berfungsi sebagai penghalang tambahan

terhadap masuknya senyawa antibakteri, sehingga bakteri Gram negatif umumnya lebih resisten terhadap berbagai agen antibakteri (Falugah *et al.*, 2019).

4.4 Penentuan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) Metode

Subkultur

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6, kontrol positif berupa ciprofloxacin menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat kuat terhadap kedua bakteri uji dengan nilai MBC $\leq 0,05$ mg/mL. Ciprofloxacin merupakan antibiotik golongan fluoroquinolone yang bekerja dengan cara menghambat enzim DNA gyrase dan topoisomerase IV pada bakteri sehingga mengganggu proses replikasi DNA dan akhirnya menyebabkan kematian sel bakteri (Hooper dan Jacoby, 2016). Sebaliknya, kontrol negatif berupa DMSO 1% tidak menunjukkan aktivitas antibakteri yang ditandai dengan masih adanya pertumbuhan bakteri pada seluruh konsentrasi pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan tidak memiliki efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri sehingga aktivitas antibakteri yang diamati berasal dari senyawa bioaktif dalam ekstrak yang diuji.

Tabel 6. Nilai *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap Bakteri Uji

Sampel	Konsentrasi (mg/mL)	Penentuan Nilai MBC	
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Ciprofloxacin	0,05	—	—
DMSO	10	+	+
Ekstrak Metanol Parijoto	0,5	+	+
	1	+	—
	2	—	—
	4	—	—
	8	—	—

	16	—	—
	32	—	—
Ekstrak Etanol Parijoto	0,5	+	+
	1	+	+
	2	+	+
	4	—	—
	8	—	—
	16	—	—
	32	—	—
Ekstrak n- heksana Parijoto	0,5	+	+
	1	+	+
	2	+	+
	4	+	+
	8	+	+
	16	+	+
	32	+	+

Catatan:

(+): menunjukkan pertumbuhan bakteri

(-): menunjukkan tidak ada pertumbuhan bakteri

Ekstrak metanol menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup kuat terhadap kedua bakteri uji. Berdasarkan hasil pengujian, nilai MBC ekstrak metanol terhadap *Escherichia coli* diperoleh pada konsentrasi 2 mg/mL, sedangkan terhadap *Staphylococcus aureus* diperoleh pada konsentrasi 1 mg/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol lebih efektif dalam membunuh bakteri Gram positif dibandingkan bakteri Gram negatif. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan struktur dinding sel bakteri yang berbeda antara bakteri Gram positif dan Gram negatif (Kapoor *et al.*, 2017).

Ekstrak etanol juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji, meskipun dengan konsentrasi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan ekstrak metanol. Nilai MBC ekstrak etanol terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* diperoleh pada konsentrasi 4 mg/mL. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol masih memiliki kemampuan dalam membunuh bakteri uji, meskipun efektivitasnya lebih rendah dibandingkan ekstrak metanol. Perbedaan efektivitas ini

dapat dipengaruhi oleh kemampuan pelarut dalam mengekstraksi senyawa metabolit sekunder dari bahan tanaman yang memiliki aktivitas antibakteri (Chaves *et al.*, 2020).

Sebaliknya, ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji pada rentang konsentrasi yang diuji. Hal ini ditunjukkan dengan masih adanya pertumbuhan bakteri pada seluruh konsentrasi yang diuji sehingga nilai MBC tidak dapat ditentukan. Tidak ditemukannya aktivitas antibakteri pada ekstrak n-heksana diduga berkaitan dengan sifat pelarut n-heksana yang non-polar sehingga hanya mampu mengekstraksi senyawa non-polar seperti lipid atau senyawa hidrokarbon yang umumnya memiliki aktivitas antibakteri yang sangat lemah (Mildana *et al.*, 2021).

Hasil pengamatan visual terhadap pertumbuhan bakteri pada media agar dapat dilihat pada Lampiran 4. Pada lampiran tersebut terlihat bahwa pada konsentrasi ekstrak tertentu tidak ditemukan pertumbuhan koloni bakteri pada permukaan media agar. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut mampu membunuh bakteri uji secara efektif. Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih rendah masih terlihat adanya pertumbuhan koloni bakteri yang menandakan bahwa konsentrasi tersebut belum mampu membunuh bakteri secara keseluruhan. Metode penentuan MBC melalui subkultur pada media agar merupakan metode yang umum digunakan untuk memastikan apakah suatu senyawa antimikroba bersifat bakterisidal atau hanya bersifat bakteriostatik terhadap bakteri uji (Nesru *et al.*, 2025).

