

In Vitro Antibacterial Activity Test of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Bone Extract Against *Staphylococcus aureus* Isolated from Burn Wound Infection

Arista^{1*}, Miladiarsi², Wahdaniar¹

¹ Program Studi Sains Biomedis, Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky, Manggala, Makassar, 90234, Indonesia

² Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

*Correspondence: aristaistha2@gmail.com

ABSTRACT

Background: Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) bone, an abundant fishery byproduct in Indonesian waters, contains bioactive compounds such as collagen, hydroxyapatite, and antimicrobial peptides with potential antibacterial properties. *Staphylococcus aureus* is a leading cause of burn wound infection that is difficult to treat due to its biofilm-forming capacity, making natural antibacterial sources from fishery waste a relevant research direction. **Objective:** This study aimed to evaluate the in vitro antibacterial activity of skipjack tuna bone extract against *S. aureus* isolated from burn wound infection. **Methods:** Skipjack tuna bone was extracted by maceration using 70% ethanol. Antibacterial activity was tested using the disk diffusion method at extract concentrations of 20%, 40%, 60%, and 80%, with distilled water as the negative control, 70% ethanol as the solvent control, and ciprofloxacin as the positive control. Inhibition zone diameters were measured after 24 hours of incubation at 37°C. **Results:** Inhibition zone diameter increased with rising extract concentration, from 2.7 mm (20%) to 5.4 mm (80%). Ciprofloxacin produced a 40.1 mm inhibition zone (very strong category), ethanol produced 4.95 mm (weak category), while distilled water showed no inhibition. Based on antibacterial activity classification, extract concentrations of 20–60% were categorized as weak and 80% as moderate. **Conclusion:** Skipjack tuna bone extract exhibited antibacterial activity against *S. aureus* with a consistent increasing pattern relative to concentration, although its activity remained weak to moderate compared with ciprofloxacin. Further studies with replication and statistical analysis are needed to confirm this dose-response relationship quantitatively.

Keywords: Disk Diffusion, Skipjack Tuna Bone, Collagen, Burn Wound, Antibacterial Activity

Received: 21 Juli 2025 | Revised: 19 Agustus 2025 | Accepted: 18 Agustus 2025 | Published: 20 Agustus 2025

Cite this article: Arista, Miladiarsi, & Wahdaniar (2025). In Vitro Antibacterial Activity Test of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Bone Extract Against *Staphylococcus aureus* Isolated from Burn Wound Infection. *Journal of Biomedical Sciences and Health*, 2(2), 73–80. <https://doi.org/10.34310/jbsh.v2.i2.237>

Uji Aktivitas Antibakteri In Vitro Ekstrak Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap *Staphylococcus aureus* yang Diisolasi dari Infeksi Luka Bakar

ABSTRAK

Latar Belakang: Tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), limbah hasil perikanan yang melimpah di perairan Indonesia, mengandung senyawa bioaktif seperti kolagen, hidroksiapatit, dan peptida antimikroba yang berpotensi sebagai agen antibakteri. *Staphylococcus aureus* merupakan penyebab utama infeksi pada luka bakar yang sulit diatasi karena kemampuannya membentuk biofilm, sehingga eksplorasi sumber antibakteri alami dari limbah perikanan menjadi relevan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan menguji aktivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang terhadap *S. aureus* yang diisolasi dari infeksi luka bakar secara in vitro. **Metode:** Tulang ikan cakalang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan etanol 70%. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram pada konsentrasi ekstrak 20%, 40%, 60%, dan 80%, dengan akuades sebagai kontrol negatif, etanol 70% sebagai kontrol pelarut, dan ciprofloxacin sebagai kontrol positif. Diameter zona hambat diukur setelah inkubasi 24 jam pada suhu 37°C. **Hasil:** Diameter zona hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi ekstrak, dari 2,7 mm (20%) hingga 5,4 mm (80%). Ciprofloxacin menghasilkan zona hambat 40,1 mm (kategori sangat kuat), etanol 4,95 mm (kategori lemah), sedangkan akuades tidak menunjukkan zona hambat. Berdasarkan klasifikasi aktivitas antibakteri, ekstrak konsentrasi 20–60% tergolong lemah dan konsentrasi 80% tergolong sedang. **Kesimpulan:** Ekstrak tulang ikan cakalang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dengan pola peningkatan yang konsisten terhadap kenaikan konsentrasi, meski aktivitasnya masih tergolong lemah hingga sedang dibandingkan ciprofloxacin. Penelitian lanjutan dengan replikasi dan analisis statistik diperlukan untuk mengonfirmasi hubungan dosis-respons ini secara kuantitatif.

