

AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI SENYAWA FITOKIMIA EKSTRAK DAUN *Avicennia marina* DAN *Avicennia alba* TERHADAP ISOLAT BAKTERI *Vibrio* sp. DARI TAMBAK UDANG INTENSIF

Lisdiana Miftakhul Fittroh, Eka Nurrahema Ning Asih*, dan Rosita Safitri

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan 69162, Jawa Timur, Indonesia

(Naskah diterima: 17 Juli 2025; Revisi final: 15 September 2025; Disetujui publikasi: 15 September 2025)

ABSTRAK

Bakteri *Vibrio* sp. merupakan kelompok bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis, sehingga memicu tingginya potensi kematian dan kegagalan panen budidaya udang intensif. Salah satu upaya untuk mengendalikan prevalensi penyakit ini adalah dengan mengoptimalkan pemanfaatan senyawa metabolit sekunder dari daun mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp. dari tambak udang intensif di sekitar Selat Madura. Ekstraksi daun mangrove dilakukan menggunakan metode maserasi. Aktivitas antibakteri diuji dengan metode difusi cakram pada konsentrasi 10.000 ppm, 40.000 ppm, dan 80.000 ppm. Penelitian ini dirancang dengan model rancangan acak lengkap (RAL) faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua ekstrak mangrove mengandung senyawa saponin, tanin, dan triterpenoid. Zona hambat bakteri pada ekstrak *A.marina* berkisar $1,43 \pm 0,72$ - $4,31 \pm 1,80$ mm, sedangkan zona hambat pada *A. alba* berkisar $1,43 \pm 0,72$ - $4,71 \pm 0,01$ mm. Zona hambat yang terbentuk juga menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri kedua ekstrak daun mangrove pada konsentrasi 10.000 ppm dan 40.000 ppm tergolong lemah, sedangkan 80.000 ppm tergolong sedang. Pemberian konsentrasi ekstrak yang berbeda berpengaruh nyata terhadap zona hambat bakteri yang dihasilkan, namun jenis ekstrak secara signifikan tidak terdapat interaksi nyata terhadap konsentrasi ekstrak mangrove yang digunakan. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* dari Selat Madura berpotensi sebagai agen antibakteri alami terhadap bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang intensif.

KATA KUNCI: *mangrove; senyawa metabolit sekunder; vibriosis; zona hambat bakteri*

ABSTRACT: *Antibacterial Activity of Phytochemical Compounds of Avicennia marina and Avicennia alba Leaves Extracts against Vibrio sp. Isolates from Intensive Shrimp Ponds*

Vibrio sp. bacteria are a group of pathogenic bacteria that can cause vibriosis, leading to high mortality rates and crop failure in intensive shrimp farming. One of the efforts to control the prevalence of this disease is by optimizing the use of secondary metabolites from mangrove

*Korespondensi: Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian,
Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan 69162, Jawa Timur, Indonesia
Email: eka.asih@trunojoyo.ac.id

leaves. This study aimed to determine the phytochemical content and antibacterial activity of *Avicennia marina* and *Avicennia alba* leaves extracts against *Vibrio* sp. bacteria from intensive shrimp ponds around the Madura Strait. Mangrove leaves extraction was carried out using the maceration method. Antibacterial activity was tested using the disc diffusion method at concentrations of 10,000 ppm, 40,000 ppm, and 80,000 ppm. The study was designed using a factorial completely randomized design (CRD). The results showed that both mangrove extracts contained saponins, tannins, and triterpenoids. The inhibition zone of bacteria in *A. marina* extract ranged from 1.43 ± 0.72 to 4.31 ± 1.80 mm, while in *A. alba* extract, it ranged from 1.43 ± 0.72 to 4.71 ± 0.01 mm. The inhibition zones also indicated that the antibacterial activity of both mangrove leaves extracts at concentrations of 10,000 ppm and 40,000 ppm was categorized as weak, while at 80,000 ppm it was categorized as moderate. Different extract concentrations had a significant effect on the bacterial inhibition zones produced; however, the type of extract showed no significant interaction with the concentrations of mangrove extract used. Overall, the results indicate that *A. marina* and *A. alba* leaves extracts from the Madura Strait have potential as natural antibacterial agents against *Vibrio* sp. in intensive shrimp farming.

KEYWORDS: bacterial inhibition zone; mangrove; secondary metabolite compounds; vibriosis

PENDAHULUAN

Bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri Gram negatif yang bersifat patogen (Idami & Nasution, 2020) yang mampu bertahan dan menyerang sistem imun inang sehingga menimbulkan penyakit (Asih *et al.*, 2024). Ciri-ciri morfologi berupa koloni berbentuk bulat, pinggirannya halus, permukaannya cembung, berwarna kuning dan hijau, koloninya berdiameter 2-3 mm (Hoar *et al.*, 2020), dengan panjang 1,4-5,0 μ m dan lebar 0,3-1,3 μ m (Hidayat, 2014). Koloni bakteri berwarna kuning menandakan bakteri dapat memfermentasi sukrosa (Ihsan, 2021) yang meliputi *Vibrio alginolyticus*, *V. cholerae*, dan *V. fluvialis*. Koloni bakteri berwarna hijau menunjukkan bahwa bakteri tidak dapat memfermentasi sukrosa yang meliputi spesies *V. harveyi*, *V. fischeri*, *V. parahaemolyticus*, dan *V. vulnificus* (Aziza & Chaidir, 2024). Koloni bakteri berwarna hijau yang teridentifikasi *V. harveyi* lebih berbahaya daripada koloni berwarna kuning, karena *V. harveyi* menjadi penyebab utama penyakit vibriosis pada udang (Sarida & Harpeni, 2010).

Bakteri *Vibrio* sp. bersifat fakultatif anaerob yang dapat hidup dalam kondisi ada maupun

tidak adanya oksigen (Mahulauw *et al.*, 2022). *Vibrio* sp. ditemukan hidup pada lingkungan perairan air tawar, estuaria, air laut seperti pantai atau muara sungai (Suryana *et al.*, 2023) serta terdapat selama kegiatan budidaya udang (Afianti & Sutiknowati, 2020). Masuknya *Vibrio* sp. ke dalam kegiatan budidaya udang dapat bersumber dari air laut yang digunakan. Induk udang yang didapatkan dari air laut yang terkontaminasi membawa bakteri sehingga memungkinkan penularan pada benur (larva) dan pada akhirnya bakteri terbawa masuk ke tambak (Gusman & Firman, 2012). Kontaminasi bakteri serta peningkatan populasi *Vibrio* sp. dipicu oleh penggunaan antibiotik sintetik yang berlebihan di tambak udang (Anugrah & Asih, 2024). Kondisi tersebut dapat mendorong terjadinya mutasi pada bakteri patogen yang bersifat resisten, sehingga berpotensi menyebabkan kegagalan dalam kegiatan budidaya perikanan, termasuk budidaya udang (Asih *et al.*, 2025).

Upaya alternatif untuk mengatasi infeksi dari bakteri *Vibrio* sp. adalah dengan memanfaatkan bahan alami yang mempunyai kemampuan sebagai antibakteri (Hidayati *et al.*, 2021). Bahan alami tersebut dapat

memanfaatkan sumber hayati laut yang melimpah (Riwanti *et al.*, 2021), seperti rumput laut (Rohmatika *et al.*, 2023) dan lamun (Mardiyanti *et al.*, 2024). Salah satu sumberdaya hayati laut yang berpotensi sebagai antibakteri adalah mangrove. Mangrove jenis *Avicennia alba* teridentifikasi mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin (Fitri *et al.*, 2018). Demikian juga dengan *A. marina*, mengandung senyawa bioaktif seperti, alkaloid, saponin, tanin, senyawa fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida (Danada & Yamindago, 2014). Kandungan senyawa bioaktif tersebut dalam ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* berpotensi besar dijadikan sebagai agen antibakteri (Widiawati & Asih, 2024).