Berdasarkan pengujian *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC), ekstrak hasil UAE menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan ekstrak hasil maserasi (Wulandari *et al.*, 2023). Hal ini ditunjukkan dengan nilai MIC dan MBC yang lebih rendah, sehingga menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk menghambat maupun membunuh bakteri lebih sedikit (Milanda *et al.*, 2021; Nurung, 2024). Nilai MIC dan MBC yang lebih rendah pada ekstrak hasil UAE diduga berkaitan dengan kemampuan metode ultrasonik dalam meningkatkan pelepasan senyawa bioaktif dari matriks sel tanaman. Fenomena kavitasi yang dihasilkan selama proses UAE dapat meningkatkan penetrasi pelarut dan memperbesar kontak antara pelarut dengan bahan, sehingga senyawa antibakteri yang terekstrak menjadi lebih optimal. Kandungan senyawa aktif yang lebih tinggi, efektivitas antibakteri ekstrak meningkat meskipun pada pengujian zona hambat perbedaannya tidak terlalu terlihat.

Tabel 7. Rasio MIC, MBC, dan Efek Antibakteri Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*) terhadap Bakteri Uji

Bakteri Uji	Sampel	MIC (mg/mL)	MBC (mg/mL)	Rasio MBC/ MIC	Efek Antibakteri
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacin	≤0,05	≤0,05	-	Kontrol positif
<i>Staphylococcus aureus</i>	DMSO 1%	TT	TT	-	Kontrol negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ekstrak metanol	1	1	1	Bakterisidal
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ekstrak etanol	1	4	4	Bakterisidal
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ekstrak n-heksana	TT	TT	-	Tidak ada aktivitas
<i>Escherichia coli</i>	Ciprofloxacin	≤0,05	≤0,05	-	Kontrol positif
<i>Escherichia coli</i>	DMSO 1%	TT	TT	-	Kontrol negatif

<i>Escherichia coli</i>	Ekstrak metanol	1	2	2	Bakterisidal
<i>Escherichia coli</i>	Ekstrak etanol	4	4	1	Bakterisidal
<i>Escherichia coli</i>	Ekstrak n-heksana	TT	TT	-	Tidak ada aktivitas

Catatan:

TT : Tidak Terdeteksi

Interpretasi lebih lanjut mengenai sifat aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto dapat dilihat pada Tabel rasio MBC/MIC. Rasio MBC/MIC digunakan untuk menentukan apakah suatu senyawa bersifat bakterisidal atau bakteristatik. Secara umum, nilai rasio MBC/MIC ≤ 4 menunjukkan bahwa suatu senyawa memiliki aktivitas bakterisidal, sedangkan rasio >4 menunjukkan aktivitas bakteristatik (Patil dan Patel, 2021).

Berdasarkan hasil perhitungan rasio MBC/MIC, ekstrak metanol menunjukkan nilai rasio 1 terhadap *Staphylococcus aureus* dan 2 terhadap *Escherichia coli*. Nilai ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol memiliki aktivitas bakterisidal terhadap kedua bakteri uji. Ekstrak etanol juga menunjukkan aktivitas bakterisidal dengan nilai rasio 4 terhadap *Staphylococcus aureus* dan 1 terhadap *Escherichia coli*. Sebaliknya, ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri sehingga tidak dapat dihitung nilai rasio MBC/MIC.

Aktivitas bakterisidal yang ditunjukkan oleh ekstrak metanol dan etanol diduga berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam buah parijoto. Senyawa seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid diketahui memiliki aktivitas antibakteri melalui berbagai mekanisme, seperti merusak membran sel bakteri, menghambat aktivitas enzim metabolisme, serta mengganggu sintesis DNA pada bakteri (Marvla *et al.*, 2024).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) yang diperoleh melalui metode *Ultrasonicator-Assisted Extraction* (UAE) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pelarut etanol menghasilkan rendemen ekstrak tertinggi. Pengujian difusi cakram menunjukkan adanya zona hambat terhadap kedua bakteri uji pada ekstrak metanol dan etanol. Hasil pengujian MIC menunjukkan bahwa ekstrak metanol mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 1 mg/mL, sedangkan ekstrak etanol menunjukkan nilai MIC 4 mg/mL terhadap *Escherichia coli* dan 1 mg/mL terhadap *Staphylococcus aureus*. Pengujian MBC menunjukkan bahwa ekstrak metanol dan etanol memiliki aktivitas bakterisidal terhadap kedua bakteri uji dengan nilai rasio MBC/MIC ≤ 4 , sementara ekstrak n-heksana tidak menunjukkan aktivitas antibakteri pada rentang konsentrasi yang diuji.