Kata kunci: Difusi Cakram; Tulang Ikan Cakalang; Kolagen; Luka Bakar; Aktivitas Antibakteri

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 17.001 pulau dan luas laut teritorial 0,366 juta km², serta memiliki Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 3.257.357 juta km². Luasnya perairan ini menyimpan kekayaan sumber daya ikan yang luar biasa, termasuk ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang melimpah di perairan Indonesia bagian Timur, salah satunya di Selat Makassar, Sulawesi Selatan. Meskipun tulangnya sering dianggap limbah, bagian ini kaya akan kalsium dan senyawa bioaktif seperti kolagen, hidroksiapatit, serta peptida antimikroba yang berpotensi sebagai agen antibakteri (Syam et al., 2023). Pemanfaatan limbah ini menawarkan solusi berkelanjutan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai tambah produk perikanan (Singkuku et al., 2017).

Luka bakar merupakan salah satu bentuk trauma yang dapat membahayakan kehidupan, anggota tubuh, serta jaringan dan organ dalam tubuh (Wahdaniar et al., 2025). Luka bakar adalah cedera yang rentan terhadap infeksi bakteri, terutama oleh *S. aureus*, yang dapat

memperparah kondisi dan memperlambat penyembuhan (Mahdani et al., 2023). Bakteri ini juga mampu membentuk biofilm, membuatnya lebih sulit diobati dengan antibiotik konvensional (Megawati & Oktarlina, 2023). Mengingat potensi ekstrak tulang ikan sebagai bahan dasar farmasi (Hasan & Dwijayanti, 2022), penelitian ini berfokus pada aktivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang terhadap *S. aureus* yang diisolasi dari infeksi luka bakar. Penelitian (Oktavia et al., 2023) turut menunjukkan aktivitas antibakteri ekstrak kulit ikan sembilang terhadap *S. aureus* dan *Escherichia coli*.

Tulang ikan kaya protein berkualitas tinggi mengandung mineral, kalsium, kolagen tipe I, glukosamin, yodium, seng, zat besi, dan selenium serta asam lemak rantai panjang omega-3 dan vitamin seperti vitamin A, B, dan D. Tulang ikan memiliki kandungan kolagen terbanyak setelah kulit (Coppola et al., 2021).

Kolagen merupakan salah satu jaringan ikat utama protein hewani dan telah banyak digunakan sebagai bahan biomedis. Kolagen adalah protein paling berlimpah dalam jaringan

hewan, dengan proporsi sekitar 30% dari total protein tubuh, sebagai komponen utama jaringan ikat, otot, gusi, dan kulit. Kolagen merupakan salah satu biomaterial bernilai tinggi yang dapat diperoleh dari limbah perikanan, termasuk tulang dan kulit ikan, dengan aplikasi luas di bidang biomedis, farmasetika, industri makanan, industri obat, dan industri kosmetik (Coppola et al., 2021). Berdasarkan potensi limbah tulang ikan cakalang dan tantangan infeksi *S. aureus* pada luka bakar, penelitian ini bertujuan menguji aktivitas dan efektivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap bakteri *S. aureus* secara in vitro.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif. Lokasi penelitian adalah Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Kesehatan, Program Studi Sains Biomedis, Universitas Megarezky Makassar, dan dilaksanakan pada bulan Februari–Juli 2025.

2.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain autoklaf, inkubator, lemari pendingin, oven, blender, alat tumbuk, ayakan, sarung tangan steril, masker, waterbath, pipet tetes, sendok tanduk, tabung reaksi, vortex, botol coklat, Laminar Air Flow, bunsen, timbangan analitik, gelas ukur, cawan petri, jarum ose bulat, pinset, swab steril, mikroskop, tabung erlenmeyer, besi berdiameter 2 cm, mikropipet, rotary evaporator, plastik wrap, batang pengaduk, dan lampu bunsen.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang segar (*Katsuwonus pelamis*), isolat bakteri *Staphylococcus aureus*, media pertumbuhan bakteri Mannitol Salt Agar (MSA) broth, Mueller Hinton Agar (MHA), Nutrient Broth (NB), Trypticase Soy Broth (TSB), Triple Sugar Iron Agar (TSIA), ekstrak tulang ikan cakalang pada berbagai konsentrasi, etanol 70%, alkohol 70%, reagen H₂O₂, kristal violet, iodine, safranin, kertas filter, label, aluminium foil, eritromisin, dan akuades steril.