Kondisi lingkungan perairan ekosistem mangrove yang berbeda mampu memicu variasi kandungan fitokimia yang berbeda pada vegetasi mangrove (Akasia *et al.*, 2021). Pentingnya informasi tentang aktivitas antibakteri dari ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp. sebagai upaya menemukan potensi antibakteri alami yang efektif untuk mengendalikan penyakit pada budidaya udang intensif dari sekitar Selat Madura inilah yang melatarbelakangi penelitian ini dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp. dari tambak udang intensif di sekitar Selat Madura. Eksplorasi dan inspeksi kandungan fitokimia dan kemampuan aktivitas antibakteri dari ekstrak daun mangrove *A. marina* dan *A. alba* yang tumbuh di Selat Madura ini diharapkan dapat dijadikan sumber informasi awal untuk pengembangan antibiotik alami bagi budidaya udang intensif.

BAHAN DAN METODE

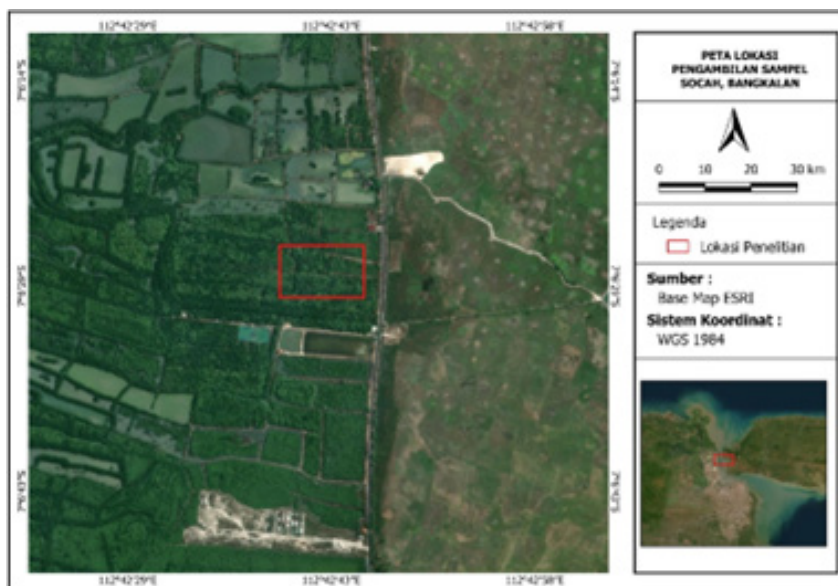
Pengambilan sampel daun *A. marina* dan *A. alba* dilakukan di Desa Socah, Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan (Gambar 1). Analisis antibakteri dilakukan di Laboratorium Biologi Laut, Fakultas Pertanian, Universitas

Trunojoyo Madura. Alat yang digunakan diantaranya *rotary evaporator*, *erlenmeyer*, corong, cawan petri, autoklaf, *magnetic stirrer*, jarum ose, *spreader*, mikropipet, inkubator, dan jangka sorong.

Bahan yang digunakan di antaranya daun mangrove *A. marina* dan *A. alba*, pereaksi Dragendorff, Bouchardat, pereaksi mayer, HCl, NH_4OH , FeCl_3 , H_2SO_4 , pereaksi larutan ferri klorida 5%, kloroform, asam sulfat, akuades, NaCl, media *thiosulphate citrate bile salt sucrose* (TCBS), media *lactose broth* (LB), dan air laut. Identifikasi bakteri *Vibrio* sp. dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi koloni pada media selektif berupa TCBS agar yang meliputi bentuk warna dan ukuran koloni, serta observasi mikroskopis bentuk bakteri Gram negatif yang berbentuk batang melengkung. Daun mangrove yang diekstrak adalah mangrove berwarna hijau tua, utuh, dan bertekstur lebih tebal. Penentuan kriteria fisiologi daun mangrove ini untuk memastikan bahwa daun mangrove yang tua memiliki kandungan senyawa bioaktif yang bervariasi (Alhaddad *et al.*, 2019) dan konsentrasi klorofil yang lebih tinggi dibanding daun muda (Senduk *et al.*, 2020).

Ekstraksi Sampel

Daun *A. marina* dan *A. alba* dibersihkan terlebih dahulu dengan air mengalir untuk membersihkan debu atau komponen pengotor lainnya yang menempel pada sampel (Wulandari *et al.*, 2022). Kemudian dilanjutkan proses pengeringan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 2×24 jam hingga sampel kering (Dotulong *et al.*, 2023). Daun yang kering dihaluskan menggunakan *chopper* hingga ukuran lebih kecil agar permukaan sampel menjadi lebih luas, sehingga kontak antara sampel dan pelarut menjadi lebih efektif dan proses ekstraksi lebih optimal (Manuhuttu & Saimima, 2021). Ekstraksi ini menggunakan metode maserasi dengan merendam sampel ke dalam pelarut organik



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Selat Madura untuk koleksi daun *A. marina* dan *A. alba* yang digunakan untuk analisis kandungan senyawa fitokimia dan aktivitas antibakterinya terhadap *Vibrio* sp.

Figure 1. Sampling site in Madura Strait to collect *A. marina* and *A. alba* leaves used for analysis of their phytochemical compounds content and antibacterial activity against *Vibrio* sp.

pada suhu ruang (Wijaya *et al.*, 2022) dengan menggunakan pelarut berupa metanol p.a (polar) perbandingan 1:2 (Abdullah *et al.*, 2025). Maserasi dilakukan selama 24 jam dan setiap hari dilakukan penyaringan, proses maserasi dilakukan sebanyak dua kali untuk memaksimalkan proses ekstraksi. Larutan disaring menggunakan kertas saring Whattman dan dipisahkan menggunakan *rotary evaporator* (Badriyah *at al.*, 2023) dengan suhu 40-50°C untuk menjaga kandungan senyawa yang ada di dalam ekstrak (Rahmasari *et al.*, 2024). Menghitung nilai rendemen ekstrak yang diperoleh dapat menggunakan rumus (1) berikut (Wulandari *et al.*, 2022):

$$\text{Rendemen ekstrak (\%)} = \frac{\text{Berat Ekstrak (g)}}{\text{Berat Sampel Awal (g)}} \times 100 \% \quad \text{.....(1)}$$

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan ekstrak daun mangrove *A. marina* dan *A. alba*. Pengujian dilakukan

dengan pengamatan terbentuknya endapan, perubahan warna, dan busa. Uji fitokimia meliputi uji alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, dan triterpenoid (Widiawati & Asih, 2024).

Uji Alkaloid

Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* ditimbang sebanyak 2 g dilarutkan dalam 10 mL kloroform dan ditambahkan 10 tetes NH_4OH , disaring ke dalam tabung reaksi, filtratnya ditambahkan H_2SO_4 2N lalu dikocok selama 1 menit, didiamkan sampai terbentuk dua lapisan. Lapisan atas dipindahkan ke tabung reaksi yang berbeda untuk uji selanjutnya. Hasil filtrat sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dua tetes pereaksi Bouchardat. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan coklat hitam. Hasil filtrat sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dua tetes pereaksi mayer. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan putih atau kuning. Hasil filtrat sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dua tetes pereaksi Dragendorff.

Hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan jingga coklat (Himawan *et al.*, 2018).

Uji Flavonoid

Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* ditimbang sebanyak 0,5 g dilarutkan dalam 5 mL etanol 95%, diambil 2 mL dan ditambahkan 0,1 g asam klorida pekat, lalu dikocok perlahan. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah jingga hingga merah ungu (Himawan *et al.*, 2018).

Uji Saponin

Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* ditimbang sebanyak 0,5 g ditambahkan 10 mL aquades, lalu dikocok kuat selama 10 detik. Hasil positif ditandai dengan adanya busa setinggi 1 cm (Widiawati & Asih, 2024).

Uji Tanin

Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* ditimbang sebanyak 0,5 g dilarutkan dengan air hingga tidak berwarna. Selanjutnya diambil 2 mL dan ditetesi 1-2 tetes pereaksi FeCl_3 . Hasil positif ditunjukkan dengan munculnya warna hijau, biru atau kehitaman (Himawan *et al.*, 2018).

Uji Triterpenoid

Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* ditimbang sebanyak 2 g lalu ditambahkan 2 mL kloroform dan asam sulfat sebanyak 3 mL. Hasil positif ditandai dengan adanya lapisan berwarna merah kecokelatan (Widiawati & Asih, 2024).

Isolasi Bakteri *Vibrio* sp.