5.2 Saran

Perlunya dilakukan penelitian selanjutnya untuk melakukan identifikasi dan isolasi senyawa bioaktif utama yang berperan sebagai antibakteri ekstrak buah parijoto, serta mengevaluasi mekanisme kerja senyawa tersebut terhadap sel

bakteri. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengkaji potensi aplikasi ekstrak buah parijoto sebagai agen antibakteri alami pada produk pangan atau sebagai bahan pengawet alami, serta melakukan pengujian terhadap jenis mikroorganisme lain, baik bakteri Gram positif maupun Gram negatif, seperti *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, atau *Bacillus cereus* untuk mengetahui spektrum aktivitas antibakteri ekstrak buah parijoto secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmaksoud, T.G., Younis, M.I., Altemimi, A.B., Tlay, R.H., and Ali Hassan, N. 2025. Bioactive Compounds of Plant-Based Food: Extraction, Isolation, Identification, Characteristics, and Emerging Applications. *Food Science and Nutrition*, 13(6): .
- Abu, F., Mat Taib, C.N., Mohd Moklas, M.A., and Mohd Akhir, S. 2017. Antioxidant Properties of Crude Extract, Partition Extract, and Fermented Medium of *Dendrobium sabin* Flower. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2017: .
- Ahmed, S.N., Al Touby, S.S., and Hossain, M.A. 2023. Isolation and evaluation of significant antibacterial fraction of methanol and its derived fractions from the leaves extract of *Zygophyllum simplex*. *Advances in Biomarker Sciences and Technology*, 5(August 2022): 1–7.
- Akinpelu, S., Ajayi, A., Smith, S.I., and Adeleye, A.I. 2020. Efflux pump activity, biofilm formation and antibiotic resistance profile of *Klebsiella* spp. isolated from clinical samples at Lagos University Teaching Hospital. *BMC Research Notes*, 13(1): 1–5.
- Al-Rimawi, F., Imtara, H., Khalid, M., Salah, Z., Parvez, M.K., Saleh, A., Al kamaly, O., and Shawki Dahu, C. 2022. Assessment of Antimicrobial, Anticancer, and Antioxidant Activity of *Verthimia iphionoides* Plant Extract. *Processes*, 10(11): .
- Alegbeleye, O.O., Singleton, I., and Sant’Ana, A.S. 2018. Sources and contamination routes of microbial pathogens to fresh produce during field cultivation: A review. *Food Microbiology*, 73: 177–208.
- Alreshidi, M., Abdulhakeem, M.A., Badraoui, R., Amato, G., Caputo, L., De Martino, L., Nazzaro, F., Fratianni, F., Formisano, C., De Feo, V., and Snoussi, M. 2023. *Pulicaria incisa* (Lam.) DC. as a Potential Source of Antioxidant, Antibacterial, and Anti-Enzymatic Bioactive Molecules: Phytochemical Constituents, In Vitro and In Silico Pharmacological Analysis. *Molecules*, 28(21): 1–23.
- Anes, J., McCusker, M.P., Fanning, S., and Martins, M. 2015. The ins and outs of RND efflux pumps in *Escherichia coli*. *Frontiers in Microbiology*, 6(JUN): 1–14.

- Ashok, Elongavan Garima, Kapoor Saurabh, S. 2017. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 33(3): 300–305.
- Aslah, A.P., Lolo, W.A., and Jayanto, I. 2019. AKTIVITAS ANTIBAKTERI DAN ANALISIS KLT-BIOAUTOGRAFI DARI FRAKSI DAUN MENKUDU (*Morinda citrifolia* L .) Program Studi Farmasi FMIPA UNSRAT Manado , 95115 Kata kunci : Mengkudu , Antibakteri , *Staphylococcus aureus* , *Escherichia coli* , KLT-Bioautografi PEN 8: 505–515.
- Azzahra, F., and Madhani, V. 2021. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4(2): .
- Bahaj, S.S., Al-Dhubaibi, M.S., Noman, A., Ali, S.S., Mehmood, H., Alkassar, W.Y., Al-Dhubaibi, A.M., Mohammed, G.F., and Abd Elneam, A.I. 2025. Expression of multidrug efflux pump gene *acrAB* in *Escherichia coli*: a systematic review and meta analysis. *BMC Infectious Diseases*, 25(1): .
- Balouiri, M., Sadiki, M., and Ibnsouda, S.K. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2): 71–79.
- Bender, M., Buckley, •, Sattley, •, and Stahl, • 2018. Brock Biology of Microorganisms BROCK BIOLOGY OF MICROORGANISMS.
- Boateng, I.D. 2024. Recent processing of fruits and vegetables using emerging thermal and non-thermal technologies. A critical review of their potentialities and limitations on bioactives, structure, and drying performance. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(13): 4240–4274.
- Borges, A., José, H., Homem, V., and Simões, M. 2020. Comparison of techniques and solvents on the antimicrobial and antioxidant potential of extracts from *acacia dealbata* and *olea europaea*. *Antibiotics*, 9(2): .
- Bubonja-šonje, M., Knežević, S., and Abram, M. 2020. Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant- derived polyphenolic compounds 300–311.
- Budiastira, I.W., Mardjan, S.S., and Azis, A.A. 2020. Pengaruh Amplitudo Ultrasonik dan Waktu Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Oleoresin Pala. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 8(2): 45–52.
- Bush, K., and Bradford, P.A. 2016. β -Lactams and β -Lactamase Inhibitors: An

Overview (Table 1): .

