

UJI DAYA HAMBAT EKSTRAK DAUN BAKAU LINDUR (*Bruguiera gymnorhiza*) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa*

Muhammad Reza Syarif^{1*}, Evi Kurniawaty², Hendri Busman³, Soraya Rahmanisa⁴

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

⁴Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

^{*}Email Korespondensi: masrievi04@gmail.com

Abstract : *Inhibitory Activity of Mangrove Leaf Extract (*Bruguiera gymnorhiza*) on the Growth of *Pseudomonas aeruginosa** *Pseudomonas aeruginosa* is a Gram-negative opportunistic bacterium causing severe nosocomial infections. Its virulence is attributed to factors like biofilm formation and antibiotic resistance, urging the search for alternative treatments. *Bruguiera gymnorhiza* (mangrove plant) is identified for its bioactive compounds with antibacterial properties. This study uses ethanol extracts from mangrove leaves to test their antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa*. Extraction was conducted via maceration, and phytochemical screenings were performed to identify active compounds. Antibacterial activity was analyzed through inhibition zone tests and statistical evaluations. The extract exhibited concentration-dependent antibacterial effects, with inhibition zones of 12.82 mm, 14.18 mm, and 15.34 mm for 50%, 75%, and 100% concentrations, respectively. Active compounds like flavonoids and saponins disrupted bacterial cell membranes and metabolism, contributing to the observed results. While effective, the extract showed lesser inhibition compared to standard antibiotics due to differences in purity and concentration. The findings underscore the potential of mangrove extracts as natural antibacterial agents, albeit requiring further optimization for practical applications. The ethanol extract of *Bruguiera gymnorhiza* leaves demonstrates significant antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa*, providing a basis for developing plant-based therapeutics.

Keywords : Antibacterial, *Bruguiera Gymnorhiza*, *Pseudomonas aeruginosa*

Abstrak : *Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Bakau Lindur (*Bruguiera gymnorhiza*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa** *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri Gram-negatif oportunistik yang menyebabkan infeksi nosokomial berat. Virulensinya didukung oleh pembentukan biofilm dan resistansi antibiotik, sehingga diperlukan terapi alternatif. *Bruguiera gymnorhiza* (bakau lindur) diketahui memiliki senyawa bioaktif dengan sifat antibakteri. Penelitian ini menggunakan ekstrak etanol daun bakau untuk menguji aktivitas antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi, dan uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif. Aktivitas antibakteri dianalisis melalui uji zona hambat dan evaluasi statistik. Ekstrak menunjukkan efek antibakteri bergantung konsentrasi dengan zona hambat 12,82 mm; 14,18 mm; dan 15,34 mm masing-masing untuk konsentrasi 50%, 75%, dan 100%. Senyawa aktif seperti flavonoid dan saponin merusak membran sel bakteri dan metabolisme, berkontribusi pada hasil yang diamati. Meski efektif, ekstrak menunjukkan daya hambat lebih rendah dibandingkan antibiotik standar karena perbedaan dalam kemurnian dan konsentrasi. Temuan ini menegaskan potensi ekstrak bakau sebagai agen antibakteri alami yang membutuhkan optimalisasi lebih lanjut. Ekstrak etanol daun *Bruguiera gymnorhiza* menunjukkan aktivitas antibakteri

signifikan terhadap *Pseudomonas aeruginosa*, memberikan dasar untuk pengembangan terapi berbasis tanaman.

Kata Kunci : Antibakteri, *Bruguiera Gymnorhiz*, *Pseudomonas Aeruginosa*

PENDAHULUAN

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri gram-negatif berbentuk batang yang sering menjadi penyebab utama infeksi nosokomial (infeksi yang diperoleh di rumah sakit). Bakteri ini ditemukan secara alami di berbagai lingkungan dan juga pada tubuh manusia, termasuk kulit, hidung, saluran pernapasan atas, dan saluran pencernaan. Sebagai patogen oportunistik, *P. aeruginosa* dapat menyebabkan infeksi yang berat ketika sistem pertahanan tubuh terganggu, seperti pada pasien dengan luka bakar, imunodefisiensi, atau mereka yang menggunakan alat medis seperti kateter dan ventilator. Infeksi yang disebabkan meliputi pneumonia nosokomial, infeksi saluran kemih, infeksi luka bakar, keratitis bakteri, endokarditis, dan bakteremia, dengan tingkat mortalitas yang tinggi pada kasus yang berat (Sekhi, 2022; Wulansari dkk., 2019).