Isolasi bakteri diawali dengan membuat media *thiosulphate citrate bile salt agar* (TCBSA) dengan cara menimbang 22 g media yang dilarutkan dalam 250 mL akuades steril (Mahulauw *et al.*, 2022). Mulut tabung *erlenmeyer* ditutup dengan kapas dan *aluminium foil*, kemudian larutan dipanaskan di atas *hot*

plate sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga larut secara homogen. Sterilisasi media dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit, lalu media dituang pada cawan petri sebanyak 20 mL dan dibiarkan hingga memadat (Hitijahubessy *et al.*, 2021). Tahapan selanjutnya menginokulasi bakteri dengan mengambil isolat bakteri *Vibrio* sp. menggunakan jarum ose lalu mengoleskannya pada media dengan metode kuadran (Zebua *et al.*, 2020). Bakteri *Vibrio* sp. didapatkan dari tambak udang SP Mina yang terletak di Duwakpapak, Sendang, Kecamatan Pragaan, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.

Pembuatan Suspensi Bakteri *Vibrio* sp.

Suspensi bakteri yang akan diuji diawali dengan membuat media LB dengan menimbang 0,65 g media yang dilarutkan ke dalam 50 mL akuades. Media dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas *hot plate*. Media diambil 10 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditutup dengan kapas dan *plastic wrap*. Media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit (Fatimah *et al.*, 2024). Isolat bakteri diambil secara aseptik menggunakan jarum ose lalu ditumbuhkan pada media LB steril yang telah disiapkan. Kemudian diinkubasi pada inkubator non-shaker selama 24 jam pada suhu 30°C (Harlina *et al.*, 2024). Pada penelitian ini tidak melakukan pencucian (*washing*) bakteri. Bakteri *Vibrio* sp. dipindahkan langsung dari media LB ke media agar untuk uji antibakteri.

Pengenceran Ekstrak *A. marina* dan *A. alba*

Pengenceran ekstrak dilakukan dengan menambahkan akuades steril dan dihomogenkan menggunakan bantuan *magnetic stirrer* dan *hot plate* hingga larut. Terdapat tiga konsentrasi yang berbeda yaitu 10.000 ppm, 40.000 ppm, dan 80.000 ppm merujuk pada penelitian Mardiyanti *et al.* (2024), karena konsentrasi tersebut efektif dalam

menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Vibrio* sp., sehingga dapat dijadikan acuan untuk penelitian ini. Perhitungan pengenceran dilakukan dengan menggunakan rumus (2) mengacu pada Magani *et al.* (2020) sebagai berikut:

$$M1.V1 = M2.V2 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

M1 = Konsentrasi awal (ppm)

M2 = Konsentrasi yang ingin dibuat (ppm)

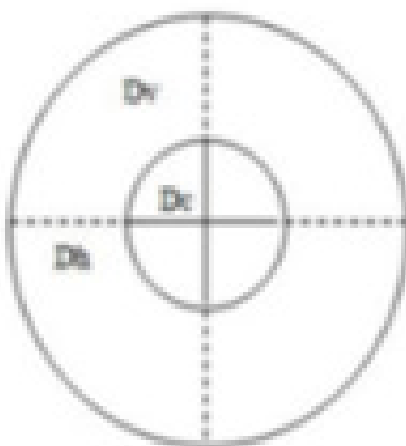
V1 = Volume yang dibutuhkan (mL)

V2 = Volume yang akan dibuat (mL)

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian ini menggunakan metode difusi cakram. Media yang digunakan yaitu media padat Zobell agar 2216E. Menimbang 2,5 g peptone, 0,5 g yeast, dan 15 g agar, kemudian dilarutkan dalam akuades sebanyak 1000 mL. Semua komposisi bahan media dihomogenkan dengan bantuan *magnetic stirrer* di atas *hot plate* hingga larut. Kemudian media disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Media dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan diamkan hingga memadat (Mardiyanti *et al.*, 2024).

Langkah selanjutnya adalah memindahkan 100 μ L bakteri *Vibrio* sp. yang telah diinkubasi pada inkubator menggunakan mikropipet ke dalam cawan petri yang telah berisi media padat Zobell agar 2216E. Nilai rata-rata kepadatan bakteri *Vibrio* sp. yang digunakan sebesar 2,00 OD (*optical density*). Media padat yang sudah mengandung 100 μ L bakteri *Vibrio* sp. kemudian diberi kertas cakram steril yang telah ditetesi 100 μ L ekstrak *A. marina* dan *A. alba* dengan konsentrasi 10.000 ppm, 40.000 ppm, dan 80.000 ppm, lalu diinkubasi selama 1x24 jam (Mardiyanti *et al.*, 2024). Kontrol positif menggunakan antibiotik sedangkan kontrol negatif menggunakan air laut (Fiana *et al.*, 2020). Desain rancangan acak lengkap (RAL) pada penelitian yang dimaksud adalah pengukuran zona hambat yang terbentuk pada uji antibakteri *Vibrio* sp. menggunakan dua ekstrak daun mangrove yaitu *A. marina* dan *A. alba* dilakukan pada masing-masing konsentrasi 10.000 ppm, 40.000 ppm, dan 80.000 ppm secara berkala yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam pengamatan. Pengukuran dilakukan dengan mengukur zona bening sekitar cakram dengan mengukur diameter horizontal dan diameter vertikal kemudian hasil yang diperoleh dikurangi diameter cakram (Intan *et al.*, 2021) seperti pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Sketsa pengukuran diameter zona hambat bakteri *Vibrio* sp. dengan metode difusi cakram (Sumber: Mardiyanti *et al.* 2024)

Figure 2. Sketch of inhibition zone diameter of *Vibrio* sp. measurement using the disk diffusion method (References: Mardiyanti *et al.* 2024)

Berdasarkan Kresnapati *et al.* (2023), diameter zona hambat diukur menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$DZ = \frac{(Dv-Dc)+(Dh-Dc)}{2} \dots\dots\dots(3)$$

- Keterangan :
- Dv = Diameter vertikal zona hambat yang tidak ditumbuhi bakteri (mm)
 - Dh = Diameter horizontal zona hambat yang tidak ditumbuhi bakteri (mm)
 - Dc = Diameter cakram atau lubang sumuran (mm)

Berdasarkan Anugrah dan Asih (2024), zona hambat dikategorikan menjadi empat tingkat efektivitas seperti pada Tabel 1.

Analisis Data

Analisis data aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan uji ANOVA dengan desain penelitian rancangan acak lengkap faktorial melalui perangkat lunak SPSS. Analisis data diawali dengan uji asumsi, meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Data yang memenuhi asumsi normalitas ($p > 0,05$) dan homogenitas ($p > 0,05$) kemudian dianalisis menggunakan ANOVA RAL faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor A (jenis ekstrak mangrove) dan faktor B (konsentrasi ekstrak), masing-

masing dengan tiga ulangan. Uji tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh jenis ekstrak mangrove dan konsentrasi ekstrak terhadap diameter zona hambat *Vibrio* sp. Hasil pengukuran diameter zona hambat disajikan sebagai *mean ± standar deviasi*.

