

Original Research Paper

## Literature Review: Exploration of Bioactive Components of *Avicennia marina* and Its Biological Activities

Wayan Cintya Ganes Budastra<sup>1</sup>, Tuhfatul Ulya<sup>2</sup>, Selvira Anandia Intan Maulidya<sup>2</sup>, Indra Purnomo<sup>2</sup>, Baiq Risky Wahyu Lisnasari<sup>2</sup>, Lina Permatasari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Farmasi, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

### Article History

Received : November 03<sup>th</sup>, 2024

Revised : November 25<sup>th</sup>, 2024

Accepted : December 12<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author: **Lina Permatasari**, Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;  
Email: [Lina.permatasari09@gmail.com](mailto:Lina.permatasari09@gmail.com)

**Abstract:** Indonesia, as a maritime nation, possesses numerous mangrove ecosystems that have significant potential for exploring their benefits. One species of mangrove that has attracted attention is *Avicennia marina*, which contains various bioactive compounds. This article aims to provide a comprehensive review of the bioactive components of the *Avicennia marina* plant and its biological activities, particularly its therapeutic potential and benefits in the pharmaceutical field. We conducted a literature search to find relevant articles in the PubMed, Scopus, and Google Scholar databases using the keywords: plant identification + *Avicennia marina*; compound identification + *Avicennia marina*; biological activity + *Avicennia marina*. The bioactive content from the leaves, fruits, stems, and roots of *Avicennia marina* has been shown to exhibit antioxidant, antimicrobial, anticancer, and anti-inflammatory effects. This effect is strongly correlated to the presence of active metabolites of triterpenes, terpene alcohols, diterpenes, tannins, dodecanoic acid, octadecanoic acid, phenolic compound, flavonoid, squalene, and phytol. This indicates that *Avicennia marina* is a promising natural source for further research in the development of a new drug. Our finding further the notion of *Avicennia marina* as a potential medicinal plant.

**Keywords:** *Avicennia marina*; bioactive compound; biological activity, ethnopharmacology.

### Pendahuluan

Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah. Sebagai negara kepulauan tropis dengan keanekaragaman hayati yang luar biasa, potensi sumber daya hayati laut Indonesia dapat dimanfaatkan secara optimal tidak hanya dalam bidang pariwisata dan ekonomi, namun juga bidang kesehatan. Ekosistem di wilayah pesisir laut Indonesia memiliki potensi besar untuk dieksplorasi kebermanfaatannya, salah satunya adalah ekosistem mangrove.

Mangrove merupakan ekosistem dengan penyediaan sumber daya alam yang beragam, termasuk sebagai sumber senyawa bioaktif untuk aplikasi farmasi. Salah satu spesies mangrove yang menarik perhatian adalah *Avicennia marina* (*A. marina*), yang dikenal memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan yang

ekstrem, seperti kadar salinitas tinggi, pasang surut yang tajam, serta suhu dan angin yang tinggi (Baba *et al.*, 2016; Eldohaji *et al.*, 2020). Kemampuan adaptasi ini mengindikasikan bahwa *A. marina* mengandung senyawa bioaktif potensial dengan aktivitas terapeutik yang bermanfaat bagi kesehatan.

Penelitian sebelumnya oleh Okla *et al.*, (2021) menunjukkan *A. marina* mengandung berbagai senyawa bioaktif, diantaranya flavonoid, tannin, saponin, dan alkaloid, yang dilaporkan memiliki aktivitas biologis seperti antioksidan, antimikroba, antikanker, dan antiinflamasi (Okla *et al.*, 2021; Zamani *et al.*, 2019). Meskipun sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi efektivitas tanaman ini, namun masih terdapat kesenjangan antara potensi yang dimiliki *A. marina* dan aplikasi praktisnya sebagai agen terapeutik. Hal ini terjadi karena kurangnya kajian mendalam

tentang mekanisme aksi spesifik dari senyawa bioaktif tersebut serta penjelasan mengenai bagaimana senyawa tersebut dapat menimbulkan aktivitas yang diharapkan (Das *et al.*, 2015; Sumardi *et al.*, 2018).