Kemampuan virulensi *P. aeruginosa* didukung oleh berbagai faktor. Salah satu faktor utamanya adalah pembentukan biofilm, struktur kompleks yang melindungi bakteri dari serangan sistem imun dan antibiotik, sehingga memungkinkan kolonisasi jangka panjang di tubuh inang. Bakteri ini juga memiliki flagela dan pili yang memungkinkannya bergerak dan menempel pada sel inang, serta lipopolisakarida (LPS) yang memberikan resistansi terhadap antibiotik dengan mengurangi permeabilitas membran bakteri. Selain itu, *P. aeruginosa* mampu menghasilkan berbagai enzim dan toksin, seperti elastase, protease IV, fosfolipase C, dan eksotoksin A, yang dapat merusak jaringan inang, menghambat proses penyembuhan, dan bahkan menyebabkan nekrosis jaringan (Lodise dkk., 2019).

Pseudomonas aeruginosa dikenal sebagai bakteri yang sangat sulit dikendalikan karena tingkat resistensinya yang tinggi terhadap antibiotik. Selain memiliki faktor struktural seperti lipopolisakarida (LPS), bakteri ini juga

dilengkapi dengan pompa efluks multidrug yang berperan dalam mengeluarkan antibiotik dari dalam sel, sehingga efektivitas pengobatan menurun. Resistensi molekuler *P. aeruginosa* semakin diperkuat oleh berbagai mekanisme, termasuk mutasi gen yang diwariskan secara vertikal serta transfer gen secara horizontal melalui konjugasi, transduksi, dan transposisi. Proses ini memungkinkan bakteri untuk memperoleh gen resisten dari bakteri lain, baik melalui pertukaran plasmid, perantara bakteriofag, maupun perpindahan gen menggunakan transposon. Selain itu, bakteri ini juga mampu memproduksi protein transpor membran yang menghambat masuknya antibiotik atau mengeluarkannya sebelum bekerja. Tingkat resistensi yang tinggi ini semakin diperburuk oleh penggunaan antibiotik yang tidak rasional, terutama di fasilitas kesehatan, yang mempercepat seleksi bakteri dengan ketahanan lebih kuat. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang berkelanjutan untuk menemukan strategi terapi baru yang lebih efektif dalam menangani infeksi akibat *P. aeruginosa* (Pratiwi, 2017; Rundengan dkk., 2017; Sekhi, 2022).

Tanaman herbal dapat dijadikan sebagai pilihan terapi baru dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang saat ini semakin resisten terhadap antibiotik yang ada. Salah satu tanaman herbal yang memiliki banyak manfaat adalah tanaman bakau lindur. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi digunakan sebagai bahan obat herbal, terutama karena sifat antibakterinya. Senyawa seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin diketahui memiliki manfaat farmakologis yang beragam (Manuhuttu & Saimima, 2021). Berbagai bagian tanaman ini, termasuk akar, daun, batang, dan kulit batang, mengandung zat aktif yang bermanfaat untuk pengobatan, seperti antibakteri, antimalaria, dan antioksidan (Egra dkk.,

2019; Kurnianingsih dkk., 2020; Rahayu dkk., 2019).

Penelitian oleh (Kurniawaty dkk., 2022) menjelaskan bahwa bakau mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Edwardsiella tarda* pada konsentrasi minimal 1000 ppm, dengan efek penghambatan yang tergolong sedang. Tanaman bakau memiliki berbagai senyawa seperti alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri tersebut dengan cara yang berbeda-beda. Alkaloid berfungsi sebagai antibakteri dengan mengganggu pembentukan peptidoglikan pada dinding sel bakteri, sehingga menyebabkan kerusakan dan kematian sel. Flavonoid bekerja dengan membentuk kompleks senyawa bersama protein di permukaan luar sel bakteri, yang kemudian merusak membran selnya. Saponin bertindak sebagai antibakteri dengan berinteraksi pada porin, yaitu protein transmembran pada dinding sel bakteri, dan menghasilkan kerusakan pada porin dengan membentuk ikatan polimer kuat. Tanin berperan dengan berikatan pada protein dan membentuk kompleks hidrofobik, yang menghambat enzim serta protein transport sehingga memperlambat pertumbuhan bakteri (Khadeeja dkk., 2022; Rahmawati dkk., 2024).

