

EFEKTIVITAS EKSTRAK AIR DAUN *Eucalyptus pellita* TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Acinetobacter baumannii* PADA LUKA

Yesi Indriyani¹, Dwi Marlina Syukri², Tessa Sjahriani³, Mala Kurniati⁴

¹⁻⁴Fakultas Kedokteran, Universitas Malahayati

*)Email Korespondensi: dmarlinas79@gmail.com

Abstract: : **The Effectiveness of Aqueous Extract of *Eucalyptus pellita* Leaves Against *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii* in Wound Infections.** Bacterial infections such as *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii* are common complications that hinder the wound healing process, particularly in chronic and infected wounds. This study aimed to evaluate the effectiveness of aqueous extract of *Eucalyptus pellita* leaves against the growth of these two bacteria. This laboratory-based experimental study was conducted using the agar diffusion method at Hong Sheng Biotech Co., Ltd in May 2025. The extract was obtained through maceration with water as solvent followed by a freeze-drying process. Antibacterial test results showed that the extract produced inhibition zones of 15.6 ± 1.76 mm against *S. aureus* and 15.9 ± 2.81 mm against *A. baumannii*, both categorized as strong antibacterial activity. In addition, cytotoxicity testing using the MTT assay on 3T3 fibroblast cells revealed dose-dependent toxic effects, with significant reduction in cell viability observed at concentrations ≥ 0.125 mg/mL. These findings suggest that the aqueous extract of *Eucalyptus pellita* leaves has potential as a natural antibacterial agent against wound-infecting bacteria, although its cytotoxic effects on normal cells should be considered for further clinical development.

Keywords: *Acinetobacter baumannii*, Antibacterial, *Eucalyptus pellita*, *Staphylococcus aureus*, Wound

Abstrak: Efektivitas Ekstrak Air Daun *Eucalyptus pellita* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii* pada Luka. Infeksi bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii* merupakan komplikasi umum yang menghambat proses penyembuhan luka, terutama pada kondisi kronis dan luka terinfeksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap pertumbuhan kedua bakteri tersebut. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorik menggunakan metode difusi agar, dilaksanakan di *Hong Sheng Biotech Co., Ltd* pada Mei 2025. Ekstrak diperoleh melalui metode maserasi menggunakan pelarut air dan dilanjutkan dengan proses *freeze drying*. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak menghasilkan zona hambat sebesar $15,6 \pm 1,76$ mm terhadap *S. aureus* dan $15,9 \pm 2,81$ mm terhadap *A. baumannii*, yang dikategorikan sebagai daya hambat kuat. Selain itu, uji sitotoksitas menggunakan metode MTT pada sel fibroblas 3T3 menunjukkan efek toksik yang bersifat dosis-dependent, dengan penurunan viabilitas sel signifikan pada konsentrasi $\geq 0,125$ mg/mL. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap bakteri penyebab infeksi luka, meskipun efek toksisitas terhadap sel normal perlu menjadi perhatian dalam pengembangan lanjut.

Kata Kunci: *Acinetobacter baumannii*, Antibakteri, *Eucalyptus pellita*, antibakteri, Luka, *Staphylococcus aureus*

PENDAHULUAN

Luka merupakan kondisi pembedahan yang dapat mengganggu terputusnya kontinuitas jaringan tubuh fungsi proteksi normal jaringan. Proses akibat cedera atau tindakan penyembuhan luka bersifat kompleks

dan melibatkan berbagai mekanisme biologis yang dipengaruhi oleh kondisi luka serta faktor infeksi. Luka yang tidak ditangani secara optimal dapat berkembang menjadi luka kronis dan menimbulkan komplikasi serius, terutama infeksi yang memperlambat proses penyembuhan (Shrivastav et al., 2018). Luka dapat terjadi akibat proses penyakit tertentu, atau berdasarkan etiologinya, diklasifikasikan menjadi luka disengaja misalnya prosedur operasi atau terapi vena dan luka tidak disengaja yang terjadi secara accidental. Proses penyembuhan luka merupakan mekanisme kompleks yang memerlukan strategi perawatan berbeda tergantung pada jenis lukanya (Naziyah et al., 2022).

