

Menyingkap Potensi Antijamur *Avicennia Alba*: Analisis Fitokimia Menuju Terobosan Fungisida Masa Depan

Yohanes Sitorus^{1*}, Melya Riniarti^{2*}, Duryat^{3*}, Indriyanto^{4*}

Jurusan Kehutanan, Universitas Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹sitorusyohanes07@gmail.com

²melya.riniarti@fp.unila.ac.id

³duryat.1987@fp.unila.ac.id

⁴indriyanto.1962@fp.unila.ac.id

Intisari— Tanaman mangrove memiliki peran penting dalam menjaga ekosistem pesisir, *Avicennia alba* adalah salah satu spesies yang mampu beradaptasi di lingkungan ekstrem karena kandungan metabolit sekundernya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan senyawa antijamur dalam jaringan daun *A. alba* menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dan identifikasi potensi *A. alba* sebagai biofungisida. Penelitian dilaksanakan dengan tahapan meliputi pengambilan sampel, maserasi menggunakan etanol 96%, evaporasi, serta analisis menggunakan instrumen GC-MS. Hasil analisis menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. alba* mengandung dua senyawa bioaktif, yaitu 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine dan Hexadecanal, yang keduanya memiliki sifat antijamur. Senyawa 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine dikenal mampu mengganggu sintesis dinding sel jamur, sedangkan Hexadecanal berperan dalam merusak membran sel jamur melalui peroksidasi lipid. Hasil penelitian ini memperkuat data potensi *A. alba* sebagai sumber biofungisida alami yang dapat digunakan dalam pertanian berkelanjutan, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap fungisida sintetis. Penelitian ini juga menunjukkan pentingnya eksplorasi biodiversitas mangrove dalam upaya menemukan senyawa bioaktif baru untuk sektor pertanian dan farmasi.

Kata kunci—*Avicennia alba*, antijamur, GC-MS, biofungisida, mangrove.

Abstract— Mangrove plants have an important role to play in maintaining coastal ecosystems, *Avicennia alba* being one of the species that is able to adapt in extreme environments thanks to its secondary metabolites. This study aims to analyze the content of antifungal compounds in the leaf tissue of *A. alba* using the Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) method and the identification of the potential of *A. alba* as a biofungicide. The research was carried out in stages including sampling, maceration using 96% ethanol, evaporation, and analysis using the GC-MS instrument. The results of the analysis showed that *A. alba* leaf extract contains two bioactive compounds, namely 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine and Hexadecanal, both of which have antifungal properties. The compound 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazole-5-yl) piperidine is known to interfere with the synthesis of fungal cell walls, whereas Hexadecanal plays a role in damaging fungal cell membranes through lipid peroxidation. This research reinforces the potential data of *A. alba* as a natural bio fungicide source that can be used in sustainable agriculture, while reducing reliance on synthetic fungicides. This study also shows the importance of exploring mangrove biodiversity in an effort to find new bioactive compounds for the agriculture and pharmaceutical sectors.

Keywords— *Avicennia alba*, antifungal, GC-MS, biofungicides, mangrove.

I. PENDAHULUAN

Tanaman mangrove memiliki peranan penting dalam menjaga ekosistem pesisir melalui fungsi ekologis, ekonomi, dan sosialnya. Salah satu spesies mangrove yang umum ditemukan di kawasan pantai tropis dan subtropis adalah *Avicennia alba* (Nanlohy *et al.*, 2020). Tanaman ini diketahui mampu

beradaptasi di lingkungan ekstrem, seperti kadar salinitas tinggi dan kondisi anaerobik, yang mengindikasikan adanya metabolit sekunder tertentu dalam jaringan tanaman tersebut. Metabolit ini, termasuk senyawa fenolik, terpenoid, dan flavonoid, diyakini berperan sebagai agen pertahanan alami terhadap patogen seperti jamur dan bakteri

yang berpotensi sebagai biopestisida. (Budastra *et al.*, 2024).