- Chaves, J.O., de Souza, M.C., da Silva, L.C., Lachos-Perez, D., Torres-Mayanga, P.C., Machado, A.P. da F., Forster-Carneiro, T., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A.V., Barbero, G.F., and Rostagno, M.A. 2020. Extraction of Flavonoids From Natural Sources Using Modern Techniques. *Frontiers in Chemistry*, 8(September): .
- Chumchalová, J., and Kubal, M. 2020. MPN drop agar method for determination of heterotrophic microorganisms in soil and water samples using tissue plate as a carrier. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19): .
- Clinical and Laboratory Standards Institute 2012. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Second Informational Supplement, M100-S22.
- Dip, M.R.R., Sobuj, M.K.A., Islam, M.S., Akter, A., Hasan, M.M., Tasnim, N., Haque, M.A., and Rafiquzzaman, S.M. 2024. Phytochemicals, antioxidant and antibacterial activity of crude extract of *Sargassum polycystum* collected from Bangladesh. *Food and Humanity*, 2(March): 100278.
- Du, D., Wang-Kan, X., Neuberger, A., van Veen, H.W., Pos, K.M., Piddock, L.J.V., and Luisi, B.F. 2018. Multidrug efflux pumps: structure, function and regulation, *Nature Reviews Microbiology*.
- Dulanto Chiang, A., and Dekker, J.P. 2024. Efflux pump-mediated resistance to new beta lactam antibiotics in multidrug-resistant gram-negative bacteria. *Communications Medicine*, 4(1): 1–9.
- Eloff, J.N. 2019. Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts and publishing the results. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1): 1–8.
- Fadel, M.N., Huda, N., Hasriyani, H., Besan, E.J., and Ayuningsih, S. 2024. AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL DAUN PARIJOTO (*Medinilla speciosa* Blume) PADA SEDIAAN GEL HAND SANITIZER. *IJF (Indonesia Jurnal Farmasi)*, 9(1): 1–12.
- Fathia Falugah, Jimmy Posangi, P.Y. 2019. UJI EFEK ANTIBAKTERI JAMUR ENDOFIT PADA TUMBUHAN SEREH (*Cymbopogon citratus*) PADA BAKTERI UJI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli* PENDAHULUAN Kontaminasi mikroba pada saat ini adalah salah satu masalah yang dihadapi dalam kehidupan manusia yang b 8(3): 705–715.

Fenando 2012. Streptomycin (iv): 3–5.

Foxcroft, N., Masaka, E., and Oosthuizen, J. 2024. Prevalence Trends of Foodborne Pathogens *Bacillus cereus*, Non-STEC *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in Ready-to-Eat Foods Sourced from Restaurants, Cafés, Catering and Takeaway Food Premises. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(11): .

Frediansyah, A. 2024. Phytochemical properties of *Medinilla speciosa* leaf extract and its antibacterial activity against *Burkholderia* sp, in: AIP Conference Proceedings. AIP Conference Proceedings, Bogor, p. 060051.

Gaur, P., Hada, V., Rath, R.S., Mohanty, A., Singh, P., and Rukadikar, A. 2023. Interpretation of Antimicrobial Susceptibility Testing Using European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) and Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) Breakpoints: Analysis of Agreement. *Cureus*, 15(3): .

Gede Wiranata, I., Malida, M., and Sasadara, V. 2022. Pengaruh Pelarut Dan Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder Dan Nilai Ic50 Ekstrak Umbi Bit (*Beta Vulgaris* L.) Effect of Solvent and Extraction Method on Secondary Metabolites and Ic50 of Beetroot Extract (*Beta Vulgaris* L.). *Jurnal Integrasi Obat Tradisional* •, 2(1): 2963–2161.

Gomes, O.J.S., Leitão, A., Sousa, H.C. d., Gando-Ferreira, L.M., and Braga, M.E.M. 2025. Bioactive Compounds Extraction From *Moringa oleifera* Leaves: A Comparative Study of Vacuum-Assisted and Bed-Stirred Extractions. *Journal of Food Science*, 90(11): .