Prevalensi luka di dunia dapat menjadi indikator kualitas perawatan luka yang tersedia. Secara global, luka kronis tercatat sebesar 221 kasus per 1.000 populasi, dan luka kaki kronis sebanyak 151 kasus per 1.000 populasi (Martinengo et al., 2019). Di Eropa, diperkirakan terdapat 1,5 hingga 2 juta orang yang mengalami luka akut maupun kronis, sedangkan di Amerika Serikat jumlahnya mencapai 5 hingga 6 juta kasus luka kronis pada waktu tertentu (Christina and Richard, 2016). Di kawasan Asia pada tahun 2017, insiden luka vena tercatat sebesar 15 per 100.000 orang, luka arteri sebesar 56, luka akibat diabetes sebanyak 168, dan luka tekan sebesar 183 per 100.000 orang (Goh et al., 2020). Sementara itu, di Indonesia, data Riset Kesehatan Dasar (RIKESDA) tahun 2018 menunjukkan bahwa dari total 1.017.290 kasus luka (9,2%), sebanyak 64,1% adalah luka lecet, lebam, atau memar 20,1% luka iris, robek, atau tusuk 1,3% luka bakar dan 0,5% luka amputasi (Kementerian Kesehatan, 2023).

Luka yang tidak sembuh dengan optimal dapat menyebabkan komplikasi serius seperti infeksi, yang berpotensi memperpanjang proses penyembuhan (Rajendran, 2018). Salah satu hambatan utama dalam proses ini adalah infeksi bakteri, khususnya oleh *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*. Kedua jenis bakteri patogen ini sering ditemukan pada luka terinfeksi dan

diketahui memiliki resistensi tinggi terhadap berbagai jenis antibiotik, sehingga dapat menimbulkan komplikasi berat jika tidak tertangani dengan tepat (Mishra et al., 2013). Dengan meningkatnya kasus resistensi antibiotik, diperlukan alternatif pengobatan yang lebih efektif dan aman. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan bahan alami, terutama ekstrak tanaman yang memiliki potensi sebagai agen antimikroba. Tanaman herbal yang terbukti secara ilmiah memiliki khasiat penyembuhan luka menawarkan solusi pengobatan yang lebih ekonomis dan mudah diakses karena keberadaannya yang melimpah di lingkungan sekitar (Dev et al., 2019).

Salah satu tanaman yang berpotensi tinggi dalam pengobatan tradisional adalah *Eucalyptus pellita*. Daun dari tanaman ini diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan minyak atsiri, yang diyakini memiliki efek antimikroba, antiinflamasi, serta dapat mempercepat proses penyembuhan luka (Dev et al., 2019). Efektivitas ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap kedua bakteri tersebut dikaitkan dengan kandungan senyawa antibakteri seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik. Senyawa-senyawa ini telah dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen, termasuk bakteri yang bersifat resisten terhadap antibiotik. Mekanisme kerjanya diduga melibatkan kerusakan struktur membran sel bakteri, sehingga menghambat aktivitas biologisnya secara efektif (Kharisma et al., 2024). Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan aktivitas antibakteri dari tanaman *Eucalyptus*, sebagian besar studi masih berfokus pada jenis ekstrak tertentu seperti minyak atsiri atau pelarut organik. Selain itu, penelitian yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap bakteri penyebab infeksi luka, khususnya *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*, masih terbatas. Penelitian yang mengkaji aktivitas antibakteri sekaligus mempertimbangkan aspek keamanan

melalui uji sitotoksitas terhadap sel normal juga belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengisi kesenjangan tersebut. Daun dari tanaman ini diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan minyak atsiri, yang diyakini memiliki efek antimikroba, antiinflamasi, serta mempercepat penyembuhan luka (Dev et al., 2019). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*. Hipotesis penelitian ini adalah bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*.