HASIL DAN BAHASAN

Visualisasi Fisik dan Nilai Rendemen Ekstrak *A. marina* dan *A. alba*

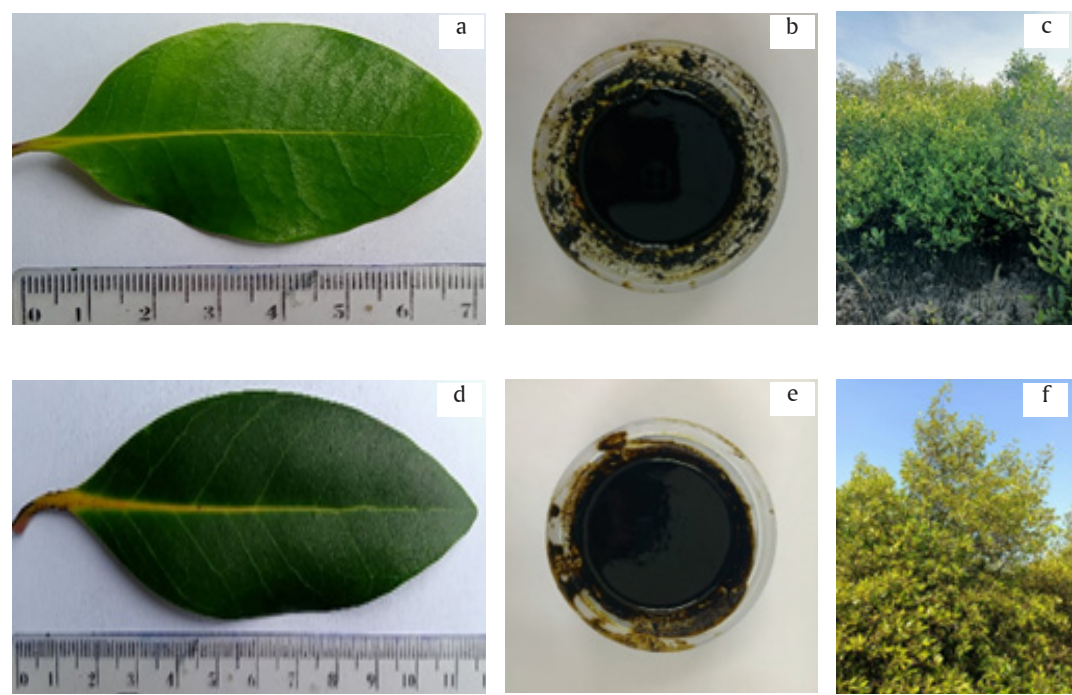
Hasil fisik ekstrak daun mangrove berwarna hijau kecokelatan dan memiliki bau yang khas (Ridlo *et al.*, 2017). Hasil penelitian Akasia *et al.* (2021) melaporkan bahwa daun mangrove *Rhizophora apiculata* dan *R. mucronata* berwarna hijau tua dengan tekstur kental seperti pasta. Hasil ekstraksi daun mangrove *A. marina* dan *A. alba* berbentuk pasta, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Temuan ini sejalan dengan laporan Nursyafni *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa ekstrak daun dari kedua jenis mangrove tersebut memiliki konsistensi kental, memiliki warna hijau tua, dan berbau khas tumbuhan.

Nilai persen rendemen yang dihasilkan dari kedua jenis mangrove yang digunakan tidak memiliki perbedaan selisih persentase yang jauh (Tabel 2). Persen rendemen ekstrak *A. marina* sebesar 13,6955% dan ekstrak *A. alba* sebesar 14,5454%. Hasil nilai persen

Tabel 1. Kategori diameter zona hambat aktivitas antibakteri berdasarkan ukuran daerah hambatan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp.

Table 1. Categories of diameter zones of antibacterial activity based on the size of the inhibition area against the growth of *Vibrio* sp.

Diameter (mm) <i>Diameter (mm)</i>	Kategori <i>Category</i>
≥20 mm	Sangat kuat <i>Very strong</i>
10-20	Kuat <i>Strong</i>
5-10	Sedang <i>Fair</i>
≤5	Lemah <i>Weak</i>



Gambar 3. Visualisasi fisik daun, ekstrak, dan pohon *A. marina* dan *A. alba*. (a) Daun *A. marina*, (b) Ekstrak daun *A. marina*, (c) Pohon *A. marina*, (d) Daun *A. alba*, (e) Ekstrak daun *A. alba*, dan (f) Pohon *A. alba*

Figure 3. Physical visualization of leaves, extract, and trees of *A. marina* and *A. alba*. (a) *A. marina* leaves, (b) *A. marina* leaves extract, (c) *A. marina* tree, (d) *A. alba* leaves, (e) *A. alba* leaves extract, and (f) *A. alba* tree

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai persen rendemen ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba*

Table 2. Calculation results of percent yield value of *A. marina* and *A. alba* leaves extracts

Jenis mangrove Mangrove species	Berat sampel awal (g) Initial sample weight (g)	Berat ekstrak (g) Extract weight (g)	Rendemen (%) Yield (%)
<i>A. marina</i>	1.000	136,955	13,6955
<i>A. alba</i>	1.000	145,454	14,5454

rendemen ekstrak mangrove ini termasuk cukup tinggi. Nilai rendemen yang tinggi tersebut mengindikasikan proses ekstraksi sesuai prosedur, tahap penyaringan sampel, dan evaporasi berjalan sempurna sehingga kuantitas ekstrak yang dihasilkan efektif untuk digunakan pengujian selanjutnya (Widiawati & Asih, 2024).

Tingginya nilai rendemen ekstrak mangrove yang diperoleh dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya jenis pelarut yang digunakan, suhu yang digunakan

saat proses evaporasi, dan lamanya waktu evaporasi ekstrak. Jenis pelarut metanol merupakan pelarut umum yang digunakan dan efektif dalam mengekstraksi komponen fenolik dari bahan alam (Rahmazsanti *et al.*, 2023). Suhu yang tinggi pada proses ekstraksi menyebabkan pergerakan molekul yang lebih cepat yang menyebabkan kontak antara zat terlarut dengan pelarut semakin intensif sehingga hasil ekstraksi yang dihasilkan lebih banyak (Pawarti *et al.*, 2023). Waktu ekstraksi yang semakin lama menyebabkan semakin

tinggi nilai rendemen yang didapatkan karena bahan memiliki waktu lebih lama untuk bereaksi dengan pelarut (Wijaya *et al.*, 2022).

Kandungan Senyawa Fitokimia Ekstrak *A. marina* dan *A. alba*

Kandungan fitokimia pada vegetasi dapat mendeskripsikan kandungan senyawa kimia apa saja yang ada dalam suatu sampel tumbuhan (Jonathan *et al.*, 2024). Beberapa senyawa fitokimia yang diketahui keberadaannya secara kualitatif meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Hasil uji kandungan fitokimia ekstrak daun mangrove *A. marina* dan *A. alba* dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil pengujian fitokimia pada ekstrak daun mangrove *A. marina* yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mengandung senyawa bioaktif berupa flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid. Hasil uji fitokimia pada ekstrak daun mangrove *A. alba* didapatkan adanya senyawa saponin, tanin, dan triterpenoid (Tabel 3). Hasil uji flavonoid pada *A. marina* dinyatakan positif ditandai dengan perubahan warna menjadi merah keunguan, sedangkan pada *A. alba* dinyatakan negatif karena tidak menunjukkan adanya perubahan warna menjadi merah jingga atau merah ungu (Gambar 4). Hasil uji saponin dinyatakan positif ditandai dengan terbentuknya busa setinggi 1 cm. Hasil uji tanin pada *A. marina* dan *A. alba* dinyatakan positif ditandai dengan perubahan warna menjadi hijau. Hasil uji triterpenoid dinyatakan positif yang ditandai dengan munculnya lapisan berwarna merah kecokelatan. Uji alkaloid pada *A. marina* dan *A. alba* dinyatakan negatif karena tidak menghasilkan endapan setelah ditetesi pereaksi. Berdasarkan penelitian Widiawati dan Asih (2024), *A. marina* memiliki kandungan fitokimia berupa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid dan pada penelitian Erwin *et al.* (2020) dilaporkan bahwa *A. alba* mengandung senyawa flavonoid, kuinon, alkaloid, dan fenolik.

Perbedaan kandungan senyawa bioaktif pada tumbuhan dapat dipengaruhi oleh

kondisi lingkungan dan kualitas air (Putri *et al.*, 2023). Selain itu, senyawa alkaloid pada daun mangrove terbentuk sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mangrove untuk melindungi diri dari predator dan patogen (Akasia *et al.*, 2021). Senyawa flavonoid terbentuk karena adanya perubahan salinitas, oksigen terlarut, dan nutrisi akibat pengaruh arus dan pasang surut air laut, sehingga mangrove membentuk flavonoid sebagai adaptasi dan perlindungan (Supriatna *et al.*, 2019). Kualitas air dengan salinitas tinggi atau rendah, suhu tidak stabil, oksigen terlarut yang rendah, menyebabkan stres pada mangrove sehingga menghasilkan senyawa saponin dan tanin sebagai perlindungan dari lingkungan yang ekstrem (Akasia *et al.*, 2021). Triterpenoid terbentuk sebagai bentuk pertahanan diri pada kondisi lingkungan yang salinitasnya tinggi. Hal tersebut secara tidak langsung dapat mendominasi wilayah tersebut karena kemampuan adaptasi yang kuat (Julayha *et al.*, 2012).