Disisi lain, peningkatan minat masyarakat terhadap pengobatan herba disamping penggunaan obat-obatan konvensional, telah mendorong pencarian alternatif pengobatan dari bahan alam. *A. marina* sebagai tanaman yang mudah didapatkan di area pesisir laut ditemukan bahwa tumbukan daunnya efektif digunakan masyarakat pada pengobatan luka dan pencegahan infeksi. Penelitian yang berkaitan dengan hal ini telah dilakukan dan *A. marina* terbukti efektif melawan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella pneumoniae* melalui berbagai mekanisme seperti penghambatan enzim dan perubahan stabilitas/permeabilitas membran sel (Al-Mur, 2021; Cucikodana *et al.*, 2019). Oleh karena itu, eksplorasi lebih lanjut terhadap potensi *A. marina* menjadi sangat relevan.

Artikel ini bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif mengenai komponen bioaktif tanaman *A. marina* dan aktivitas biologisnya, khususnya potensi terapeutik dan manfaatnya di bidang farmasi. Dengan menelaah hasil-hasil penelitian terkini, diharapkan artikel ini dapat memberikan wawasan mendalam serta membuka peluang inovasi baru dalam pemanfaatan *A. marina* sebagai bahan obat berbasis bahan alam.

## Bahan dan Metode

Reviewer melakukan penelusuran pustaka untuk mencari artikel-artikel yang relevan pada *database* PubMed, Scopus, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan meliputi: identifikasi tumbuhan + *Avicennia marina*; identifikasi senyawa + *Avicennia marina*; aktivitas biologis + *Avicennia marina*.

## Hasil dan Pembahasan

### Identifikasi *Avicennia marina*

*Avicennia marina* termasuk ke dalam famili Acanthaceae (Avicenniaceae). Marina berasal dari nama dokter terkenal yaitu Avicenna atau Ibnu Sina. *A. marina* merupakan pohon kecil yang tumbuh tinggi lebih dari 10 m dan dikenal juga dengan istilah mangrove putih atau abu-abu atau api-api. *A. marina* merupakan spesies mangrove yang paling luas penyebarannya di

kawasan Indo-Pasifik Barat (Eldohaji *et al.*, 2020). Tanaman ini didistribusikan melalui Australia, Asia Selatan dan Tenggara termasuk Singapura, Vietnam, Timur Tengah, Garis Pantai Afrika termasuk Mesir, Madagaskar, Mozambik, Afrika Selatan, dan Tanzania (Baba *et al.*, 2016). Meskipun tanaman ini sebagian besar tersebar di daerah tropis, tanaman ini juga tersebar di daerah beriklim sedang termasuk Asia Barat Daya, di sepanjang pesisir Teluk Arab serta pantai timur dan barat Laut Merah (Seedo *et al.*, 2018). Klasifikasi tanaman *A. marina* sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Filum	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Famili	: Avicenniaceae
Genus	: <i>Avicennia</i>
Spesies	: <i>Avicennia marina</i> (Setyadi, 2023).



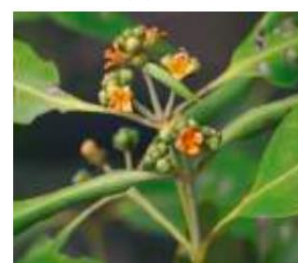
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 1.** Bagian-bagian tanaman *Avicennia marina*, batang (a), daun dan biji (b), buah (c), dan bunga (d)

Kulit batang *A. marina* berwarna abu-abu kehijauan, berbintik-bintik dan mengelupas. Daunnya berbentuk elips-lonjong, hijau pucat di permukaan bawah dengan puncak lancip hingga bulat. Ukuran daun sekitar 9 x 4 cm. Daun bagian atas dipenuhi dengan bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung, sedangkan bagian bawah berwarna abu-abu muda. Buah *A. marina* berbentuk agak membulat berwarna hijau keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya) dan ujungnya agak tajam.