Senyawa antijamur alami yang dihasilkan oleh tanaman mangrove semakin menarik perhatian dunia penelitian karena potensinya sebagai sumber bahan aktif untuk industri farmasi dan pertanian. Penggunaan bahan antimikroba alami menjadi alternatif penting mengingat resistensi patogen terhadap fungisida sintesis yang kian meningkat (Saragih *et al.*, 2023). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa spesies mangrove, termasuk *Avicennia*, mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antimikroba yang kuat (Ramadhanty *et al.*, 2021). Namun, data spesifik mengenai kandungan senyawa antijamur pada jaringan daun *Avicennia alba* masih terbatas, sehingga diperlukan kajian lebih mendalam.

Teknik *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) merupakan metode analisis kimia yang efektif untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi senyawa volatil dan semi-volatil dalam ekstrak tanaman. GC-MS memungkinkan pemisahan dan penentuan struktur molekul dari berbagai komponen kimia secara simultan dengan sensitivitas dan akurasi tinggi (Brotosudarmo *et al.*, 2018). Dalam konteks penelitian ini, metode GC-MS digunakan untuk mengidentifikasi profil kimia dari jaringan daun *Avicennia alba*, dengan fokus pada senyawa yang memiliki potensi aktivitas antijamur.

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan GC-MS dalam analisis metabolit sekunder dari tanaman mangrove mampu mengidentifikasi berbagai senyawa aktif seperti asam lemak, terpenoid, dan fenolik, yang diketahui memiliki sifat antijamur (Kartina *et al.*, 2019). Studi oleh Prabha *et al.* (2013) misalnya, menunjukkan bahwa ekstrak *Avicennia marina* mengandung senyawa bioaktif dengan aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap berbagai patogen. Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa *Avicennia alba* juga berpotensi sebagai sumber senyawa antijamur.

Selain dari segi aplikasi farmasi, identifikasi senyawa antijamur alami dari *Avicennia alba* juga dapat berkontribusi dalam

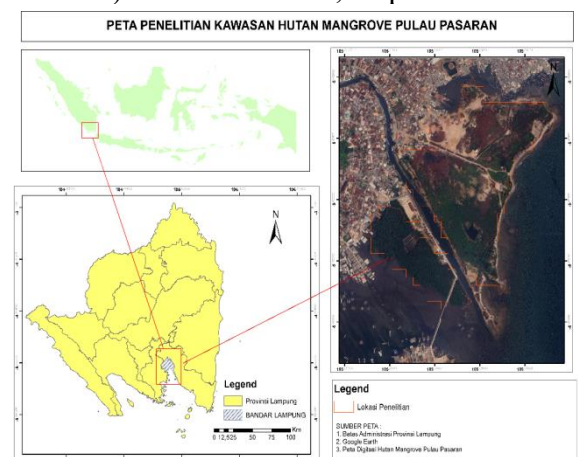
pengembangan biopestisida ramah lingkungan untuk sektor pertanian dan pengelolaan hutan mangrove berkelanjutan. Dengan meningkatnya kebutuhan akan produk-produk alami yang aman dan efektif, eksplorasi biodiversitas mangrove untuk menemukan sumber senyawa bioaktif menjadi semakin relevan (Purnobasuki, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan senyawa antijamur yang terdapat dalam jaringan daun *Avicennia alba* menggunakan metode GC-MS. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi mengenai potensi tanaman mangrove sebagai biofungisida, serta memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan produk antijamur alami di masa depan.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November tahun 2023 sampai Januari tahun 2024. Lokasi pengambilan sampel daun mangrove *Avicennia alba* dilakukan di Desa Pulau Pasaran, Kecamatan Teluk Betung Timur Kota Bandar Lampung. Maserasi dan Evaporasi dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Analisis GC-MS dilakukan di Puslabfor (Pusat Laboratorium Forensik) Bareskrim Polri, Depok.



Gbr 1. Peta pengambilan sampel

B. Alat dan Bahan

Alat untuk pengambilan sampel yang digunakan berupa pisau, dan plastik sampel

berukuran 10 liter. Alat yang akan digunakan dalam preparasi dan maserasi sampel adalah oven, blender *Phillips* tipe HR2115/0, amplop kertas, timbangan digital dengan ketelitian 0,1 dan 0,01 gram, bejana maserasi, corong, ayakan mesh 200, dan *shaker*. Alat yang akan digunakan pada proses evaporasi adalah *vakum rotary evaporator*, dan *shaker*. Alat yang akan digunakan untuk analisis kandungan bioaktif berupa instrumen GC-MS tipe Shimadzu® GCMS-QP2010 SE Single Quadrupole SE.