METODE

Studi ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii* menggunakan metode difusi agar. Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Hong Sheng Biotech Co., Ltd, Taipei, pada bulan Mei 2025. Populasi dalam studi ini adalah daun *Eucalyptus pellita* segar yang diperoleh dari tanaman yang telah diidentifikasi sebelumnya. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* serta kultur bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii* yang berasal dari strain standar ATCC. Penelitian dilakukan dengan tiga kali pengulangan (triplicate). Kontrol positif yang digunakan adalah antibiotik standar, sementara kontrol negatif menggunakan pelarut (aquadest) tanpa ekstrak. Teknik Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut air, disertai pemanasan pada suhu 85°C, kemudian disaring dan dilanjutkan dengan proses freeze drying selama 48 jam pada suhu -48°C untuk memperoleh ekstrak kering.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah pemberian ekstrak

air daun *Eucalyptus pellita* dengan konsentrasi tertentu, sedangkan variabel dependen adalah pertumbuhan bakteri yang diukur melalui diameter zona hambat pada media agar. Suspensi bakteri distandarisasi menggunakan standar McFarland 0,5 ($\approx 1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Pengujian antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumuran pada media Nutrient Agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Tiga sumuran berdiameter 6 mm dibuat pada masing-masing cawan petri menggunakan cork borer, kemudian diisi dengan ekstrak pada konsentrasi 0,05 g/mL. Pengujian dilakukan menggunakan satu konsentrasi ekstrak sehingga tidak dilakukan analisis dosis-respons. Selanjutnya, cawan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dan diklasifikasikan menurut kriteria David dan Stout (1971) sebagai berikut: lemah (<5 mm), sedang (5–10 mm), kuat (10–20 mm), dan sangat kuat (>20 mm).

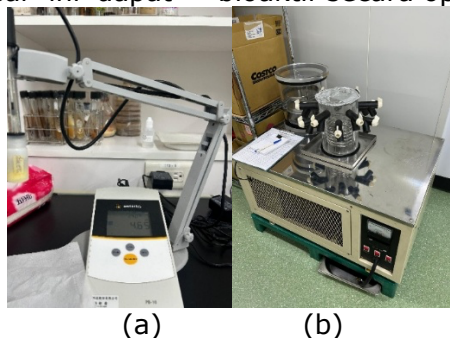
Selain uji antibakteri, uji sitotoksitas juga dilakukan menggunakan sel fibroblas 3T3 untuk menilai viabilitas sel terhadap berbagai konsentrasi ekstrak (0,03–5,00 mg/mL) menggunakan uji MTT pada panjang gelombang 570 nm. Viabilitas sel dihitung menggunakan rumus % viabilitas = (OD perlakuan / OD kontrol) \times 100. Seluruh prosedur telah disesuaikan dengan standar biosafety laboratorium. Studi ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Malahayati dengan nomor 4984/EC/KEP-UNMAL/VII/2025. Data dianalisis menggunakan uji statistik One Way ANOVA dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$.

HASIL

Hasil pengukuran pH ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* menunjukkan nilai sebesar 4,65. Nilai ini mengindikasikan bahwa ekstrak bersifat asam lemah. Keasaman ini dapat berasal dari senyawa-senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik lainnya yang umum terdapat dalam daun tanaman obat. Setelah proses freeze

dried terhadap ekstrak air daun *Eucalyptus pellita*, diperoleh hasil akhir berupa serbuk kering seberat 8,16483 gram dari bahan awal sebanyak 50 gram. Hal ini menunjukkan bahwa rendemen ekstrak yang diperoleh cukup besar, yakni sebesar 16,33%. Nilai hasil rendemen yang cukup besar ini dapat

disebabkan oleh teknik pemisahan yang menggunakan ultra *centrifuge* dengan kecepatan sebesar 4000 rpm. Disamping itu juga, metode *freeze dried* mampu menghilangkan air sebagai pelarut secara maksimal sehingga mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif secara optimal.



Gambar 1. Pengukuran pH dan proses pengeringan ekstrak air daun *Eucalyptus pellita*

Tabel 1. Hasil Pengukuran Absorbansi Ekstrak Air Daun *Eucalyptus pellita*

Kode Sampel	Absorbansi (550 nm)	K*Absorbansi
EEP-01	0.000	0.000
EEP-02	4.436	44.35
EEP-03	0.054	0.542
EEP-04	0.054	0.542
EEP-05	0.054	0.542

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran absorbansi ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* dilakukan pada panjang gelombang 550 nm digunakan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak, bukan untuk menilai aktivitas antibakteri secara langsung. Sampel EEP (Ekstrak *Eucalyptus pellita*)-01 yang berfungsi sebagai kontrol menunjukkan nilai

absorbansi sebesar 0,000, menandakan kondisi tanpa ekstrak (blangko). Sampel EEP-02, EEP-03, EEP-04, dan EEP-05 menunjukkan nilai absorbansi sebesar 4,436 pada panjang gelombang 550 nm, yang mengindikasikan kehadiran senyawa aktif di antaranya tanin, flavonoid, saponin, dan total fenolik pada ekstrak air daun *Eucalyptus pellita*.