Gómez-López, I., Lobo-Rodrigo, G., Portillo, M.P., and Cano, M.P. 2021. Ultrasound-assisted “green” extraction (Uae) of antioxidant compounds (betalains and phenolics) from *opuntia stricta* var. *dillenii*’s fruits: Optimization and biological activities. *Antioxidants*, 10(11): .

Hakim, A.R., and Saputri, R. 2020. Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, 6(1), 177–180. <https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1>. *Jurnal Surya Medika*, 6(1): 177–180.

Hamida, F., Syafriana, V., and Yuliawati, C. 2022. Sensitivitas *Escherichia coli* Asal Saluran Air Tanah Baru Terhadap Antibiotik. *Sainstech Farma*, 15(1): 17–22.

- Hasriyani, H., Primananda, A.Z., and Islamaeni, I.R. 2024. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Etanol Buah Parijoto (*Medinilla Speciosa* Blume) Pada Sediaan Krim Terhadap Aktivitas Bakteri *Staphylococcus Aureus* Menggunakan Metode Difusi Cakram. *IJF (Indonesia Jurnal Farmasi)*, 8(2): 72–83.
- Herrmann, L., Hahn, F., Wangen, C., Marschall, M., and Tsogoeva, S.B. 2022. Anti-SARS-CoV-2 Inhibitory Profile of New Quinoline Compounds in Cell Culture-Based Infection Models. *Chemistry - A European Journal*, 28(4): .
- Hooper, D.C., and Jacoby, G.A. 2016. Topoisomerase inhibitors: Fluoroquinolone mechanisms of action and resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 6(9): 1–22.
- Hossain, T.J. 2024. Methods for screening and evaluation of antimicrobial activity : A review of protocols , advantages , and limitations.
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., and Wang, Y. 2018. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*, 4(2): 137–150.
- Ibrahim Alghamdi, A. 2023. Antibacterial activity of green tea leaves extracts against specific bacterial strains. *Journal of King Saud University - Science*, 35(5): 102650.
- Jam, N., Hajimohammadi, R., Gharbani, P., and Mehrizad, A. 2021. Evaluation of Antibacterial Activity of Aqueous, Ethanolic and Methanolic Extracts of Areca Nut Fruit on Selected Bacteria. *BioMed Research International*, 2021: .
- Kaczorová, D., Karalija, E., Dahija, S., Bešta-Gajević, R., Parić, A., and Čavar Zeljković, S. 2021. Influence of extraction solvent on the phenolic profile and bioactivity of two achillea species. *Molecules*, 26(6): 1–15.
- Karisma, E.V. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasindo: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 3(2): 14–18.
- Khalifa, S.M., Abd El-Aziz, A.M., Hassan, R., and Abdelmegeed, E.S. 2021. β -lactam resistance associated with β -lactamase production and porin alteration in clinical isolates of *E. coli* and *K. pneumoniae*. *PLoS ONE*, 16(5 May): 1–22.
- Kowalska-Krochmal, B., and Dudek-Wicher, R. 2021. The minimum inhibitory

concentration of antibiotics: Methods, interpretation, clinical relevance. *Pathogens*, 10(2): 1–21.

Krawczyk, S.J., Leśniczak-Staszak, M., Gowin, E., and Szaflarski, W. 2024. Mechanistic Insights into Clinically Relevant Ribosome-Targeting Antibiotics. *Biomolecules*, 14(10): 1–13.

Kumar, A., Nirmal, P., Kumar, M., Jose, A., Tomer, V., Oz, E., Proestos, C., Zeng, M., Elobeid, T., Sneha, V., and Oz, F. 2023. Major Phytochemicals: Recent Advances in Health Benefits and Extraction Method. *Molecules*, 28(2): 1–41.

Kunarto, B., Elly Yunarti Sani Jurusan Teknologi Hasil Pertanian-Fakultas Teknologi Pertanian-Universitas Semarang Jl Soekarno-Hatta Semarang, dan, and Korespondensi, P. 2020. EKSTRAKSI BUAH PARIJOTO (*MEDINILLA SPECIOSA* BLUME) BERBANTU ULTRASONIK PADA BERBAGAI SUHU, WAKTU DAN KONSENTRASI PELARUT ETANOL Extraction of Parijoto Fruit (*Medinilla speciosa* Blume) by Ultrasonic Assisted Extraction at Various Times, Temperatures and Ethanol Solvent Concentrations, *Jurnal Teknologi Pertanian*.

Kunarto, B., Putri, A.S., and Seno, B.A. 2024. Ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik dan fotodegradasi senyawa antosianin pada tangkai parijoto (*Medinilla speciosa* Blume). *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(3): 613–622.

Lee, H., and Yoon, Y. 2021. Etiological agents implicated in foodborne illness world wide. *Food Science of Animal Resources*, 41(1): 1–7.