Bahan yang digunakan dalam analisis kandungan bioaktif pada jaringan daun *A. alba* antara lain aquades, etanol 96%, kertas saring berukuran 2 micron, dan sampel jaringan daun *A. alba*

C. Metode Pengambilan data

Metode yang digunakan adalah *random sampling*. Metode ini dipilih karena Populasi *A. alba* yang berada di Pulau Pasaran seragam dan tumbuh pada satu hamparan lahan yang sama. Bagian tanaman *A. alba* yang akan dipilih adalah daun. Sampel dari bagian ini harus diambil dengan kriteria sehat dan tidak terserang hama dan penyakit, seperti warna hijau dan tidak menggunakan daun dengan bintik kuning.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil berupa daun *A. alba* sebanyak dua kilogram. Daun memiliki kriteria berwarna hijau gelap, tidak tua atau terlalu muda, sehat, tidak cacat, dan tidak terkena penyakit atau terserang hama. Setelah sampel daun diambil, sampel dimasukkan ke dalam kantong sampel.

2. Preparasi Sampel

Preparasi sampel daun dilakukan dalam beberapa tahap antara lain sebagai berikut:

- Pencucian dengan menggunakan air mengalir untuk membersihkan kotoran dan kontaminan yang ada di permukaan daun
- Setelah daun dibersihkan, selanjutnya daun dikeringanginkan untuk, menghilangkan sisa air dari proses pencucian
- Setelah kering, sampel daun *A. alba* akan dioven selama tiga hari pada suhu 80 °C hingga mencapai berat konstan.

- Selanjutnya, sampel ditepungkan dengan cara di-blender. Setelah itu, tepung diayak menggunakan ayakan mesh 200 agar menjadi tepung yang halus dan homogen.

E. Maserasi

Maserasi merupakan suatu metode pemisahan senyawa dengan cara perendaman menggunakan pelarut organik pada temperatur tertentu (Mushin *et al.*, 2023). Proses maserasi dilakukan di laboratorium Terpadu Universitas Lampung, dimulai dengan menimbang 250 gram sampel yang telah dihaluskan. Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam bejana maserasi dan direndam dengan 500 mililiter etanol 96% pada suhu ruangan selama 72 jam (3 hari). Setiap hari selama proses maserasi, pengadukan dilakukan selama lima belas menit menggunakan *shaker*. Setelah proses maserasi selesai, larutan akan disaring dengan kertas saring berukuran 2 micron.

F. Proses Evaporasi

Proses evaporasi dilakukan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Evaporasi adalah proses pengentalan larutan dengan mendidihkan atau menguapkan pelarut. Proses ini dimulai dengan menguapkan sebagian dari pelarut sehingga terbentuk larutan yang telah disaring. Selama satu hari, evaporasi dilakukan menggunakan *vakum rotary evaporator* pada suhu 40°C. Ini dilakukan untuk mendapatkan larutan yang lebih pekat dan dapat dilarutkan kembali pada konsentrasi tinggi (Praptiningsih, 1999).

G. Analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

Analisis GC-MS dilakukan menggunakan mesin GC tipe GC-MS tipe Shimadzu® GCMS-QP2010 SE Single Quadrupole SE. Konfigurasi awal mesin GC diatur pada suhu 60 °C (kolom) menggunakan kolom Agilent 19091S433, dengan aliran 1 ml/menit selama 45 menit, dan ukuran 10 mikroliter melalui injeksi 1 mikroliter. Konfigurasi mesin MS diatur pada mode normal selama 650 menit, dengan suhu utama 230 °C (maksimum 250 °C) dan suhu quad 150 ° (Maksimum 200 °C).

Analisis dengan GC-MS dilakukan untuk memberikan hasil analisis yang lebih lengkap. GC-MS memiliki sensitivitas dan akurasi yang tinggi pada senyawa dengan berat molekul tinggi. GC-MS memiliki kelebihan, yaitu dapat mendeteksi senyawa volatil dengan rentang yang lebih luas.