Penelitian lain oleh (Karundeng dkk., 2022) tentang penentuan Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM) dari bakteri *S.aureus* menunjukkan setelah inkubasi selama 24 jam, ekstrak bakau dengan konsentrasi 50%, 75%, dan 100% menunjukkan kejernihan pada tabung uji yang menandakan bahwa konsentrasi tersebut berfungsi sebagai Kadar Hambat Minimum (KHM). Setelah itu, dilakukan penentuan KBM dengan menginokulasikan bakteri pada media uji dan hasil menunjukkan tidak ada pertumbuhan koloni *S.aureus* yang menandakan bahwa ekstrak konsentrasi 50%, 75%, dan 100% juga efektif dalam membunuh bakteri *S. aureus*.

METODE

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen laboratorium dengan objek penelitian berupa bakteri *Pseudomonas*

aeruginosa. Sampel yang digunakan berupa isolat bakteri yang dikumpulkan dan diuji pada media selektif. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dari ekstrak daun bakau (*Bruguiera gymnorhiza*) terhadap pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*.

Proses ekstraksi daun bakau dilakukan dengan teknik maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Sebanyak 2000 gram daun bakau dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C, kemudian dihancurkan dan disaring dengan ayakan mesh 40. Serbuk simplisia yang dihasilkan kemudian direndam dalam pelarut dengan rasio 1:5 selama tiga hari dengan pengadukan sesekali. Filtrat yang diperoleh kemudian disaring menggunakan kertas saring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C hingga menghasilkan ekstrak yang kental.

Skrining fitokimia dilakukan untuk menentukan kandungan senyawa aktif dalam ekstrak daun bakau, yang mencakup flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, serta terpenoid dan steroid. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pereaksi kimia tertentu yang menunjukkan perubahan warna sebagai indikator keberadaan senyawa tersebut.

Identifikasi bakteri dilakukan dalam beberapa tahap, termasuk sterilisasi peralatan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15-20 menit. Isolasi dan identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media selektif *Mueller Hinton Agar* (MHA), dilanjutkan dengan pewarnaan Gram untuk mengonfirmasi karakteristiknya. Pewarnaan Gram menggunakan larutan kristal violet, iodine, etanol 96%, dan safranin, di mana bakteri Gram negatif akan tampak merah atau pink setelah proses pewarnaan.

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode sumuran. Suspensi bakteri disiapkan berdasarkan standar kekeruhan *McFarland* dan diinokulasikan pada media agar miring. Media *Mueller Hinton Agar* dituangkan ke dalam cawan petri, kemudian dibuat

sumuran yang diisi dengan ekstrak daun bakau pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%. Kontrol positif menggunakan antibiotik, sementara kontrol negatif menggunakan aquades. Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, dan zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong. Pengukuran diameter zona hambat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak sebagai antibakteri.

Analisis data dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk menguji normalitas data, serta uji Levene untuk mengevaluasi homogenitas data. Jika data berdistribusi normal dan homogen, analisis dilanjutkan dengan uji *One Way ANOVA* serta uji post-hoc *LSD*. Jika data tidak memenuhi asumsi

normalitas, maka digunakan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil dianggap signifikan jika $p < 0,05$, yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna dalam penghambatan pertumbuhan bakteri. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor 5263/UN16.18/PP.05.02.00/2024.