Mekanisme antibakteri senyawa alkaloid dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada dinding sel bakteri, sehingga pembentukan lapisan dinding sel menjadi tidak sempurna dan menyebabkan kematian sel bakteri tersebut. Flavonoid memiliki beberapa mekanisme antibakteri yaitu dengan menghambat sintesis asam nukleat, mengganggu fungsi membran sitoplasma serta mengikat protein yang menghasilkan aktivitas enzim mikroba terhambat sehingga pertumbuhan sel bakteri terhambat. Tanin memiliki kemampuan untuk menonaktifkan adhesin sel bakteri. Tanin memiliki target pada polipeptida dinding sel bakteri, sehingga pembentukan dinding sel menjadi tidak sempurna. Tanin memiliki kemampuan untuk mencegah bakteri melekat pada permukaan sel, sehingga menghambat proses penempelan bakteri pada jaringan yang akan diinfeksi. Saponin membentuk kompleks polisakarida pada dinding sel, sehingga menyebabkan kerusakan pada dinding dan membran sel hingga akhirnya bakteri lisis (Niken *et al.*, 2022). Triterpenoid dapat merusak membran

sel bakteri, dengan cara berinteraksi pada sisi aktif membran, melarutkan konstituen lipid serta meningkatkan permeabilitasnya (Wulandari & Umam, 2023).

Kemampuan Antibakteri Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* terhadap *Vibrio* sp.

Zona hambat terbentuk di sekitar antibakteri seperti kertas cakram pada media pertumbuhan bakteri. Indikator adanya

aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar kertas cakram yang telah ditempatkan di atas permukaan biakan bakteri (Asih & Kartika, 2021) yang menandakan adanya daerah pertumbuhan bakteri terhambat (Danada & Yamindago, 2014). Hasil perhitungan daya hambat ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp. dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak *A.*

Tabel 3. Kandungan senyawa fitokimia ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba*

Table 3. Phytochemical compounds content of *A. marina* and *A. alba* leaves extracts

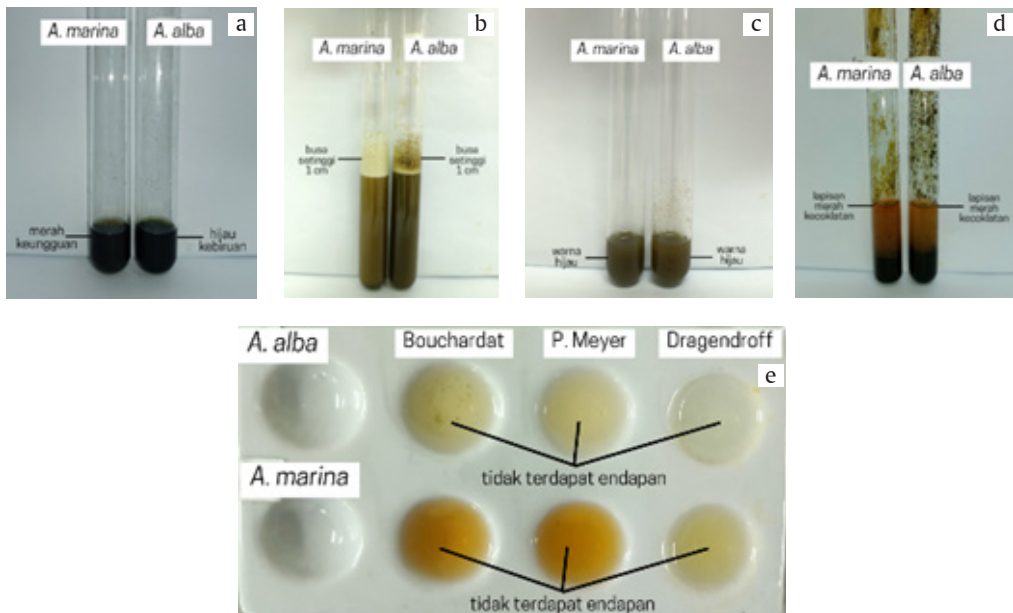
Jenis senyawa fitokimia Phytochemical compounds	<i>A. marina</i>	<i>A.alba</i>
Alkaloid	-	-
Flavonoid	+	-
Saponin	+	+
Tanin	+	+
Triterpenoid	+	+

Keterangan: + = positif (ada)

- = negatif (tidak ada)

Note: + = positive (detected)

- = negative (not detected)



Gambar 4. Hasil uji keberadaan senyawa fitokimia dari ekstrak daun *A. marina* dan *A. Alba*. (a) Flavonoid, (b) Saponin, (c) Tanin, (d) Triterpenoid, dan (e) Alkaloid

Figure 4. Results of the presence of phytochemical compounds of *A. marina* and *A. alba* leaves extracts. (a) Flavonoids, (b) Saponins, (c) Tannins, (d) Triterpenoids, and (e) Alkaloids

Tabel 4. Daya hambat ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp selama 24, 48, dan 72 jamTable 4. The inhibitory effect of *A. marina* and *A. alba* leaves extracts against *Vibrio* sp. during 24, 48, and 72 hours

Konsentrasi (ppm) Concentration (ppm)	Jenis daun mangrove Mangrove leaf type	Diameter zona hambat (mm) Diameter of the barrier (mm)					
		24 jam 24 hours	Kategori Category	48 jam 48 hours	Kategori Category	72 jam 72 hours	Kategori Category
10.000	<i>A. marina</i>	2,60 ± 0,45	Lemah Weak	2,60 ± 0,45	Lemah Weak	2,29 ± 0,46	Lemah Weak
	<i>A. alba</i>	1,43 ± 0,72	Lemah Weak	1,99 ± 0,27	Lemah Weak	1,8 ± 0,08	Lemah Weak
40.000	<i>A. marina</i>	1,87 ± 0,19	Lemah Weak	2,45 ± 0,29	Lemah Weak	2,62 ± 0,60	Lemah Weak
	<i>A. alba</i>	2,04 ± 0,08	Lemah Weak	2,00 ± 0,24	Lemah Weak	2,77 ± 0,70	Lemah Weak
80.000	<i>A. marina</i>	3,32 ± 0,28	Lemah Weak	3,45 ± 0,91	Lemah Weak	4,31 ± 1,80	Lemah Weak
	<i>A. alba</i>	2,66 ± 0,48	Lemah Weak	3,58 ± 1,08	Lemah Weak	4,71 ± 0,10	Lemah Weak
Kontrol - Control -	<i>A. marina</i>	1,82 ± 0,29	Lemah Weak	1,63 ± 0,50	Lemah Weak	1,79 ± 0,85	Lemah Weak
	<i>A. alba</i>	1,58 ± 0,47	Lemah Weak	1,08 ± 0,15	Lemah Weak	0,70 ± 0,49	Lemah Weak
Kontrol + Control +	<i>A. marina</i>	29,79 ± 1,02	Sangat kuat Very strong	30,65 ± 0,35	Sangat kuat Very strong	30,68 ± 0,37	Sangat kuat Very strong
	<i>A. alba</i>	23,03 ± 3,58	Sangat kuat Very strong	26,96 ± 1,46	Sangat kuat Very strong	26,82 ± 1,82	Sangat kuat Very strong

marina dan *A. alba* terhadap bakteri *Vibrio* sp. dapat dilihat pada Tabel 4. Konsentrasi tertinggi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. adalah konsentrasi 80.000 ppm. Kisaran zona hambat ekstrak *A. marina* konsentrasi 80.000 ppm sebesar 3,32 ± 0,28 mm hingga 4,31 ± 1,80 mm. Zona hambat pada ekstrak *A. alba* konsentrasi 80.000 ppm berkisar antara 2,66 ± 0,48 mm hingga 4,71 ± 0,10 mm. Hasil zona hambat setiap waktu pengamatan berbeda-beda. Terdapat nilai zona hambat pada konsentrasi 40.000 ppm yang lebih rendah daripada konsentrasi 10.000 ppm. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kecepatan difusi ekstrak pada media yang tidak efektif. Kecepatan difusi dapat dipengaruhi oleh konsentrasi, di mana konsentrasi yang lebih tinggi mengalami pengendapan sehingga menghambat proses difusi dan menghasilkan zona hambat yang lebih kecil dibanding konsentrasi 10.000 ppm (Sari *et al.*, 2014). Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh fase