H. Analisis Data

Identifikasi Senyawa bioaktif dilakukan berdasarkan data spektroskopi menggunakan aplikasi *Masslynx* dan basis data *Masshunter*. *Masslynx* adalah aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk mengendalikan peralatan analitis termasuk membantu akuisisi data dan transformasi data yang di produksi oleh *waters corporation*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil analisis GC-MS pada jaringan daun *Avicennia alba* mengandung 42 jenis senyawa bioaktif, namun hanya ditemukan 2 senyawa bioaktif yang mengandung senyawa antijamur (Tabel 1).

No.	Nama Senyawa	Formula molekul
1.	4-(1H-1,2,3,4Tetrazol-5-yl)piperidine	C ₆ H ₁₁ N ₅
2.	Hexadecanal	C ₁₆ H ₃₂ O

Analisis kandungan kimia jaringan daun *Avicennia alba* menggunakan metode GC-MS dalam penelitian ini berhasil mengidentifikasi dua senyawa utama, yaitu 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine (C₆H₁₁N₅) dan Hexadecanal (C₁₆H₃₂O). Kedua senyawa ini diketahui memiliki sifat antijamur yang menonjol, menunjukkan potensi besar *Avicennia alba* sebagai sumber agen bioaktif alami untuk aplikasi biopestisida dan farmasi. Senyawa 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine merupakan turunan tetrazol, yang secara kimiawi dikenal memiliki aktivitas biologis luas, termasuk antimikroba dan antijamur. Studi oleh Amiruddin (2018) menunjukkan bahwa turunan tetrazol memiliki mekanisme kerja yang mampu mengganggu sintesis dinding sel jamur, menyebabkan kerusakan struktur dan

kematian sel patogen. Senyawa ini jarang dilaporkan dalam tanaman mangrove sebelumnya, menandakan bahwa *Avicennia alba* memiliki jalur biosintesis metabolit sekunder unik yang perlu dieksplorasi lebih lanjut.

Sementara itu, Hexadecanal (C₁₆H₃₂O) adalah senyawa aldehid jenuh rantai panjang yang secara alami ditemukan dalam berbagai tanaman dan organisme laut. Sebagai bagian dari kelompok senyawa volatil, Hexadecanal berperan dalam sistem pertahanan kimia tanaman terhadap berbagai ancaman biologis, termasuk infeksi jamur. Penelitian oleh Mastoor *et al.* (2022) menunjukkan bahwa aldehida rantai panjang, termasuk Hexadecanal, menunjukkan aktivitas antijamur signifikan terhadap spesies seperti *Candida albicans* dan *Aspergillus niger*, dua jenis jamur yang sering menjadi patogen pada tanaman hortikultura. Mekanisme yang diobservasi pada penelitian tersebut mengindikasikan bahwa aldehida ini menginduksi peroksidasi lipid pada membran jamur, menghasilkan stres oksidatif yang memperparah kerusakan sel.

Dengan demikian, temuan Hexadecanal dalam jaringan daun *Avicennia alba* dalam penelitian ini konsisten dengan temuan sebelumnya, dan memperluas pemahaman bahwa spesies mangrove dapat menjadi sumber utama senyawa bioaktif potensial untuk pertanian. Dalam aplikasi pertanian, Hexadecanal dari *A. alba* berpotensi dikembangkan menjadi biofungisida alami yang efektif melawan jamur patogen tanaman, sekaligus mengurangi penggunaan fungisida sintetis yang berdampak buruk pada lingkungan.

Penelitian Prabha *et al.* (2013) terhadap *Avicennia marina*, yang menemukan senyawa bioaktif seperti fitol dan asam palmitat, penelitian ini menunjukkan variasi komposisi metabolit dalam genus *Avicennia*. Variasi ini mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti salinitas, suhu, dan ketersediaan nutrisi (Punrobasuki, 2024). Hal ini menegaskan bahwa adaptasi fisiologis tanaman mangrove tidak hanya membentuk morfologi, tetapi juga mempengaruhi profil metabolit sekundernya. Implikasi dari temuan ini sangat signifikan bagi bidang pertanian, khususnya dalam

pengembangan biopestisida berbahan dasar alami. Mengingat masalah resistensi patogen terhadap fungisida sintetis yang semakin meluas (Afifah, 2017), penggunaan ekstrak daun *Avicennia alba* yang mengandung 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine dan Hexadecanal dapat menjadi solusi alternatif. Aplikasi biopestisida berbahan aktif dari tanaman ini berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap fungisida sintetis dan mendukung pertanian berkelanjutan.