Tabel 2. Zona Hambat Ekstrak Air Daun *Eucalyptus pellita*

Jenis Bakteri	Mean dan SD Zona Hambat (mm)	Keterangan Sensitivitas
<i>Staphylococcus aureus</i>	15,6 mm ± 1.7559	Kuat
<i>Acinetobacter baumannii</i>	15,9 mm ± 2.8148	Kuat

Hal ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Toumi et al., 2022) yang menyatakan bahwa senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid dan fenolik dapat terdeteksi melalui pengukuran spektrofotometri

menggunakan reagen kimia tertentu, dan kandungan tanin terkondensasi secara khusus dapat diidentifikasi melalui reaksi vanillin HCl dengan pembacaan absorbansi pada panjang gelombang 550 nm (Toumi., et al 2022).

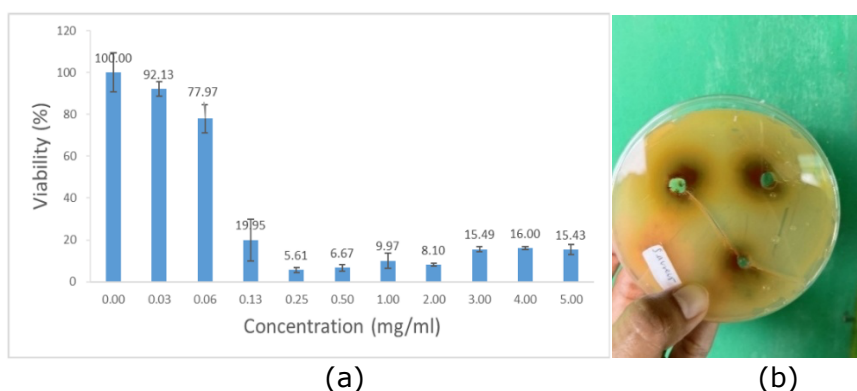
Hasil ini menunjukkan adanya kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak, yang diduga berperan dalam aktivitas antibakteri. Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2, diketahui bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap kedua bakteri uji, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*. Pada *S. aureus*, rata-rata zona hambat ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* terhadap *Staphylococcus aureus* adalah $15,6 \pm 1,76$ mm dan terhadap *Acinetobacter baumannii* sebesar $15,9 \pm 2,81$ mm, yang termasuk dalam kategori kuat. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif.

Berdasarkan Gambar 2 dan hasil uji sitotoksitas menggunakan metode *MTT Assay*, ekstrak *Eucalyptus* menunjukkan efek sitotoksik yang bergantung pada dosis (*dose-dependent*) terhadap sel fibroblas 3T3 setelah inkubasi selama 48 jam. Pada konsentrasi rendah, yaitu 0,03 mg/mL, ekstrak hampir tidak menunjukkan efek toksik, ditandai dengan *viabilitas* sel yang masih tinggi sebesar 92,13%. Efek

toksik ringan mulai teramati pada konsentrasi 0,06 mg/mL, dengan penurunan *viabilitas* sel menjadi 77,97%.

Penurunan *viabilitas* sel yang signifikan terjadi pada konsentrasi 0,125 mg/mL, di mana hanya tersisa 19,95% sel yang masih hidup. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu mulai dari 0,25 mg/mL hingga 5,00 mg/mL, ekstrak menunjukkan toksisitas yang sangat tinggi, dengan *viabilitas* sel secara konsisten berada di bawah 20%, akan tetapi keberadaan sel yang hidup mengalami kenaikan bertahap pada konsentrasi yang lebih tinggi, yaitu 5,00 mg /ml memiliki nilai persentase keberadaan sel yang hidup $> 15 \%$.