Populasi penelitian ini adalah seluruh isolat bakteri *Staphylococcus aureus* yang bersumber dari infeksi luka bakar. Populasi ini dipilih karena relevansinya dengan tujuan

penelitian, yaitu menguji efektivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* penyebab infeksi pada luka bakar.

2.2 Ekstraksi Tulang ikan cakalang

Ikan cakalang yang segar di potong berbentuk filler untuk memisahkan antara daging dan tulang ikan. Kemudian tulang ikan di cuci sampai bersih dan dikukus sebanyak 1 kg pada suhu 80°C selama 30 menit. Tulang ikan dijemur di bawah sinar matahari selama 18 jam. Tulang ikan yang sudah dijemur di keringkan lebih lanjut kedalam oven dengan suhu 45 – 48° C selama 72 jam. Setelah dioven tulang ikan kemudian dilakukan penghalusan dengan cara ditumbuk dan di blender kemudian di ayak sampai halus. Bubuk tulang ikan kemudian diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% sebanyak 150 ml dan diletakkan pada wadah yang tertutup serta disimpan dalam suhu kamar selama minimal 3 hari disertai dengan pengadukan berkali-kali tiap harinya sampai semua bagian bubuk terlarut dalam cairan pelarut. Selama pengadukan dan pendiaman 3 hari, campuran disimpan dalam tempat yang terhindar dari sinar matahari. Kemudian hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya sehingga diperoleh maserat etanol tulang ikan. Kemudian maserat dipekatkan dengan cara diuapkan untuk mendapatkan ekstrak kental. Setelah itu dilakukan pengenceran dengan menggunakan etanol 70%.

Pengenceran ekstrak dilakukan menggunakan rumus $M1V1 = M2V2$. Sebagai ilustrasi perhitungan untuk memperoleh konsentrasi 20%: $100\% \times V1 = 20\% \times 5 \text{ mL}$, sehingga $V1 = (20\% \times 5 \text{ mL}) / 100\% = 1 \text{ mL}$. Volume ekstrak pekat sebanyak 1 mL kemudian dicukupkan dengan etanol 70% hingga volume total 5 mL untuk memperoleh larutan uji berkonsentrasi 20%. Perhitungan yang sama diterapkan secara proporsional untuk memperoleh konsentrasi 40%, 60%, dan 80%.

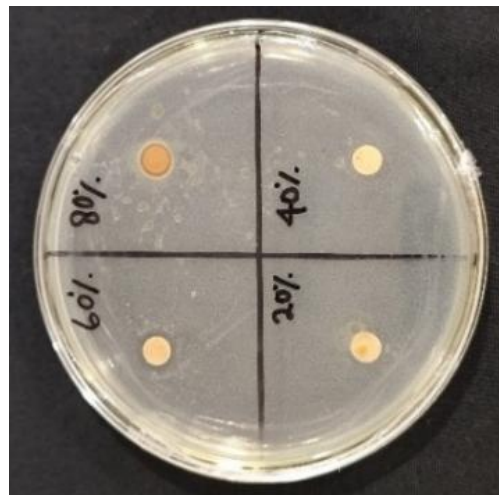
2.3 Uji Antibakteri

Uji antibakteri menggunakan metode difusi cakram (disk diffusion). Medium Mueller Hinton Agar (MHA) steril dituangkan secara aseptis ke dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan dibiarkan memadat sebagai lapisan dasar. Suspensi bakteri uji sebanyak 1 mL kemudian

dimasukkan ke dalam 10 mL medium di atas lapisan dasar dan dibiarkan setengah padat sebagai lapisan benih. Empat cakram kertas (paper disk) diletakkan dengan jarak 2–3 cm dari pinggir cawan petri dan dari satu sama lain, lalu disimpan pada suhu kamar. Setiap cakram ditetesi sebanyak 0,25 mL dengan salah satu perlakuan berikut: ekstrak tulang ikan cakalang pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, atau 80%; etanol 70% sebagai kontrol pelarut; akuades sebagai kontrol negatif; atau ciprofloxacin

sebagai kontrol positif. Cawan petri selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat pertumbuhan bakteri di sekeliling cakram menggunakan jangka sorong. Hasil pengukuran daya hambat pada jam ke-24 ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif.