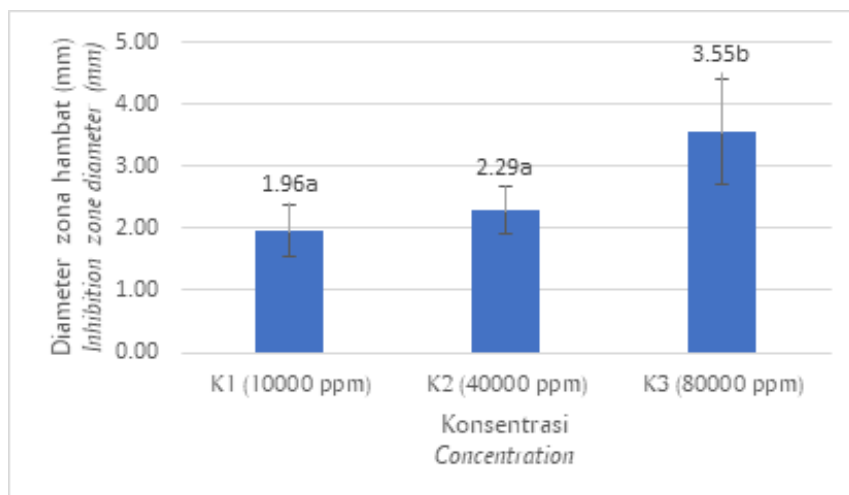
pertumbuhan bakteri pada 1x24 jam dan fase stasioner atau kondisi bakteri mengalami pertumbuhan yang stabil pada waktu 2x24 jam (Asih *et al.*, 2023), sehingga ekstrak belum optimal untuk menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan pada pengamatan 3x24 jam ekstrak membutuhkan waktu lebih lama untuk berdifusi ke media agar dan kondisi bakteri pada pengamatan 3x24 jam lebih rentan terhadap senyawa antibakteri, sehingga zona hambat yang dihasilkan lebih besar. Selain itu, kepadatan bakteri yang digunakan juga berpengaruh terhadap kemampuan daya hambat ekstrak. Kepadatan bakteri yang terlalu tinggi menyebabkan zona hambat yang dihasilkan lebih kecil karena senyawa antibakteri sulit menembus dinding sel bakteri dan tidak mampu menghambat bakteri secara optimal (Martsiningsih *et al.*, 2023). Kelompok bakteri uji juga berpengaruh terhadap kemampuan hambat ekstrak daun mangrove. Bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri Gram

negatif yang memiliki struktur dinding sel lebih tebal, sehingga sulit mengalami kerusakan dinding selnya akibat senyawa bioaktif (Hidayati *et al.*, 2021).

Faktor lain yang mampu memengaruhi kemampuan daya hambat ekstrak adalah tingkat kemurnian ekstrak yang digunakan saat pengujian. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mendapatkan ekstrak yang murni dan stabil adalah ekstraksi menggunakan metode purifikasi. Purifikasi pada ekstrak dapat meningkatkan tingkat kemurnian ekstrak, menstabilkan ekstrak, dan mengkaraktirisasi zat aktif pada sampel secara optimal (Purwanto, 2021). Ekstrak daun yang telah terpurifikasi terbukti mampu menghasilkan rata-rata zona hambat bakteri kelompok Gram negatif yaitu *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* lebih tinggi dibanding ekstrak kasar daun cengkeh (Ramadhani & Novema, 2022). Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan kloramfenikol sebagai kontrol positif mampu menghasilkan zona hambat yang tinggi karena kloramfenikol termasuk antibiotik berspektrum luas yang efektif melawan bakteri Gram positif dan negatif. Penggunaan air laut sebagai kontrol negatif menggunakan air laut steril karena menyesuaikan dengan habitat bakteri *Vibrio* sp. yang tinggal di air laut (Zahra *et al.*, 2021).

Pengaruh Kemampuan Ekstrak *A. marina* dan *A. alba* sebagai Antibakteri *Vibrio* sp.

Hasil uji ANOVA didapatkan bahwa spesies mangrove tidak berpengaruh nyata terhadap zona hambat bakteri *Vibrio* sp. ($p > 0,05$) dan tidak ada pengaruh nyata interaksi antara spesies mangrove dan konsentrasi terhadap zona hambat ($p > 0,05$) (Gambar 5). Hal ini selaras dengan hasil penelitian yang diperoleh pada Gambar 5 yang menyatakan bahwa ekstrak *A. marina* dan *A. alba* memiliki kemampuan menghasilkan zona hambat terhadap bakteri *Vibrio* sp. pada kisaran zona hambat yang sama pada setiap konsentrasi yaitu $1,43 \pm 0,72$ mm hingga $4,71 \pm 0,10$ mm. Tidak adanya pengaruh nyata spesies mangrove terhadap zona hambat bakteri *Vibrio* sp. yang dihasilkan diduga karena kedua mangrove ini sama-sama mengandung senyawa saponin. Saponin merupakan senyawa glikosida yang tersusun atas gugus gula yang berkaitan dengan aglikon atau sapogenin (Lanipi *et al.*, 2022). Saponin memberikan efek antimikroba dengan membentuk kompleks polisakarida pada dinding sel, sehingga menyebabkan rusaknya dinding dan membran sel hingga akhirnya bakteri lisis (Niken *et al.*, 2022). Ekstrak daun mangrove *A. marina* dan *A. alba* menunjukkan adanya aktivitas



Gambar 5. Diameter zona hambat ekstrak daun *A. marina* dan *A. alba* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap *Vibrio* sp.

Figure 5. Inhibition zone diameters of *A. marina* and *A. alba* leaves with different concentrations against *Vibrio* sp.

antibakteri terhadap bakteri *Vibrio* sp. dengan kategori yang sama yaitu lemah. Lemahnya daya hambat dapat disebabkan karena bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki kemampuan pertahanan diri yang baik (Asih & Kartika, 2021) terhadap senyawa antimikroba yang belum murni senyawa metabolit sekundernya. Meskipun hasil pengukuran zona hambat tergolong lemah tetapi ekstrak mangrove ini tetap berpotensi sebagai agen antibakteri pada tambak udang dengan memberikan konsentrasi yang tepat untuk mengoptimalkan pemanfaatan ekstrak ini.

Hasil penelitian juga menunjukkan perbedaan konsentrasi ekstrak mangrove memberikan pengaruh nyata terhadap zona hambat bakteri *Vibrio* sp. yang terbentuk ($p < 0,05$) (Gambar 5). Konsentrasi perlakuan 1 (10.000 ppm) dan konsentrasi perlakuan 2 (40.000 ppm) memiliki perbedaan nyata secara signifikan terhadap konsentrasi perlakuan 3 (80.000 ppm). Berdasarkan hasil tersebut terdapat pengaruh dari tiga perlakuan yang berbeda dan terdapat perlakuan terbaik untuk menghambat aktivitas antibakteri. Konsentrasi yang semakin tinggi memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri yang semakin besar. Hal ini sebanding pada penelitian Aulia *et al.* (2024) yang menyatakan adanya korelasi antara daya hambat dan konsentrasi yang digunakan, di mana semakin tinggi dosis atau konsentrasi yang digunakan menunjukkan daya hambat yang semakin besar pula. Perbedaan nilai zona hambat tersebut juga dapat dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif pada setiap ekstrak yang berbeda. Hal tersebut juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan di mana mangrove tersebut tumbuh. Mangrove yang berasal dari lingkungan tercemar memiliki kandungan metabolit sekunder lebih beragam sebagai bentuk adaptasi dan perlindungan diri dari lingkungan, dibanding mangrove dari lingkungan yang tidak tercemar (Akasia *et al.*, 2021).

Penelitian ini memiliki kekurangan pada penggunaan ekstrak kasar yang belum melalui tahap pemurnian. Analisis fitokimia belum spesifik mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Pengujian

aktivitas antibakteri masih terbatas pada uji *in vitro*, sehingga belum mencerminkan efektivitasnya pada kondisi lingkungan budidaya. Penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada karakterisasi senyawa bioaktif utama dan pengujian aktivitas antibakteri untuk mengevaluasi potensi ekstrak mangrove sebagai antibakteri alami yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Ekstrak *Avicennia marina* mengandung fitokimia berupa flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid, sedangkan ekstrak *Avicennia alba* mengandung fitokimia berupa saponin, tanin, dan triterpenoid. Kedua ekstrak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. Konsentrasi terbaik yakni pada ekstrak *Avicennia marina* konsentrasi 80.000 ppm sebesar $4,31 \pm 1,80$ mm setelah 72 jam inkubasi. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi dan melakukan pemurnian senyawa aktif untuk meningkatkan efektivitas antibakteri terhadap *Vibrio* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura atas dukungan fasilitas laboratorium dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih kepada tambak udang SP Mina Sumenep dan Ibu Isnia selaku analis laboran SP Mina.