Hasil kuantitatif ini diperkuat oleh observasi morfologi sel di bawah mikroskop, yang menunjukkan bahwa sel-sel pada kelompok kontrol tampak sehat, padat, dan tersebar merata, sedangkan pada kelompok perlakuan terlihat penurunan kepadatan dan perubahan morfologi sel yang progresif seiring peningkatan konsentrasi ekstrak. Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa ekstrak *Eucalyptus* memiliki potensi sitotoksik yang cukup kuat terhadap sel fibroblas 3T3, terutama pada konsentrasi $\geq 0,125$ mg/mL.



Gambar 2. Grafik Toksisitas Ekstrak *Eucalyptus* terhadap Sel Fibroblas 3T3 Berdasarkan *MTT Assay* dan Zona Hambat Ekstrak air daun *Eucalyptus pellita*

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*.

Efektivitas ini berkaitan dengan adanya senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, total fenolik, dan saponin di dalam ekstrak. Senyawa-senyawa ini memiliki mekanisme kerja spesifik yang

berkontribusi terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa ekstrak tanaman *Eucalyptus* memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai bakteri patogen, termasuk *Staphylococcus aureus*. Penelitian oleh (Dev et al. 2019) menunjukkan bahwa kandungan flavonoid dan minyak atsiri berperan dalam aktivitas antimikroba. Namun, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan pelarut organik atau minyak atsiri, sedangkan penelitian ini menggunakan pelarut air, sehingga memberikan alternatif yang lebih aman dan mudah diaplikasikan.

Flavonoid dalam ekstrak diketahui dapat merusak dinding sel bakteri melalui reaksi antara gugus flavonoid dengan lipid dan asam amino pada membran sel, sehingga menyebabkan keluarnya isi intraseluler (Putri et al., 2023). Selain itu, flavonoid juga mampu menghambat penggunaan oksigen oleh bakteri, yang berdampak pada terganggunya biosintesis makromolekul esensial. Efek tersebut menghambat pertumbuhan dan reproduksi bakteri secara efektif. (Saptowo and Supriningrum, 2021).

Tanin bekerja dengan cara mengganggu pembentukan polipeptida dan menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri. Tanin juga dapat menonaktifkan adhesi mikroba, menghambat enzim, dan menyebabkan aglutinasi protein pada sel bakteri, yang akhirnya mengganggu fungsi vital sel. Efek gabungan ini menjadikan tanin sebagai salah satu komponen penting dalam aktivitas antibakteri *Eucalyptus* (Putri et al., 2023). Senyawa fenolik memiliki efektivitas antibakteri karena kemampuannya merusak membran sel, mengganggu keseimbangan redoks, dan menghambat enzim penting seperti DNA girase dan ATPase. Mekanisme-mekanisme ini menghambat proses vital dalam sel bakteri dan dapat menurunkan kemampuan virulensinya. Efek ini terjadi secara simultan dan meningkatkan potensi antibakteri secara menyeluruh (Cushnie and Lamb, 2015).

Saponin dalam ekstrak bertindak sebagai surfaktan yang melarutkan lipid

dalam membran sel bakteri, sehingga mengganggu integritas membran. Gangguan ini memicu terbentuknya pori-pori dan meningkatkan permeabilitas membran, yang dapat mempercepat kematian bakteri. Aktivitas ini dapat diperkuat dengan keberadaan senyawa lain dalam ekstrak (Li and Monje-galvan, 2023). Meskipun menunjukkan aktivitas antibakteri yang baik, hasil uji sitotoksitas menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* memiliki efek toksik terhadap sel fibroblas 3T3 yang bersifat dosis-dependent. Pada konsentrasi $\geq 0,125$ mg/mL, terjadi penurunan viabilitas sel yang signifikan, yang menunjukkan adanya potensi toksisitas terhadap sel normal.

Temuan ini menunjukkan adanya trade-off antara efektivitas antibakteri dan keamanan penggunaan ekstrak. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan konsentrasi optimal yang efektif namun tetap aman, serta pengujian lanjutan secara in vivo. Beberapa penelitian mendukung efektivitas antimikroba ekstrak daun *Eucalyptus*. Bachir (2016) melaporkan bahwa minyak atsiri dari *Eucalyptus globulus* dan *Eucalyptus camaldulensis* dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Wintachai et al. (2019) juga menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun *Eucalyptus citriodora* dan nanopartikel perak memberikan aktivitas antibakteri terhadap *A. baumannii* multiresisten.