3. HASIL PENELITIAN



Gambar 1. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 80% terhadap *S. aureus* (metode difusi cakram).



Gambar 2. Zona hambat kontrol ciprofloxacin (kontrol positif), akuades (kontrol negatif), dan etanol 70% (kontrol pelarut) terhadap *S. aureus*.

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter zona hambat ekstrak tulang ikan cakalang terhadap *Staphylococcus aureus*.

Diameter Zona hambat	K- (Aq)	KP (Et)	K+ (Cip)	K1 20%	K2 40%	K3 60%	K4 80%
	0	4,95	40,1	2,7	3,4	3,6	5,4

Keterangan: K(-): akuades sebagai kontrol negatif; KP(Et): etanol 70% sebagai kontrol pelarut; K(+)/Cip: ciprofloxacin sebagai kontrol positif; K1–K4: ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 80%.

4. PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji potensi antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan efektivitas ekstrak tulang ikan cakalang dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* menggunakan metode difusi cakram, sekaligus melihat pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak (20%, 40%, 60%, dan 80%) terhadap daya hambatnya. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Kesehatan, Program Studi Sains Biomedis, Universitas Megarezky Makassar, dari bulan Februari hingga Juli 2025.

Proses penelitian meliputi serangkaian tahapan yang dimulai dengan preparasi dan pembuatan simplisia tulang ikan, dilanjutkan dengan pembuatan ekstrak tulang ikan dan variasi konsentrasi. Setelah itu, dilakukan isolasi dan pemurnian isolat bakteri, serta uji karakterisasi sebelum berlanjut ke uji aktivitas antibakteri ekstrak tulang ikan terhadap bakteri *S. aureus*.

Hasil yang diperoleh menunjukkan kemampuan ekstrak tulang ikan cakalang dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Indikatornya adalah pengukuran diameter zona bening yang terbentuk di sekitar cakram setelah inkubasi selama 24 jam. Data ini akan menjadi dasar penentuan konsentrasi ekstrak yang paling efektif sebagai agen antibakteri.

Proses penelitian ini dimulai dengan pengumpulan dan penyiapan sampel tulang ikan cakalang yang berasal dari Pelabuhan Paotere, Makassar. Tulang ikan segar dibersihkan secara seksama, kemudian dikukus (1 kg pada 80°C selama 30 menit). Langkah pengukusan ini krusial dilakukan untuk secara efektif membersihkan sisa-sisa jaringan dan secara signifikan mengurangi potensi kontaminasi awal yang dapat mengganggu analisis lebih lanjut.

Selanjutnya, tulang dikeringkan dimulai dengan penjemuran 18 jam di bawah sinar matahari, diikuti pengeringan dalam oven (45–48°C selama 72 jam). Tahap pengeringan bertahap ini bertujuan agar menghilangkan kadar air.

Tulang yang sudah kering kemudian dihaluskan menjadi serbuk. Proses penghalusan ini vital untuk secara drastis memperluas area permukaan kontak antara sampel dan pelarut, sehingga secara maksimal mengoptimalkan efisiensi ekstraksi senyawa bioaktif yang diinginkan. Serbuk tersebut diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan etanol 70% selama 3 hari pada suhu ruangan. Selama maserasi, campuran diaduk secara berkala dan dijauhkan dari paparan sinar matahari langsung. Tindakan ini sangat penting untuk mencegah degradasi senyawa yang peka cahaya, memastikan integritas dan potensi penuh dari ekstrak. Setelah maserasi, filtrat dipisahkan melalui penyaringan dan dipekatkan melalui penguapan. Hasilnya adalah ekstrak kental yang kemudian diencerkan kembali dengan etanol 70% sebelum diuji lebih lanjut.

Ekstrak tulang ikan cakalang yang telah dipersiapkan kemudian diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengujian ini merupakan tahap kunci untuk secara konkret mengevaluasi potensi antibakteri ekstrak tersebut dan secara definitif membuktikan apakah tulang ikan cakalang dapat berperan sebagai sumber alami yang menjanjikan untuk pengembangan agen antibakteri.