Kehadiran senyawa antijamur dalam *Avicennia alba* menunjukkan hubungan langsung antara tekanan lingkungan ekstrem (seperti kadar garam tinggi) dengan biosintesis senyawa metabolit sekunder yang bersifat protektif. Hal ini mendukung teori bahwa tanaman yang hidup di habitat marginal cenderung mengembangkan senyawa bioaktif untuk bertahan hidup (Syah, 2020). Dengan demikian, eksplorasi lebih lanjut terhadap tanaman-tanaman di ekosistem marginal seperti mangrove menjadi strategi penting dalam pencarian sumber bahan aktif baru di bidang pertanian.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Jaringan daun *Avicennia alba* mengandung 2 senyawa antijamur yaitu 4-(1H-1,2,3,4-Tetrazol-5-yl) piperidine, dan hexadecanal. Berdasarkan senyawa bioaktif yang ditemukan, daun *Avicennia alba* memiliki potensi sebagai biopestisida sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap fungisida sintetis, dan mendukung pertanian berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] Afifah, Z. (2017). Uji antagonis mikroba endofit *Trichoderma* sp dan *Bacillus cereus* terhadap patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [2] Amiruddin, R. (2018). Metabolite profiling berbagai ekstrak daun *Chrysophyllum cainito* L. menggunakan UPLC-QToF-MS/MS (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [3] Brotosudarmo, T. H. P., Limantara, L. (2018). 1. Tatas-**BUKU** AJAR: Kimia Analitik Instrumentasi.
- [4] Budastra, C., Ulya, T., Maulidya, S. A. I., Purnomo, I., Lisnasari, B. R. W., Permatasari, L. (2024). Literature Review: Exploration of Bioactive Components of *Avicennia marina* and Its Biological Activities. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1b), 474-481.
- [5] Brotosudarmo, T. H. P., Limantara, L. (2018). 1. Tatas-**BUKU** AJAR: Kimia Analitik Instrumentasi.
- [6] Kartina, M. W. A., Adiweni, M. (2019). Karakterisasi kandungan fitokimia ekstrak daun karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) menggunakan metode gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 16-23.
- [7] Mastoor, S., Nazim, F., Rizwan-ul-Hasan, S., Ahmed, K., Khan, S., Ali, S. N., & Abidi, S. H. (2022). Analysis of the antimicrobial and anti-biofilm activity of natural compounds and their analogues against *Staphylococcus aureus* isolates. *Molecules*, 27(20), 6874.
- [8] Muhsin, L. B., Ramandha, M. E. P. (2023). Ekstraksi jahe (*Zingiberis officinale*) dan uji pemisahan kromatografi lapis tipis (KLT). *Biocity Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community*, 1(2), 66-72
- [9] Nanlohy, L. H., Masniar, M. (2020). Manfaat Ekosistem Mangrove Dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan Masyarakat Pesisir. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 2(1), 1-4.
- [10] Prabha, D., Gopalakrishnan, S., Priya, S. (2013). Antimicrobial activity of mangrove plant, *Avicennia marina*. *Journal of Pharmacy Research*, 6(5), 556-558.
- [11] Purnobasuki, H. (2024). Mangrove Lestari, Bumi Berseri. Airlangga University Press.
- [12] Ramadhanty, M. A., Lunggani, A. T., & Nurhayati, N. (2021). Isolasi bakteri endofit asal tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dan kemampuannya sebagai antimikroba patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* secara in vitro. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 4(1), 16-22.
- [13] Saragih, G., Hidayani, T. R., Mirnandaulia, M., Ginting, C. N., Fachrial, E. (2023). Mikroba Endofit Dalam Dunia Kesehatan: Manfaat Dan Aplikasi. Publish Buku Unpri Press ISBN, 1(1), 1-83.
- [14] Syah, A. F. (2020). Penanaman mangrove sebagai upaya pencegahan abrasi di desa Socah. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi*, 6(1), 13-16.