Lee, J.E., Jayakody, J.T.M., Kim, J. Il, Jeong, J.W., Choi, K.M., Kim, T.S., Seo, C., Azimi, I., Hyun, J.M., and Ryu, B.M. 2024. The Influence of Solvent Choice on the Extraction of Bioactive Compounds from Asteraceae: A Comparative Review. *Foods*, 13(19): 1–21.

Liang, H., Ma, Z., Sun, R., and Song, L. 2021. Research progress on antibacterial activity of bioactive flavonoids. *China Surfactant Detergent and Cosmetics*, 51(8): 775–781.

Liu, Q., Tang, Y., Jiang, S., Yu, X., Zhu, H., Xie, X., and Ning, X. 2024. Mechanisms of action of berberine hydrochloride in planktonic cells and biofilms of *Pseudomonas aeruginosa*. *Microbial Pathogenesis*, 193(January): 106774.

Luhurningtyas, F.P., Putra, R., and Surya, A. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak

Etanol 70% dan 96% Buah Parijoto Asal Bandungan dan Profil Kromatografinya. *Pharmaceutical and Biomedical Sciences Journal*, 3(1): 39–44.

Marvla, A., Tuda, W., Mongi, J., Kanter, J.W., Pareta, D., and Ginting, A. 2024. ORIGINAL ARTICLE Antibacterial of mangrove root infusion *Sonneratia alba* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* Antibakteri infusa akar mangrove *Sonneratia alba* pada *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Abstrak 658–667.

Masoudi, M., Mashreghi, M., Zenhari, A., and Mashreghi, A. 2024. Combinational antimicrobial activity of biogenic TiO₂ NP/ZnO NPs nanoantibiotics and amoxicillin-clavulanic acid against MDR-pathogens. *International Journal of Pharmaceutics*, 652(January): 123821.

Maulida, I.D. 2024. Preliminary characterization of *medinilla speciosa* blume extract for edible coating antioxidant candidate, in: AIP Conference Proceedings. AIP Conference Proceedings, South Tangerang, p. 020018.

Melinda, S., Sasikirana, W., Diponegoro, U., and Hela, S. 2021. POTENSI SITOTOKSIK EKSTRAK BUAH PARIJOTO (*Medinilla speciosa*) TERPURIKASI PADA SEL KANKER. *Journal of Research in Pharmacy*, 1(2): 44–52.

Milanda, T., Lestari, K., and Tarina, N.T.I. 2021. Antibacterial Activity of Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) Fruit Against *Serratia marcescens* and *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 8(2): 76.

Mitiku, M., and Said, A. 2022. Effect of Growth Media on the Pathogenicity of Enset Bacterial Wilt Pathogen (*Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*). *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 13(13:633): 7–9.

Moffatt, C.B., Plaman, B.A., Rowe, S.J., Caruso, A., Early, S.A., Ruiz, N., and Kahne, D. 2025. Inhibiting Lipopolysaccharide Biogenesis: The More You Know the Further You Go. *Annual Review of Biochemistry*, 94(1): 137–160.

Mohammed, E.A., Abdalla, I.G., Alfawaz, M.A., Mohammed, M.A., Al Maiman, S.A., Osman, M.A., Yagoub, A.E.G.A., and Hassan, A.B. 2022. Effects of Extraction Solvents on the Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content, and Antioxidant Activity in the Aerial Part of Root Vegetables. *Agriculture (Switzerland)*, 12(11): .