HASIL

Hasil Skrining Fitokimia

Hasil uji fitokimia pada ekstrak etanol *Bruguiera gymnorrhiza* menunjukkan keberadaan senyawa saponin, terpenoid, tanin, alkaloid, flavonoid, dan fenolik. Hasil skrining dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia

No.	Jenis Fitokimia	Uji Hasil Fitokimia	Uji Keterangan
1.	Saponin	+	Positif lemah
2.	Steroid	-	Negatif
3.	Terpenoid	++	Positif
4.	Tanin	+++	Positif kuat
5.	Alkaloid	+	Positif lemah
6.	Flavonoid	+++	Positif kuat
7.	Fenolik	+	Positif

Hasil Pengamatan Zona Hambat

Setelah dilakukan pemberian ekstrak daun bakau berkonsentrasi 50%, 75% dan 100% maka dilakukan proses inkubasi selama 24 jam dan diamati

terbentuknya zona hambat pada pertumbuhan bakteri *P. aeruginosa*. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 1 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Zona Hambat

No.	Perlakuan	Diameter Zona Hambat
1.	Konsentrasi 50%	12,82 ± 0,70 mm
2.	Konsentrasi 75%	14,18 ± 0,41 mm
3.	Konsentrasi 100%	15,34 ± 2,86 mm
4.	Kontrol +	35,57 ± 1,2 mm

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian efek antibakteri dari ekstrak etanol 96% terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri, dengan variasi diameter zona hambat yang bergantung pada konsentrasi. Pada konsentrasi ekstrak 50%, rata-rata diameter zona hambat tercatat sebesar

12,83 mm ± 0,71 mm. Ketika konsentrasi ekstrak dinaikkan menjadi 75%, diameter zona hambat rata-rata meningkat menjadi 14,19 mm ± 0,42 mm. Sementara itu, pada konsentrasi tertinggi, yaitu 100%, diameter zona hambat rata-rata mencapai 15,35 mm ± 2,86 mm. Pada kontrol positif, diameter rata-rata zona hambat adalah 35,58 mm ± 1,24 mm.

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas didapatkan bahwa data terdistribusi normal dengan nilai $p > 0,05$ pada semua variabel namun pada uji homogenitas nilai p yang didapatkan kurang dari 0,05 sehingga data tidak homogen. Selanjutnya, dilakukan uji analisis bivariat dengan menggunakan uji *One Way Anova* dan didapatkan nilai p sebesar 0,000 yang berarti didapatkan hasil yang signifikan ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, ditemukan bahwa ekstrak etanol daun bakau dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dengan efektivitas yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Hasil uji zona hambat menunjukkan bahwa ekstrak dengan konsentrasi 25% tergolong dalam kategori sedang, sementara konsentrasi 50%, 75%, dan 100% dikategorikan sebagai kuat. Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara peningkatan konsentrasi ekstrak dan luas zona hambat yang terbentuk. Analisis normalitas menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal, sedangkan uji homogenitas mengungkapkan bahwa data bersifat tidak homogen. Berdasarkan uji Kruskal-Wallis, diperoleh nilai p sebesar 0,003, yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam aktivitas penghambatan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* di antara kelompok perlakuan, termasuk antibiotik, aquades, serta berbagai konsentrasi ekstrak yang diuji.

Zona hambat yang terbentuk diakibatkan karena kerja senyawa-senyawa yang berada didalam ekstrak daun bakau lindur. Daun bakau lindur mengandung senyawa seperti saponin, tanin, flavonoid, dan alkaloid. Saponin bekerja dengan cara merusak membran sitoplasma yang ada pada sel bakteri. Kerusakan membran sitoplasma akan menyebabkan terjadinya peningkatan permeabilitas sel sehingga mengganggu transport zat ke dalam dan keluar sel. Enzim yang berada didalam sel akan keluar dan keluarnya enzim ini akan mengganggu proses metabolisme sel. Metabolisme sel yang terganggu akan