Moges et al. (2024) dalam kajian literturnya menyebutkan bahwa beberapa spesies *Eucalyptus*, termasuk *E. globulus*, *E. camaldulensis*, dan *E. pellita*, memiliki kandungan senyawa fenolik yang efektif terhadap *S. aureus*. Selain itu, Salehi et al. (2019) menunjukkan bahwa berbagai spesies *Eucalyptus* mengandung senyawa antimikroba seperti flavonoid dan tanin dengan spektrum aktivitas yang luas. Ini menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri dari *Eucalyptus* memiliki dasar fitokimia yang jelas. Astiani et al. (2014) menemukan bahwa minyak atsiri *Eucalyptus pellita* memiliki zona hambat terhadap *Escherichia coli* dan *S. aureus* masing-masing sebesar 17,4 mm dan

13,1 mm, yang dikategorikan sebagai daya hambat sedang. Temuan ini memperkuat potensi *Eucalyptus pellita* sebagai antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Namun, perlu dicatat bahwa efektivitasnya dapat bervariasi tergantung pada jenis bakteri dan metode ekstraksi yang digunakan.

Studi oleh Proenza et al. (2013) menunjukkan bahwa ekstrak *E. pellita* menghasilkan zona hambat hingga 24 mm terhadap *S. aureus* dan *E. coli*, yang dikategorikan sebagai daya hambat kuat. Sebaliknya, Bagus et al. (2021) melaporkan bahwa ekstrak *E. pellita* hanya menunjukkan daya hambat sedang terhadap *S. epidermidis* dan *S. mutans*, dengan zona hambat 9–15 mm. Variasi ini menandakan bahwa efektivitas antibakteri *E. pellita* sangat tergantung pada komposisi kimia ekstrak dan spesies targetnya.

Penurunan viabilitas sel fibroblas 3T3 yang diamati pada penelitian ini diduga berkaitan erat dengan kandungan senyawa aktif dalam ekstrak air daun *Eucalyptus pellita*. Beberapa senyawa seperti flavonoid, tanin, total fenolik, dan saponin diketahui tidak hanya memiliki efek antibakteri, tetapi juga dapat memberikan efek toksik terhadap sel mamalia pada konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana masing-masing senyawa ini berinteraksi dengan sel eukariotik seperti fibroblas. Flavonoid dalam konsentrasi tinggi dapat meningkatkan produksi reactive oxygen species (ROS) di dalam sel, sehingga menyebabkan stres oksidatif yang berdampak pada gangguan mitokondria dan aktivasi jalur apoptosis (Khazraei et al., 2021). Selain itu, flavonoid juga memiliki sifat lipofilik yang memungkinkan senyawa ini menembus bilayer lipid pada membran sel, yang pada akhirnya dapat merusak integritas struktur sel. Efek ini menjelaskan penurunan viabilitas fibroblas yang diamati dalam uji MTT (Yuan et al., 2021). Tanin dikenal mampu mengikat dan mengendapkan protein struktural maupun enzimatis, baik pada sel bakteri maupun sel mamalia. Pada sel fibroblas, proses ini dapat menghambat proliferasi sel dengan cara mengganggu fungsi

protein membran dan aktivitas metabolik sel. Akibatnya, regenerasi dan viabilitas fibroblas dapat menurun secara signifikan (Salehi et al., 2019).

Senyawa fenolik dapat menimbulkan kerusakan struktural pada sel melalui induksi stres oksidatif, baik pada protein maupun DNA seluler (Moges et al., 2024). Dalam konteks in vitro, aktivitas pro-oksidan dari fenolik dapat mengganggu metabolisme sel fibroblas dan menyebabkan penurunan kemampuan bertahan hidup. Mekanisme ini memperkuat temuan bahwa senyawa antibakteri dalam ekstrak juga dapat bersifat toksik bagi sel normal (Moges et al., 2024). Saponin bekerja dengan cara melisis membran sel melalui pembentukan pori-pori yang mengganggu keseimbangan osmotik. Sifat ini berlaku tidak hanya pada sel bakteri, tetapi juga pada sel mamalia seperti fibroblas, terutama bila diberikan dalam konsentrasi tinggi. Akibatnya, saponin dapat menyebabkan lisis sel dan menginduksi kematian melalui mekanisme non-spesifik (Bhowmik et al., 2023).