Isolasi *S. aureus* dari sampel luka bakar secara aseptik. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kultur bakteri murni, yang sangat penting untuk pengujian selanjutnya. Prosesnya melibatkan pembersihan area luka dan pengambilan sampel menggunakan swab steril. Langkah-langkah ini krusial untuk mencegah kerusakan jaringan dan memastikan sampel bebas dari kontaminan lain. Setelah itu, swab dimasukkan ke dalam medium transpor steril.

Seluruh peralatan gelas dan alat kaca yang digunakan dalam penelitian ini disterilisasi terlebih dahulu untuk menghilangkan seluruh bentuk kontaminasi mikroorganisme yang berpotensi memengaruhi akurasi hasil pengujian. Prosedur sterilisasi meliputi pencucian, pengeringan, pembungkusan dengan aluminium foil, sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, dan dilanjutkan dengan pengeringan akhir di dalam oven pada suhu 150°C selama 30 menit.

Media MSA disiapkan dengan mencampurkan 110 gram bubuk MSA dengan air destilasi, lalu dipanaskan hingga larut sempurna. Media ini kemudian diautoklaf pada 121°C selama 15 menit. Proses sterilisasi media ini sangat penting untuk memastikan tidak ada kontaminasi yang dapat mengganggu pertumbuhan murni *S. aureus*. Setelah steril dan agak dingin, media dituangkan ke dalam cawan petri steril.

Proses peremajaan isolat *S. aureus* dilakukan untuk menjaga viabilitas (daya hidup) dan kemurnian bakteri, sehingga kualitasnya tetap optimal untuk pengujian. Isolat *S. aureus* dipindahkan ke medium MSA broth segar (sekitar 1-2 ml), diaduk rata, dan diinkubasi dalam water bath pada 37°C selama 24 jam. Kondisi inkubasi ini dioptimalkan untuk mendukung pertumbuhan *S. aureus* dan sekaligus memverifikasi kemurnian isolat. Setelah inkubasi, isolat disimpan kembali dalam inkubator untuk penggunaan selanjutnya.

Karakterisasi bakteri dilakukan untuk memastikan bahwa sampel bakteri yang di isolasi adalah benar *S. aureus*. Identifikasi bakteri *S. aureus* meliputi inokulasi pada Nutrient Agar Plate (NAP), pemurnian pada Mannitol Salt Agar (MSA), pewarnaan gram, uji katalase, uji TSIA, uji MRVP, uji sitrat dan uji motilitas.

Proses pemurnian dilakukan dengan metode streak plate (goresan berjenjang), teknik ini bertujuan untuk menyebarkan sel bakteri secara progresif pada permukaan agar hingga menghasilkan koloni tunggal yang terpisah. Caranya adalah dengan mengambil sedikit inokulum dari biakan NA dengan jarum ose steril, lalu membuat goresan zig-zag bertahap di beberapa area pada permukaan MSA, diikuti dengan sterilisasi jarum ose setiap kali berpindah area dan diamati setelah inkubasi

selama 24 jam pada suhu 37°C. Koloni bakteri yang tumbuh diamati secara makroskopis untuk menentukan bentuk, ukuran, tekstur, dan warnanya. Berdasarkan karakteristik makroskopis ini, dilakukan pemurnian untuk mendapatkan isolat individual. Isolat-isolat murni tersebut selanjutnya digunakan sebagai biakan tunggal untuk mengkonfirmasi identifikasi *S. aureus* melalui uji biokimia lanjutan.

Pengujian aktivitas antibakteri *S. aureus* dilakukan menggunakan metode difusi cakram, dengan mengamati diameter zona hambat yang terbentuk setelah inkubasi 24 jam. Zona hambat mengindikasikan kemampuan aquades, etanol, ciprofloxacin, dan ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) 20%, 40% 60% dan 80% dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

Hasil pengukuran diameter zona hambat (mm) didapatkan sebagai berikut: akuades (K-) tidak menunjukkan zona hambat (0 mm); etanol 70% (KP) menunjukkan zona hambat sebesar 4,95 mm; ciprofloxacin (K+) menunjukkan zona hambat yang sangat besar, yaitu 40,1 mm; ekstrak konsentrasi 20% menghasilkan zona hambat 2,7 mm; ekstrak 40% sebesar 3,4 mm; ekstrak 60% sebesar 3,6 mm; dan ekstrak 80% menunjukkan zona hambat 5,4 mm.