PEMBIAYAAN PENELITIAN

Penelitian ini didanai sepenuhnya menggunakan dana riset mandiri dari hasil kegiatan penelitian skripsi oleh penulis dari Universitas Trunojoyo Madura, tanpa keterlibatan pendanaan dari pihak ketiga.

KONTRIBUSI PENULIS

LMF: berkontribusi dalam pengujian laboratorium, pengumpulan data, analisis data, supervisi penelitian, dan penulisan naskah asli.

ENNA: berperan dalam pembentukan konsep, akuisisi pendanaan, perancangan metodologi penelitian, validasi, dan penulisan naskah asli serta pengeditan. RS: turut berkontribusi dalam administrasi, perangkat lunak, visualisasi serta penulisan perbaikan dan pengeditan naskah.

PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN DAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan naskah ini. Penulis naskah ini tidak menggunakan alat kecerdasan buatan untuk pembuatan isi tulisan. Analisis, interpretasi data, dan penyusunan naskah dilakukan secara manual oleh penulis.

DAFTAR ACUAN

- Abdullah, N., Ischak, N. I., Alio, L., Salimi, Y. K., Aman, L. O., & Kilo, A. K. (2025). Inhibisi enzim α -glukosidase dan α -amilase dari ekstrak metanol daun buhu (*Garuga floribunda* Decne) sebagai antidiabetes. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 3(1), 114–130. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i1.360>
- Afianti, N. F., & Sutiknowati, L. I. (2020). Kondisi pencemaran lingkungan berdasarkan parameter mikrobiologis di sekitar muara Sungai Cilandir, Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 37(3), 135–140. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.3.1022>
- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. (2021). Skrining fitokimia ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang dikoleksi dari kawasan mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 4(1), 16–22.
- Alhaddad, Z. A., Tanod, W. A., & Wahyudi, D. (2019). Bioaktivitas antibakteri dari ekstrak daun mangrove *Avicennia* sp. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(1), 12–22. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i1.4752>
- Anugrah, A. A., & Asih, E. N. N. (2024). Aktivitas antibakteri ekstrak plasma belangkas bulan (*Tachypleus gigas*) terhadap bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dari Perairan Selat Madura. *Journal of Marine Research*, 13(3), 476–484. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.38966>
- Asih, E. N. N., Fitri, D. A., Kartika, A. G. D., Astutik, S., & Efendy, M. (2023). Potensi bakteri halofilik ekstrim dari tambak garam tradisional sebagai penghambat aktivitas bakteri *Salmonella* sp. *Journal of Marine Research*, 12(3), 382–390.
- Asih, E. N. N., & Kartika, A. G. D. (2021). Potensi dan karakteristik bakteri simbiosis karang lunak *Sinularia* sp. sebagai antibakteri *Escherichia coli* dari Perairan Pulau Gili Labak Madura Indonesia. *Journal of Marine Research*, 10(3), 355–362. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.35372>
- Asih, E. N. N., Ni'amah, S. N., Insafitri, I., Kartika, A. G. D., Pratiwi, W. S. W., & Nuzula, N. I. (2025). Profil kandungan fitokimia ekstrak lamun *Enhalus acoroides* sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Vibrio harveyi* dari Perairan Sapeken-Madura. *Journal of Marine Research*, 14(1), 145–156. <https://doi.org/10.14710/jmr.v14i1.39354>
- Asih, E. N. N., Ramadhanti, A., Wicaksono, A., Dewi, K., & Astutik, S. (2024). Deteksi total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen laut perairan Desa Padelegan sebagai indikator cemaran mikrobiologis Wisata Pantai The Legend–Pamekasan. *Journal of Marine Research*, 13(1), 161–170. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i1.37063>
- Aulia, D., Indrayati, A., Jarir, D. V., Hadiwinata, B., Suprakto, B., Sabariyah, N., & Wartini, S. (2024). Uji daya antibakteri ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* secara in vitro. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(1), 142–149. <https://doi.org/10.29303/jp.v14i1.764>
- Aziza, R. N., & Chaidir, R. R. A. (2024). Isolasi bakteri *Vibrio* sp. resisten antibiotik pada sampel udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dari Pasar Seketeng. *BIOMARAS: Journal of Life Science and Technology*, 2(1), 26–35.

- Badriyah, L., Asih, E. N. N., Ni'amah, S. N., Ningrum, R. H., Mardiyanti, Y., & Wulansari, D. R. (2023). Penambahan ekstrak lamun (*Enhalus acoroides*) dan gonad bulu babi (*Diadema setosum*) sebagai formulasi sediaan moisturizer body lotion. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 97–106. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.44880>
- Danada, R. H., & Yamindago, A. (2014). Analisis aktivitas antibakteri ekstrak daun mangrove *Avicennia marina* dari Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Pasuruan terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 7(1), 12–19.
- Dotulong, V., Mentang, F., Harikedua, S. D., & Damongilala, L. J. (2023). Kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan buah mangrove *Sonneratia alba* yang dikeringkan dalam kabinet dryer. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 64–69. <https://doi.org/10.35800/mthp.11.2.2023.53748>
- Erwin, E., Nuryadi, D., & Usman, U. (2020). Skrining fitokimia dan bioaktivitas tumbuhan bakau api-api putih (*Avicennia alba* Blume). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 2(4), 311–315. <https://doi.org/10.25026/jsk.v2i4.152>
- Fatimah, C., Safriana, S., & Andriani, S. (2024). Uji cemaran coliform menggunakan uji MPN pada air sumur gali, sumur bor, dan PDAM. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 5(1), 64–72. <https://doi.org/10.47065/jharma.v5i1.4955>
- Fiana, F. M., Kiromah, N. Z. W., & Purwanti, E. (2020). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 10–20. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v0i0.10108>
- Fitri, Z. M., Kismiyati, K., & Mubarak, A. S. (2018). Daya antibakteri ekstrak daun api-api (*Avicennia alba*) terhadap *Vibrio harveyi* penyebab vibriosis secara in vitro [In vitro antibacteria activity of api-api (*Avicennia alba*) leave extract against *Vibrio harveyi* causes vibriosis]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 131–136. <https://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10527>
- Gusman, E., & Firman. (2012). Identifikasi bakteri *Vibrio* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon*) di tambak tradisional Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 5(2), 173–183.
- Harlina, H., Ibrahim, A., Hamdillah, A., & Ilmiah, I. (2024). Antibacterial activity of *Piper betle* Linn. extract against *Vibrio parahaemolyticus* causes of disease in vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Agribisnis Perikanan*, 17(1), 312–320.
- Hidayat, A. S. (2014). Isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* sp. dari ikan kerapu sunu (*Plectropomus leopardus*). *Jurnal Teknosains*, 8(2), 209–216. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v8i2.1909>
- Hidayati, S., Lumbessy, S. Y., & Azhar, F. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kitolod (*Isotoma longiflora*) terhadap bakteri *Vibrio* sp. penyebab vibriosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 86–95. <https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1.3557>
- Himawan, H. C., Masaenah, E., & Putri, V. C. E. (2018). Aktivitas antioksidan dan SPF sediaan krim tabir surya dari ekstrak etanol 70% kulit buah pisang ambon (*Musa acuminata* Colla). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedika Journal)*, 3(2), 73–81. <https://doi.org/10.47219/ath.v3i2.14>
- Hitijahubessy, H., Susiyanto, A. Y., Samid, A., & Cesar, O. (2021). Pengaruh ekstrak lamun *Enhalus acoroides* secara in vitro sebagai antibakteri *Vibrio* sp. penyebab penyakit ice-ice pada rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 11(2), 93–98. <https://doi.org/10.30598/mjocevol11iss2pp93-98>