Selain itu, grafik uji viabilitas menunjukkan adanya fluktuasi respon sel terhadap konsentrasi ekstrak, terutama pada titik 0,13 mg/mL yang diikuti oleh peningkatan viabilitas pada 0,50 mg/mL. Fenomena ini kemungkinan merupakan manifestasi dari respons hormesis, yaitu adaptasi sel terhadap stres ringan yang memicu aktivasi jalur pertahanan seperti Nrf2 (Mattson, 2009). Tinjauan literatur juga menyebutkan bahwa efek non-linear pada viabilitas sel dapat terjadi karena interaksi kompleks antar senyawa bioaktif di dalam ekstrak (Mendanha et al., 2013). Selain efek biologis murni dari senyawa aktif, potensi adanya senyawa reduktor dalam ekstrak juga dapat memengaruhi hasil pembacaan absorbansi pada uji MTT, sehingga dapat memberikan nilai viabilitas yang tampak lebih tinggi daripada kondisi aktual sel (Karakas et al., 2017). Namun demikian, fenomena ini masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan mekanisme yang mendasarinya. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* memiliki potensi

sebagai agen antibakteri alami, namun penggunaannya perlu mempertimbangkan keseimbangan antara efektivitas keamanan terhadap sel normal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Acinetobacter baumannii*. Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, saponin, dan total fenolik, yang terdeteksi melalui pengukuran absorbansi spektrofotometer VIS pada panjang gelombang 550 nm. Keberadaan senyawa-senyawa ini berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri melalui berbagai mekanisme, termasuk kerusakan struktur sel bakteri dan gangguan terhadap proses metabolisme mikroba. Pengujian aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran menunjukkan bahwa ekstrak mampu memberikan hambatan yang kuat terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, dengan rerata diameter zona hambat sebesar 15,6 mm dengan SD 1,7559. Aktivitas serupa juga ditunjukkan terhadap *Acinetobacter baumannii*, dengan rerata zona hambat sebesar 15,9 mm dengan SD 2,8148, yang juga termasuk dalam kategori daya hambat kuat. Hasil ini mengindikasikan bahwa ekstrak air daun *Eucalyptus pellita* efektif terhadap kedua jenis bakteri, baik Gram positif maupun Gram negatif. Secara keseluruhan, temuan ini memperkuat potensi pemanfaatan *Eucalyptus pellita* sebagai sumber bahan alam yang memiliki prospek untuk dikembangkan sebagai agen antibakteri alternatif, khususnya dalam menghadapi tantangan resistensi antibiotik pada infeksi luka.

DAFTAR PUSTAKA

Astiani, D. P., Jayuska, A., & Arreneuz, S. (2014). Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri *Eucalyptus pellita* terhadap bakteri *Escherichia coli*

dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kehutanan Tropika*, 3(3).

- Bachir, R. (2016). Antibacterial activity of leaf essential oils of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus camaldulensis*. *African Journal of Plant Science*, 3(1), 13–18.
- Bagus, A., Kuspradini, H., & Rosamah, E. (2021). Evaluation of antibacterial activity and physico-chemical profiles of *Eucalyptus pellita* essential oil from East Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819, 012007.
- Bhowmik, P., Modi, B., Roy, P., & Chowdhury, A. (2023). Strategies to combat Gram-negative bacterial resistance to conventional antibacterial drugs: A review. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 14(5), 333–346.
- Christina, L., & Richard, S. (2016). Wound management for the 21st century: Combining effectiveness and efficiency. *International Wound Journal*, 13(2), 5–15.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2015). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26, 343–356.
- Dev, S. K., Choudhury, P. K., & Mandal, V. (2019). Antimicrobial, anti-inflammatory and wound healing activity of polyherbal formulation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 111, 555–567.
- Didem Karakaş, D., Ari, F., & Ünaldi, E. (2017). The MTT viability assay yields strikingly false-positive viabilities although the cells are killed by some plant extracts. *Turkish Journal of Biology*, 41(5), 919–925.
<https://doi.org/10.3906/biy-1703-104>
- Goh, O. Q., Ong, M. T., Leong, J. J. H., & Tan, J. S. (2020). Incidence of chronic wounds in Singapore, a multiethnic Asian country, between 2000 and 2017: A retrospective cohort study using a nationwide claims database. *BMJ Open*, 10(9), e038405.