- Mona, N., Widyastuti, D.A., Nurwahyunani, A., and Nurdyansyah, F. 2022. Fraksinasi Ekstrak Metanol Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) dengan Pelarut Metanol, Etil Asetat, dan N-Heksana. *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 9(2): 102–109.
- Nafi'ah, L.N., Ismi Rahmawati, and Titik Sunarni 2024. The Potential of Parijoto Fruit Extract Fraction (*Medinilla speciosa* Blume) as Antibiofilm against *Staphylococcus aureus* Bacteria. *Open Access Indonesian Journal of Medical Reviews*, 4(2): 609–618.
- Nazzaro, F., Coppola, F., Fratianni, F., Abdalrazeq, M., Ombra, M.N., De Giulio, B., Coppola, R., and Zengin, G. 2025. Polyphenols Bioactive Metabolites, and Their Anti-Biofilm and Neuroprotective Potential. *Foods*, 14(22): 1–35.
- Nesru, Y., Ahmed, M., Mengistu, A., and Naimuddin, M. 2025. Phytochemical screening and inhibitory effects of *Catha edulis* Forsk extracts on oxidation, growth, biofilm and quorum sensing of selected pathogens. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 23(4): .
- Ngamsurach, P., and Praipipat, P. 2022. Comparative antibacterial activities of *Garcinia cowa* and *Piper sarmentosum* extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* with studying on disc diffusion assay, material characterizations, and batch experiments. *Heliyon*, 8(11): e11704.
- Nhon Hoang, T.N., Phan, T.T., Lien Phan, T.K., Van Nguyen, N.H., Dao Dong, T.A., and Anh Le, T.H. 2023. Phytochemical Screening, Extraction, and Determination of the Bioactivities of the Extract-Enriched Polyphenols and Saponins from *Musa balbisiana* Fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023: .
- Nita D, P., Putri L, F., and Lestari I, L. 2023. PENETAPAN KADAR FENOLIK DAN FLAVONOID TOTAL EKSTRAK ETANOL BUAH PARIJOTO (*Medinilla speciosa* Blume) DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS DETERMINATION OF TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENTS OF PARIJOTO FRUIT (*Medinilla speciosa* Blume) EXTRACT USING UV-. *Journal of Pharmacy*, 12(1): 1–6.
- Nunes, C., Silva, M., Farinha, D., Sales, H., Pontes, R., and João, N. 2023. Edible Coatings and Future Trends in Active Food Life Increasing. *Foods*, 12(3308): 3–4.
- Nurhayati, L.S., Yahdiyani, N., and Hidayatulloh, A. 2020. Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2):

41.

- Nurung, A.H. 2024. Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of Water and Ethanol Extracts of *Eleutherine palmifolia* (L .) Merr . Against *Staphylococcus aureus* and *Psedomonas aureginosa*. *Journal Microbiology Science*, 4(2): 161–167.
- Octaviani, M., Fadhli, H., and Yuneistya, E. 2019. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dengan Metode Difusi Cakram. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1): 62–68.
- Othman, L., Sleiman, A., and Abdel-Massih, R.M. 2019. Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in middle eastern plants. *Frontiers in Microbiology*, 10(MAY): .
- Patil, S.M., and Patel, P. 2021. *Bactericidal and Bacteriostatic Antibiotics*, 3rd ed. IntechOpen.
- Paukiran, D., Budiarmo, F., Manampiring, A., Fatimawali, F., Kepel, B.J., and Bodhi, W. 2025. Efficacy of Purple *Chrysanthemum* Ethanol Extract in Inhibiting *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* Growth. *Grimsa Journal of Science Engineering and Technology*, 3(1): 1–9.
- Pawarti, N., Iqbal, M., Ramdini, D.A., and Yuliyanda, C. 2023. Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Persen Rendemen dan Kadar Fenolik Ekstrak Tanaman yang Berpotensi sebagai Antioksidan The Effect of Extraction Methods on Percent Yield and Phenolic Content of Plant Extracts Potentially as Antioxidants. *Jurnal Medula*, 13(4): 590–593.
- Pujiastuti Endra, and Islamiyati Ricka 2021. Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat dan Air Ranting Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) dengan Perendaman Radikal Bebas DPPH. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 5(2): 135–144.
- Qi, X., Alifu, X., Chen, J., Luo, W., Wang, J., Yu, Y., and Zhang, R. 2022. Descriptive study of foodborne disease using disease monitoring data in Zhejiang Province, China, 2016–2020. *BMC Public Health*, 22(1): 1–9.
- Ramadan, H.A., El-Baz, A.M., Goda, R.M., El-Sokkary, M.M.A., and El-Morsi, R.M. 2023. Molecular characterization of enterotoxin genes in methicillin-resistant *S. aureus* isolated from food poisoning outbreaks in Egypt. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 42(1): 1–12.