- Hoar, Y., Salosso, Y., & Santoso, P. (2020). Identifikasi parasit dan bakteri *Vibrio* pada kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan Tanah Merah, Kecamatan Kupang Tengah. *Jurnal Aquatik*, 3(2), 57–66. <https://doi.org/10.35508/aquatik.v3i2.3144>
- Idami, Z., & Nasution, R. A. (2020). Kelimpahan koloni bakteri *Vibrio* sp. berdasarkan lokasi budidaya tambak udang di Kabupaten Pidie. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 5(2), 121–134. <https://doi.org/10.32528/bioma.v5i2.4012>
- Ihsan, B. (2021). Identifikasi bakteri patogen (*Vibrio* spp. dan *Salmonella* spp.) yang mengontaminasi ikan layang dan bandeng di pasar tradisional. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 89–96. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i1.34198>
- Intan, K., Diani, A., & Nurul, A. S. R. (2021). Aktivitas antibakteri kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 8(2), 121–127. <https://doi.org/10.33653/jkp.v8i2.679>
- Jonathan, J., Hairani, R., & Ruga, R. (2024). Skrining fitokimia dan uji toksisitas ekstrak diklorometana rimpang temu kunci (*Boesenbergia rotunda*). *Jurnal Atomik*, 9(2), 62–68.
- Julayha, J., Basyuni, M., & Agustina, L. (2012). Komposisi senyawa isoprenoid pada mangrove sejati minor jenis teruntun (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco) sebagai biomarker di daerah estuarina. *Peronema Forestry Science Journal*, 1(1), 156043.
- Kresnapati, I. N. B. A., & Sofya, S. W. (2023). Aktivitas antimikroba ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap bakteri gram negatif *Escherichia coli*. *Jurnal Ners*, 7(1), 477–483. <https://doi.org/10.31004/jn.v7i1.12996>
- Lanipi, R. P., Astuti, R. A., Hardia, L., & Budianto, A. B. (2022). Uji fitokimia ekstrak etanol daun katuk (*Sauropus adrogynus* (L.) Merr). *Jurnal Etnofarmasi*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.36232/jurnalfarmasiunimuda.v1i02.1729>
- Magani, A. K., Tallei, T. E., & Kolondam, B. J. (2020). Uji antibakteri nanopartikel kitosan terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Bios Logos*, 10(1), 7–12. <https://doi.org/10.35799/jbl.10.1.2020.27652>
- Mahulauw, F. R., Lamadi, A., & Mulis, M. (2022). Patogenitas bakteri *Vibrio* sp. pada udang vannamei di Kabupaten Pohuwato. *The NIke Journal*, 10(1), 31–39.
- Manuhuttu, D., & Saimima, N. A. (2021). Potensi ekstrak daun mangrove (*Sonneratia alba*) sebagai antibakteri terhadap *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 7(2), 71–79.
- Mardiyanti, Y., Asih, E. N. N., Rohmatika, F., & Ni'amah, S. N. (2024). Potensi ekstrak lamun *Enhalus acoroides* kering dan basah dari Perairan Sapeken-Madura sebagai antibakteri *Vibrio parahaemolyticus*. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 5(2), 196–205. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i2.20998>
- Martsiningsih, A., Suyana, S., Noviani, A., Rahmawati, U., Sujono, S., & Astuti, F. D. (2023). Pengaruh waktu inkubasi terhadap diameter zona hambat antibiotik pada uji sensitivitas bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.33992/meditory.v11i1.2361>
- Niken, N., Yusuf, R. N., & Annita, A. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 726–735. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5919>
- Nursyafni, Rahmawati, A., Nurbaiti, Irfan, N., & Nabilla, A. (2024). Pengujian konsentrasi hambat minimum ekstrak daun mangrove (*Avicennia alba* Blume) terhadap *Shigella sonnei*. *The Journal of Pharmacy*, 2(1), 1–11.

- Pawarti, N., Iqbal, M., Ramdini, D. A., & Yuliyanda, C. (2023). Pengaruh metode ekstraksi terhadap persen rendemen dan kadar fenolik ekstrak tanaman yang berpotensi sebagai antioksidan. *Medical Profession Journal of Lampung*, 13(4), 590–593. <https://doi.org/10.53089/medula.v13i4.774>
- Purwanto, A. (2021). Aktivitas antibakteri in vitro ekstrak etanol beberapa jenis tanaman krokot (*Portulaca* sp.). *Agri-Tek: Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan dan Agroteknologi*, 22, 1–5. <https://doi.org/10.33319/agtek.v22i1.68>
- Putri, N. M. S., Sutningsih, D., & Hadi, M. (2023). Skrining fitokimia dan uji antibakteri nanopartikel perak ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Bios Logos*, 13(3), 141–149. <https://doi.org/10.35799/jbl.v13i3.49813>
- Rahmasari, D., Yuwanda, A., & Rahmawati, D. (2024). Formulasi dan nilai IC50 sediaan krim ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis*). *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(3), 17136–17153. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i3.12623>
- Rahmazsanti, A., Wardhani, M. K., & Rahman, A. (2023). Ekstraksi pada daun jeruju *Acanthus ilicifolius*. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 4(2), 67–74. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i2.18504>
- Ramadhani, M. A., & Novema, A. P. (2022). Aktivitas antibakteri ekstrak kasar dan terpurifikasi daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Borobudur Pharmacy Review*, 2(1), 8–14. <https://doi.org/10.31603/bphr.v2i1.6934>
- Ridlo, A., Pramesti, R., Koesoemadji, K., Supriyanti, E., & Soenardjo, N. (2017). Aktivitas antioksidan ekstrak daun mangrove *Rhizophora mucronata*. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(2), 110–116.
- Riwanti, P., Andayani, R., & Trinanda, L. (2021). Uji aktivitas antibakteri *Sargassum polycystum* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal Pharmasci*, 6(1), 19–23. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v6i1.199>
- Rohmatika, F., Asih, E. N. N., Mardiyanti, Y., & Ni'amah, S. N. (2023). Potensi ekstrak dan skrining fitokimia *Caulerpa* sp. sebagai antibakteri *Vibrio parahaemolyticus* dari Perairan Socah, Bangkalan-Madura. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4), 1138–1149. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.557>
- Sari, E. M., Ma'ruf, W. F., & Sumardianto. (2014). Kajian senyawa bioaktif ekstrak teripang hitam (*Holothuria edulis*) basah dan kering sebagai antibakteri alami. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 16–24.
- Sarida, M., & Harpeni, E. (2010). Screening of potential probiotic *Vibrio* sp. against vibriosis in the *Litopenaeus vannamei*. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 27(2), 88–94.
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A. D. Y., Dotulong, V., Ratulangi, S., & Bahu, K. U. (2020). Rendemen ekstrak air rebusan daun tua mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9–15.
- Supriatna, D., Mulyani, Y., Rostini, I., & Agung, M. U. K. (2019). Aktivitas antioksidan, kadar total flavonoid dan fenol ekstrak metanol kulit batang mangrove berdasarkan stadia pertumbuhannya. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 10(2), 35–42.
- Suryana, A., Asih, E. N. N., & Insafitri, I. (2023). Fenomena infeksi acute hepatopancreatic necrosis disease pada budidaya udang vaname di Kabupaten Bangkalan. *Journal of Marine Research*, 12(2), 212–220. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i2.35632>

- Widiawati, W., & Asih, E. N. N. (2024). Potensi skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak daun *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* dari Selat Madura. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(5), 393–406. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i5.52421>
- Wijaya, H., Jubaidah, S., & Rukayyah, R. (2022). Perbandingan metode ekstraksi terhadap rendemen ekstrak batang turi (*Sesbania grandiflora* L.) dengan menggunakan metode maserasi dan sokhletasi. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v5i1.1469>
- Wulandari, J., Harmain, R. M., & Dali, F. A. (2022). Aktivitas antioksidan pada daun mangrove api-api (*Avicennia marina*). *The NIKe Journal*, 10(1), 7–16. <https://doi.org/10.37905/nj.v10i1.21027>
- Wulandari, L., & Umam, K. (2023). Potensi ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dalam menghambat bakteri patogen (*Enterobacter sakazakii*, *Salmonella typhi*, dan *Listeria monocytogenes*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 8(2), 18–31. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v8i2.497>
- Zahra, I., Erikania, S., & Dewi, O. H. (2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun afrika (*Vernonia amygdalina* Del.) terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 secara in vitro. *Medfarm: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 10(1), 28–34. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v10i1.52>
- Zebua, A. H. P., Nursyirwani, N., & Feliatra, F. (2020). Molecular identification of proteolytic bacteria from mangrove sediment in Dumai Marine Station. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(2), 179–188. <https://doi.org/10.31258/ajoas.3.2.179-188>