- Kementerian Kesehatan RI. (2023). Profil Kesehatan Indonesia 2023. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kharisma, G., Wulandari, A., & Pratiwi, D. (2024). Bioactive compounds from *Eucalyptus pellita* leaf extract using water solvent. *Jurnal Analis Farmasi*, 9(1), 40–48.
- Khazraei, H., Azra, S., & Mozhdeh, S. (2021). In vitro cytotoxicity and apoptotic assay of *Eucalyptus globulus* essential oil in colon and liver cancer cell lines. *Journal of Gastrointestinal Cancer*. <https://doi.org/10.1007/s12029-021-00601-5>
- Li, J., & Monje-Galvan, V. (2023). In vitro and in silico studies of antimicrobial saponins: A review. *Journal of Molecular Modeling*, 29(7), 201.
- Martinengo, L., Olsson, M., Bajpai, R., Soljak, M., & Majeed, A. (2019). Prevalence of chronic wounds in the general population: Systematic review and meta-analysis of observational studies. *Annals of Epidemiology*, 29, 8–15.
- Mattson, M. P. (2008). Hormesis defined. *Ageing Research Reviews*, 7(1), 1–7.
- Mendanha, S. A., Moura, D. J., Saffi, J., Calloni, C., Schapoval, E. E. S., & Bassani, V. L. (2013). Toxicity of terpenes on fibroblast cells compared to their hemolytic potential and increase in erythrocyte membrane fluidity. *Toxicology in Vitro*, 27, 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2012.08.022>
- Mishra, S.K., Rijal, B.P. and Pokhrel, B.M. (2013) 'Emerging threat of multidrug resistant bugs *Acinetobacter calcoaceticus baumannii* complex and Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*'. *BMC Research Notes*. 2–7.
- Moges, G. W., Manahelohe, G. M., & Asegie, M. A. (2024). Phenolic, flavonoid contents, antioxidant, and antibacterial activity of selected *Eucalyptus* species [Preprint]. Preprints.org.
- Naziyah, Hidayat, R., & Maulidya. (2022). Penyuluhan manajemen luka terkini dalam situasi pandemi COVID-19 melalui kegiatan pesantren luka dengan menggunakan media Zoom Meeting bagi mahasiswa Prodi Keperawatan & Profesi Ners Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Nasional Jakarta. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(7), 1–10.
- Proenza, Y. G., López, M. G., & Valdés, J. A. (2013). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(27), 1979–1983.
- Putri, P. W. D., Maheswari, A. P., & Pratiwi, L. (2023). Manfaat ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *E-Jurnal Medika Udayana*, 12(3), 99–105.
- Rajendran, S. (2018). *Advanced Textiles for Wound Care*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Seca, A. M. L., Pinto, D. C. G. A., Michalak, I., & Martins, N. (2019). Insights into *Eucalyptus* genus: Chemical constituents, biological activities and health-promoting effects. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 609–624.
- Saptowo, A., & Supriningrum, R. (2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak kulit batang sekilang (*Embelia borneensis* Scheff) terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Farmasi Borneo*, 1(2), 93–97.
- Shrivastav, A., Kim, H., & Kim, S. (2018). *In vivo* models for assessment of wound healing potential: A systematic review. *Wound Medicine*, 20, 43–53.
- Toumi, M. N., Djebli, N., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2022). Intensification of the extraction yield of *Eucalyptus globulus* phenolic compounds with pulsed electric field. *Applied Sciences*, 12(15), 7893.

- Wintachai, P., Paosen, S., & Takahashi, C. (2019). Silver nanoparticles synthesized with *Eucalyptus citriodora* ethanol leaf extract stimulate antibacterial activity against clinically multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* isolated from pneumonia patients. *Microbial Pathogenesis*, 126, 245–257.
- Yuan, G., Peng, Y., Yuan, J., & Wang, Q. (2021). Antibacterial activity and mechanism of plant flavonoids to Gram-positive bacteria predicted from their lipophilicities. *Scientific Reports*, 11, Article 10471.