menurunkan pembentukan ATP sehingga tidak adak energi dalam sel akan menurun dan menyebabkan kematian sel (Trianingsih, 2019). Flavonoid juga memiliki peran dalam menghambat pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa*. Flavonoid bersifat lipofilik yang membuatnya larut dalam lapisan lipid pada membran sel sehingga memudahkan senyawa tersebut masuk dan menyebabkan denaturasi protein. Akibatnya, aktivitas metabolisme sel terhambat dan sel akan mati (Karim dkk., 2020). Tanin dan alkaloid adalah senyawa aktif yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri dengan mekanisme yang berbeda. Tanin bekerja dengan mengganggu pembentukan dinding sel bakteri melalui interaksi dengan polipeptida, menyebabkan struktur dinding sel menjadi tidak sempurna hingga mengakibatkan kematian bakteri. Tanin juga dapat menghambat kerja enzim penting dan mengganggu fungsi protein di dalam sel, sehingga proses metabolisme bakteri terhenti (Roslianizar dkk., 2021). Di sisi lain, alkaloid bertindak dengan menghambat sintesis peptidoglikan, yang merupakan komponen utama dinding sel bakteri, sehingga dinding sel menjadi lemah dan rusak. Selain itu, alkaloid mampu menghambat proses sintesis protein, yang berdampak pada terganggunya metabolisme sel bakteri. Kedua senyawa ini memiliki spektrum aktivitas yang luas, efektif terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif, sehingga berpotensi menjadi agen antibakteri alami yang andal (Ratu dkk., 2017).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Fatoni & Mahbub, 2023) yang meneliti tentang khasiat ekstrak daun bakau dengan pelarut etanol 96% terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Pada penelitian tersebut, ekstrak daun bakau terbukti memiliki daya hambat terhadap *S.mutans* dengan daya hambat tertinggi dihasilkan oleh konsnetrasi tertinggi pula yaitu konsentrasi 9000ppm sebesar 21mm. Penelitian lain yang juga menggunakan ekstrak daun bakau yakni penelitian oleh (Karundeng dkk., 2022) yang menyatakan bahwa ekstrak daun bakau memiliki manfaat untuk

menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat tertinggi berada pada konsentrasi 100% sebesar 13,94 mm. Semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin besar daya hambat yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Azizah, 2017) yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi ekstrak tanaman obat, semakin besar pula kemampuan ekstrak tersebut dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini dikarenakan ekstrak dengan konsentrasi tinggi mengandung jumlah senyawa kimia yang lebih banyak.

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak daun bakau berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun gram negatif. Namun, perbedaan ukuran zona hambat yang terbentuk dipengaruhi oleh perbedaan struktur dinding sel dari kedua jenis bakteri tersebut. Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang lebih tebal karena tersusun atas lapisan peptidoglikan yang lebih besar dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Lapisan ini terdiri dari rantai peptida yang saling berikatan membentuk jaringan yang kuat, sehingga mampu melindungi bakteri dari zat asing, termasuk senyawa antimikroba. Di sisi lain, bakteri gram negatif memiliki dinding sel yang lebih tipis tetapi dilindungi oleh lapisan luar yang mengandung lipopolisakarida. Oleh karena itu, struktur dinding sel bakteri gram negatif terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan terluar yang mengandung lipopolisakarida, lapisan tengah yang terdiri dari peptidoglikan, serta lapisan terdalam yang bersinggungan langsung dengan membran sel (Lestari dkk., 2016; Sulaiha dkk., 2022).

Bakteri *P.aeruginosa* tergolong dalam bakteri gram negatif sehingga memiliki tiga lapisan pada dinding selnya. Namun, ekstrak daun bakau juga memiliki senyawa yang efektif untuk menembus ketiga lapisan dinding sel tersebut. Ekstrak daun bakau memiliki senyawa flavonoid yang mampu menembus lapisan lipopolisakarida bakteri sehingga setelah menembus lapisan lipopolisakarida (LPS), flavonoid

dengan mudah dapat melewati lapisan berikutnya yaitu peptidoglikan yang lebih tipis dibanding dengan bakteri gram positif. Kerja flavonolid yang bersifat lipofilik dan mampu menembus ketiga lapisan dinding sel *P.aeruginosa* menjadi jalan bagi senyawa ekstrak daun bakau yang lain untuk dapat masuk dan bekerja sesuai dengan cara kerjanya masing-masing (Saptowo dkk., 2022). Hal inilah yang membuat daya hambat yang dihasilkan oleh ekstrak daun bakau terhadap bakteri *P.aeruginosa* cenderung lebih tinggi dibanding dengan pemberian ekstrak daun bakau pada bakteri gram positif yang telah diujikan dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Santoso dkk., 2015).