- Ren, J., Wang, M., Zhou, W., and Liu, Z. 2024. Efflux pumps as potential targets for biofilm inhibition. *Frontiers in Microbiology*, 15(February): .
- Salam, M.A., Al-Amin, M.Y., Pawar, J.S., Akhter, N., and Lucy, I.B. 2023. Conventional methods and future trends in antimicrobial susceptibility testing. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(3): 103582.
- Salih, A.M., Al-Qurainy, F., Nadeem, M., Tarroum, M., Khan, S., Shaikhaldein, H.O., Al-Hashimi, A., Alfagham, A., and Alkahtani, J. 2021. Optimization method for phenolic compounds extraction from medicinal plant (*Juniperus procera*) and phytochemicals screening. *Molecules*, 26(24): .
- Sciences, M., and Abdulla, G.M. 2025. Prevalence of *Staphylococcus aureus* Infections among Individuals in Kirkuk City (Iraq) 1 9(1): 82–86.
- Septiyasari, E., and Sofyanita, E.N. 2023. Gambaran Bakteri *Escherichia Coli* Pada Jajanan Gorengan Di Sepanjang Jalan Tlogosari Raya Semarang. *Jurnal Dunia Ilmu Kesehatan (JURDIKES)*, 1(1): 22–27.
- Sernita, Rubak, B., and Srimayona, W.O. 2024. Pengaruh Jenis Pelarut terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Ubi Ungu (*Ipomea batatas* L.) Alat yang digunakan yaitu Batang pengaduk, botol vial, corong kaca, gelas (pyrex), maserator, mikropipet, neraca Bahan yang digunakan yaitu Aluminium. *Politeknik Bina Husada Kendari*, VI(2460 – 7967): 36–44.
- Sharma, V., Sharma, D., Saini, M., Jain, A., Chaudhary, J., Gupta, N.K., Sahoo, S., Singh, S.K., Goyal, K., Rekha, A., Ali, H., Gupta, S., Hussain, M.S., and Gaurav 2025. Flavonoids as Antimicrobial Agents: A Comprehensive Review of Mechanisms and Therapeutic Potential. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 27(1): 1–12.
- Sugiarti, L., and Pujiastuti, E. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Parijoto (*Medinilla Speciosa* Blume) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Echerichia Coli*. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 1(1): 25–33.
- Syarifuddin, A., and Sulistyani, N. 2018. Aktivitas Antibiotik Isolat Bakteri Kp13 dan Analisa Kebocoran Sel Bakteri *Escherichia coli* (Activity. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 16(2): 137–144.
- Tatli Cankaya, I.I., and Somuncuoglu, E.I. 2021. Potential and Prophylactic Use of Plants Containing Saponin-Type Compounds as Antibiofilm Agents against Respiratory Tract Infections. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2021: .

- Um, M., Han, T.H., and Lee, J.W. 2018. Ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid from rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.) fruit. *Food Science and Biotechnology*, 27(2): 375–382.
- Vifta, R.L., and Luhurningtyas, F.P. 2019. Fractionation of metabolite compound from *Medinilla speciosa* and their antioxidant activities using ABTS.+ radical cation assay. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, 1(1): 1–10.
- Villanueva, X., Zhen, L., Ares, J.N., Vackier, T., Lange, H., Crestini, C., and Steenackers, H.P. 2023. Effect of chemical modifications of tannins on their antimicrobial and antibiofilm effect against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 13(January): 1–15.
- Wijaya, A., and Satriawan, B. 2023. PENGARUH PERBEDAAN JENIS PELARUT TERHADAP NILAI RENDEMEN EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya* .L). *Jurnal Ilmiah JOPHUS : Journal Of Pharmacy UMUS*, 5(1): 10–17.
- Wulandari, A.R., Sunnah, I., Dianingati, R.S., Farmasi, P.S., Kesehatan, F.I., Waluyo, U.N., Semarang, K., Farmasi, P.S., Kedokteran, F., Diponegoro, U., and Semarang, K. 2021. OPTIMASI PELARUT TERHADAP PARAMETER SPESIFIK EKSTRAK KITOLOD (*Isotoma longiflora*) SOLVENTS 1: 10–15.
- Wulandari, E.D., Khairunisa, U.A., and Putri, T.E. 2023. PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI DAN UAE TERHADAP POTENSI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI RIMPANG BANGLE (*Zingiber montanun*(J. Koenig). *Jurnal Ilmiah Cendikia Eksakta*, 10(1): 23–29.
- Yan, Y., Li, X., Zhang, C., Lv, L., Gao, B., and Li, M. 2021. Research progress on antibacterial activities and mechanisms of natural alkaloids: A review. *Antibiotics*, 10(3): .
- Yulianti, W., Laila, F., Martini, R., Ayuningtyas, G., Dian Supardan, A., Urip Pambudi Sujarnoko, T., Ratih Listiasari, F., and Kusumaningtyas, A. 2023. Effect of solvent polarity on total phenolic, antioxidant and antibacterial capacity of cherry leaves (*Muntingia calabura* L.). *E3S Web of Conferences*, 454: .
- Zack, K.M., Sorenson, T., and Joshi, S.G. 2024. Types and Mechanisms of Efflux Pump Systems and the Potential of Efflux Pump Inhibitors in the Restoration of Antimicrobial Susceptibility, with a Special Reference to *Acinetobacter*

baumannii. Pathogens, 13(3): .

Zhang, M., Zhao, J., Dai, X., and Li, X. 2023. Extraction and Analysis of Chemical Compositions of Natural Products and Plants. Separations, 10(12): .

Zhou, H., Chen, L., Ouyang, K., Zhang, Q., and Wang, W. 2023. Antibacterial activity and mechanism of flavonoids from *Chimonanthus salicifolius* S. Y. Hu. and its transcriptome analysis against *Staphylococcus aureus*. Frontiers in Microbiology, 13(January): .