Melihat hasil pengukuran di atas, peningkatan konsentrasi ekstrak tampak berasosiasi dengan peningkatan zona hambat. Pola ini konsisten dengan pandangan Awadh dan Ahmed (2025) yang menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kemampuan senyawa antibakteri di dalamnya untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini terjadi karena jumlah senyawa antibakteri yang lebih besar mempermudah penetrasinya ke dalam sel bakteri.

Mengacu pada klasifikasi aktivitas antibakteri oleh Geofani dkk. (2022), aktivitas ekstrak dapat dikelompokkan sebagai berikut: aktivitas lemah bila diameter zona hambat kurang dari 5 mm, aktivitas sedang jika diameter zona hambat 5–10 mm, aktivitas kuat jika diameternya 10–19 mm, dan aktivitas sangat kuat jika diameternya di atas 20 mm. Berdasarkan kriteria ini, ekstrak dengan konsentrasi 20%, 40%, dan 60% tergolong memiliki aktivitas antibakteri yang lemah, sementara ekstrak 80% menunjukkan aktivitas antibakteri sedang. Etanol 70% sebagai kontrol

pelarut (KP) dengan zona hambat 4,95 mm juga tergolong lemah menurut klasifikasi yang sama, sedangkan ciprofloxacin sebagai kontrol positif tergolong sangat kuat.

Setiap perlakuan menunjukkan variasi diameter zona hambat, menandakan bahwa efektivitas suatu senyawa dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme bergantung pada konsentrasinya. Zona hambat yang terbentuk berfungsi sebagai indikator kepekaan bakteri terhadap agen antimikroba; semakin lebar diameternya, semakin sensitif bakteri tersebut. Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak tulang ikan cakalang tidak dilakukan dalam penelitian ini dan direkomendasikan sebagai agenda penelitian lanjutan untuk mengonfirmasi konsentrasi efektif minimumnya secara kuantitatif.

Sebagai kontrol positif, ciprofloxacin menunjukkan aktivitas antibakteri yang sangat kuat dengan diameter zona hambat 40,1 mm. Angka ini mengindikasikan efektivitas ciprofloxacin yang tinggi dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*, sejalan dengan mekanisme kerjanya sebagai agen antibakteri. Menurut Hooper dan Jacoby (2016), ciprofloxacin yang termasuk golongan antibiotik fluorokuinolon menghambat sintesis asam nukleat bakteri dengan cara berikatan pada DNA girase dan topoisomerase IV, dua enzim esensial yang diperlukan untuk menjaga supercoiling dan replikasi DNA bakteri. Antibiotik ini masuk ke dalam sel bakteri melalui difusi pasif via kanal protein (porin) pada membran luar. Dengan mengganggu kerja kedua enzim tersebut, ciprofloxacin efektif menghentikan pertumbuhan dan reproduksi bakteri melalui penghambatan replikasi DNA.

Mengenai ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) hasil menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*. Meskipun zona hambat yang dihasilkan ekstrak (2,7 mm hingga 5,4 mm) jauh lebih kecil dibandingkan ciprofloxacin, peningkatannya seiring dengan kenaikan konsentrasi menunjukkan adanya senyawa bioaktif dalam ekstrak yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Konsentrasi 20% memulai dengan zona hambat minimal 2,7 mm, dan aktivitas penghambatan terus meningkat secara bertahap hingga mencapai 5,4 mm pada konsentrasi 80%. Pola ini mendukung hipotesis bahwa semakin tinggi konsentrasi

senyawa aktif dalam ekstrak, semakin besar pula efek antibakterinya.

Peningkatan zona hambat dari ekstrak 20% ke 80% mengindikasikan pola yang konsisten dengan hubungan dosis-respons, yaitu kecenderungan semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin kuat efek antibakterinya. Aktivitas antibakteri ekstrak masih tergolong lemah hingga sedang dibandingkan dengan antibiotik standar seperti ciprofloxacin. Temuan ini membuka peluang penelitian lebih lanjut mengenai isolasi dan identifikasi senyawa aktif dari ekstrak tulang ikan cakalang yang berperan dalam aktivitas antibakteri ini, serta eksplorasi potensi penggunaannya sebagai agen antibakteri alami, baik secara tunggal maupun kombinasi.

5. KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasilnya. Pertama, pengukuran diameter zona hambat dilakukan tanpa pengulangan (replikasi) dan tanpa uji statistik formal, sehingga pola peningkatan zona hambat terhadap kenaikan konsentrasi ekstrak bersifat deskriptif dan belum dapat dinyatakan signifikan secara statistik. Kedua, penelitian ini tidak menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) maupun Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dari ekstrak, sehingga potensi antibakterinya belum terkuantifikasi secara menyeluruh. Ketiga, pengujian dilakukan murni secara *in vitro*; efektivitas ekstrak pada kondisi *in vivo*, termasuk pada model luka bakar terinfeksi, belum dievaluasi dalam penelitian ini. Penelitian lanjutan dengan replikasi memadai, analisis statistik (misalnya ANOVA satu arah dan uji lanjut), penentuan KHM/KBM, serta pengujian pada model hewan atau uji klinis diperlukan sebelum ekstrak tulang ikan cakalang dapat direkomendasikan sebagai kandidat agen antibakteri topikal untuk luka bakar terinfeksi *S. aureus*.

6. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, yang dibuktikan melalui terbentuknya zona hambat pada uji difusi cakram. 2. Diameter zona hambat ekstrak meningkat seiring kenaikan konsentrasi, dari 2,7 mm pada konsentrasi 20% hingga 5,4 mm pada

konsentrasi 80%, sebuah pola yang konsisten dengan hubungan dosis-respons meskipun belum dikonfirmasi secara statistik akibat keterbatasan jumlah pengulangan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Awadh, H. I., & Ahmed, M. (2025). In vitro antibacterial activity of selected plant extracts against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacterial strains. *Discover Applied Sciences*, 7(4), Article 287. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-06730-x>
- Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & de Pascale, D. (2021). Fish waste: From problem to valuable resource. *Marine Drugs*, 19(2), 116. <https://doi.org/10.3390/md19020116>
- Geofani, C., Septianingrum, N. M. A. N., & Dianita, P. S. (2022). Literature review: Efektivitas daya hambat antibakteri tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. *Borobudur Pharmacy Review*, 2(2), 36–49. <https://doi.org/10.31603/bphr.v2i2.6699>
- Hasan, T., & Dwijayanti, E. (2022). Kandungan gelatin ekstrak limbah tulang ikan bandeng (*Chanos chanos*) dengan variasi konsentrasi asam sitrat. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 5(1), 38–43. <https://doi.org/10.24246/juses.v5i1p38-43>
- Hooper, D. C., & Jacoby, G. A. (2016). Topoisomerase inhibitors: Fluoroquinolone mechanisms of action and resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 6(9), a025320. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025320>
- Mahdani, W., Rizal, S., & Amirsyah, M. (2023). Evaluasi kejadian infeksi pada pasien luka bakar yang dirawat inap di RSUD dr. Zainoel Abidin. *Journal of Medical Science*, 3(2), 71–79. <https://doi.org/10.55572/jms.v3i2.69>
- Megawati, M., & Oktarlina, R. Z. (2023). Studi literatur: Cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) sebagai penyembuh luka bakar. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 10(2), 1489–1493. <https://doi.org/10.33024/jikk.v10i2.8962>
- Oktavia, Y., Suhandana, M., & Pasaribu, A. F. J. (2023). Identifikasi senyawa bioaktif pada kulit ikan sembilang (*Paraplotosus albilabris*) dan potensinya sebagai antibakteri. *Marinade*, 6(1), 26–33. <https://doi.org/10.31629/marinade.v6i01.5027>
- Singkuku, F. T., Onibala, H., & Agustin, A. T. (2017). Ekstraksi kolagen tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) menjadi gelatin dengan asam klorida. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 69–72. <https://doi.org/10.35800/mthp.5.3.2017.16846>
- Syam, S., Asmah, N., & Lestari, N. A. L. (2023). Efektivitas antibakteri ekstrak tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis*. *e-GiGi*, 11(2), 306–312. <https://doi.org/10.35790/eg.v11i2.46942>
- Wahdaniar, W., Amir, N. I., & Pashar, I. (2025). Potensi ekstrak tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebagai stimulus regenerasi sel pada luka bakar *Rattus norvegicus*. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 19(1), 1–6. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v19i1.55932>