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun bakau memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *P. aeruginosa*, namun efektivitasnya masih lebih rendah dibandingkan antibiotik. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti tingkat kemurnian, konsentrasi, mekanisme kerja, stabilitas, dan standarisasi. Antibiotik komersial telah diformulasikan dengan kadar optimal sehingga mampu bekerja secara lebih spesifik dan efisien dalam menghambat atau membunuh bakteri. Sebagai contoh, gentamisin berikatan dengan subunit ribosom 30S, mengganggu sintesis protein, dan menyebabkan kesalahan dalam susunan asam amino yang mengakibatkan pembentukan protein yang tidak berfungsi. Kloramfenikol bekerja dengan mengikat subunit ribosom 50S dan menghambat enzim peptidil transferase, sehingga sintesis protein bakteri terhenti. Sementara itu, penisilin mengganggu pembentukan dinding sel bakteri dengan berikatan pada Penicillin-Binding Proteins (PBPs), yang menghambat enzim transpeptidase dan memicu aktivasi enzim litik yang menyebabkan lisis sel bakteri. Sebaliknya, ekstrak bakau mengandung berbagai senyawa bioaktif dalam bentuk campuran dengan konsentrasi antimikroba yang bervariasi dan umumnya lebih rendah. Stabilitas senyawa aktif dalam ekstrak ini juga dipengaruhi oleh teknik ekstraksi serta sifat kimiawi senyawanya, yang

cenderung kurang stabil dibandingkan antibiotik. Selain itu, belum adanya standar dosis yang baku menyebabkan efektivitas ekstrak bakau tidak konsisten. Oleh karena itu, meskipun memiliki potensi sebagai agen antimikroba alami, efektivitas ekstrak bakau masih belum mampu menandingi antibiotik yang telah diformulasikan untuk memberikan daya hambat maksimal terhadap bakteri (Admi dkk., 2021; Anggita dkk., 2022).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak etanol daun *Bruguiera gymnorhiza* terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. Efektivitasnya meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi, ditunjukkan oleh zona hambat sebesar 12,82 mm pada konsentrasi 50%, 14,18 mm pada 75%, dan 15,34 mm pada 100%. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak membran sel dan mengganggu metabolisme. Meskipun demikian, daya hambat ekstrak ini masih lebih rendah dibandingkan antibiotik komersial. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas dan standarisasi penggunaannya sebagai alternatif terapi antimikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Admi, M., Sitorus, A. A., Rinidar, R., Sutriana, A., Rosmaidar, R., & Sugito, S. (2021). The Sensitivity Level Of Gentamicine, Cholramphenicol and Penicillin Inhibiting The Growth Of *Pseudomonas Aeruginosa* Bacteria Isolate From Aceh Bull Prepunce. *Jurnal Medika Veterinaria*, 15(1), 1–6. <https://doi.org/10.21157/j.med.vet..v15i1.20856>
- Anggita, D., Nuraisyah, S., & Wiriansya, E. P. (2022). Mekanisme Kerja Antibiotik. *UMI Medical Journal*, 7(1), 46–58.
- Azizah, A. (2017). Studi penggunaan amlodipin pada pasien stroke iskemik (penelitian di rumah sakit umum daerah Sidoarjo). *University of Muhammadiyah Malang.*, 6–40.
- Egra, S., Mardhiana, ., Rofin, M., Adiweni, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T. (2019). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v12i1.5143>
- Fatoni, N., & Mahbub, K. (2023). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Bakau (*Rhizopora apiculata* Blume) Terhadap Bakteri *Streptococcus* mutans Menggunakan Metode Difusi Cakram. *Journal of Pharmacopolium*, 6(3), 62–68. <https://doi.org/10.36465/jop.v6i3.1203>
- Karim, A., Islam, A., Islam, M., Rahman, S., & Sultana, S. (2020). *cytotoxic effects and anti-bacterial activity of selected mangrove plants (Bruguiera gymnorhiza and Heritiera littoralis) in.*
- Karundeng, E. D. B., Hanizar, E., & Sari, D. N. R. (2022). Potensi Ekstrak Daun *Rhizophora mucronata* Sebagai Antibakteri Pada *Staphylococcus aureus*. *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi dan Diversitas*, 1(1), 10–18. <https://doi.org/10.31537/biosapphi re.v1i1.642>
- Khadeeja, S., Ragunathan, R., Johnney, J., & Muthusamy, K. (2022). Phytochemical Analysis, Antimicrobial and Antioxidant Activity of Mangrove Plants *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam. and *Excoecaria agallocha* L. *Indian Journal Of Science And Technology*, 15(47), 2594–2604. <https://doi.org/10.17485/ijst/v15i47.1633>
- Kurnianingsih, D., Setiyabudi, L., & Tajudin, T. (2020). *Formulasi Jeruk Purut*. 2(01), 28–35.
- Kurniawaty, E., Megaputri, S., Mustofa, S., Rahmanisa, S., & Audah, K. A. (2022). *mangrove leaves and propolis activity on macroscopic healing of cuts in vivo*. 1–5.

- Lestari, Y., Ardiningsih, P., & Nurlina. (2016). Aktivitas Antibakteri Gram Positif Dan Negatif Dari Ekstrak Dan Fraksi Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) Asal Pesisir Sungai Kakap Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4), 1–8.
- Lodise, T. P., D. J. P., & Bidell, M. R. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*. *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, medicine*, 2(1), 95–100. <https://doi.org/10.15421/021115>
- Manuhuttu, D., & Saimima, N. A. (2021). Potensi Daun Mangrove (*Sonneratia alba*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. *Biopendix*, 7(2), 71–79.
- Pratiwi, R. H. (2017). Mekanisme Pertahanan Bakteri Patogen Terhadap Antibiotik. *Jurnal Pro-Life*, 4(3), 418–429.
- Rahayu, S., Rozirwan, R., & Purwiyanto, A. I. S. (2019). Daya Hambat Senyawa Bioaktif Pada Mangrove *Rhizophora* Sp. Sebagai Antibakteri Dari Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3), 151. <https://doi.org/10.36706/jps.v21i3.544>
- Rahmawati, Nurhayati, T., & Nurjanah. (2024). Potensi Ekstrak Daun Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 18(2), 89. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v18i2.933>
- Ratu, A. P., Himawan, H. C., & Radhi, M. R. (2017). *Etanol Daging Dan Kulit Buah Blewah (Cucumis melo L.)*. 2(1), 29–35.
- Roslianizar, S., Prilius, N., Sitohang, R., & Rahmah. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mangkokan (*Polyscias scutellaria* (Burm.f.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Tekesnos*, 3(2), 341–353.
- Rundengan, C. H., Fatimawali, & Simbala, H. (2017). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pinang Yaki (*Areca vestiaria*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* Caesar. 6(1), 37–46.
- Santoso, V. P., Posangi, J., Awaloei, H., & Bara, R. (2015). Uji efek antibakteri daun mangrove *Rhizophora apiculata* terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal e-Biomedik*, 3(1). <https://doi.org/10.35790/ebm.3.1.2015.7415>
- Saptowo, A., Supriningrum, R., & Supomo, S. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Sekilang (*Embeliaborneensis* Scheff) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Al-Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 7(2), 93. <https://doi.org/10.31602/ajst.v7i2.6331>
- Sekhi, R. J. (2022). *Pseudomonas Aeruginosa: a Review Article*. *European Scholar Journal (ESJ)*, 3(3), 78–84. <https://www.scholarzest.com>
- Sulaiha, Mustikaningtyas, Widiatningrum, & Dewi. (2022). Senyawa Bioaktif *Trichoderma erinaceum* dan *Trichoderma koningiopsis* Serta Potensinya Sebagai Antibakteri. *Life Science*, 11(2), 120–131.
- Trianingsih, E. I. H. (2019). Uji Efektivitas Air Rebusan Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *Majalah Kedokteran Fakultas Kedokteran*, 28(1), 39–47.
- Wulansari, A., Aqlinia, M., Wijanarka, & Raharjo, B. (2019). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) dan Uji Aktivitas Antibakterinya terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Kulit *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Laboratorium Bioteknologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro*, 2(2), 25–36.