Ukuran buah sekitar 1,5 x 2,5 cm. Perbungaannya memiliki 8–14 bunga dengan kelopak kuning hingga oranye, bergerombol di ujung tandan atau ketiak tangkai dan tandan membentuk seperti trisula. Bunganya mempunyai aroma khas yang cukup menyengat. Pembungaan dapat terjadi sepanjang tahun. Propagul *A. marina* berwarna hijau keabu-abuan dan berbentuk hati dengan puncak membulat atau paruh pendek (Baba et al., 2016; Setyadi dkk., 2023).

*A. marina* sangat tahan terhadap tekanan lingkungan dan dapat tumbuh subur di bawah kondisi lingkungan yang sulit seperti air pasang ekstrem, salinitas tinggi, suhu tinggi, angin kencang, dan tanah anaerobik. *A. marina* merupakan mangrove yang sangat toleran terhadap garam, mampu mentoleransi salinitas air laut dua kali lipat. *A. marina* diduga menjadi satu-satunya spesies dengan adaptasi morfologi, biologi, ekologi dan fisiologis yang sangat berkembang terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi (Das et al., 2016).

#### Bukti Ilmiah Penggunaan *Avicennia marina*

Pengobatan tradisional, daun, buah dan kulit kayu *A. marina* digunakan untuk mengobati penyakit kulit sedangkan batangnya digunakan untuk mengobati rematik, cacar dan maag. Benih dan bibit mangrove juga lazim diolah oleh masyarakat sebagai sayuran. Di Laut Merah dan Teluk Aden, hutan bakau *A. marina* juga berfungsi sebagai pakan ternak unta. Di Pakistan, sekitar 16.000 ekor unta dan 11.000 ekor sapi memakan dedaunan mangrove. Pada penelitian pemanfaatan dedaunan mangrove sebagai pakan ternak di Arab Saudi, diperoleh hasil bahwa

kandungan protein daun *A. marina* (13%) dua kali lipat lebih banyak dibandingkan daun *Rhizophora mucronata* (6,3%) dengan membandingkan kandungan lipid, karbohidrat dan abu. Kandungan protein pada daun (13%) 1,9 kali lebih tinggi dibandingkan pada batang (7%) dan 3,3 kali lebih tinggi dari akar (4%) (Baba et al., 2016). Di Selandia Baru, sapi di peternakan sapi perah yang terletak berdekatan dengan hutan bakau akan secara selektif merumput di dedaunan *A. marina*. Percobaan pemberian pakan menunjukkan bahwa ternak sangat menyukai dedaunan bakau yang dijadikan sebagai sumber nutrisi mineral (Maxwell, 2015).

*A. marina* juga diketahui memiliki sejumlah efek farmakologi di antaranya sebagai antimikroba, anti-arthritis, anti-bacteriophage, antivirus, antinosiseptis, dan aktivitas sitotoksik. Ekstrak metanol daun *A. marina* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* dan *S. aureus*. Senyawa yang berperan dalam aktivitas ini antara lain avicequinone A & C, stenocarpoquinone B dan avicennone (Baba et al., 2016).

#### Aktivitas Biologis dan Bahan Aktif *Avicennia marina*

Sejumlah penelitian terdahulu melaporkan adanya aktivitas biologis pada tanaman *A. marina*, yang menunjukkan potensi tanaman ini untuk dikembangkan lebih lanjut. Senyawa-senyawa yang ada dalam *A. marina* berperan dalam aktivitas biologis tersebut. Rincian senyawa yang teridentifikasi pada tanaman *A. marina* disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan senyawa dalam beberapa bagian tanaman *Avicennia marina*

No	Sampel	Analisis	Senyawa yang terdeteksi	Pustaka
1	Akar	GC-MS	Asam lemak dan derivatnya	Al-mur, 2021
2	Batang	HPTLC	fenol, alkaloid, terpenoid, steroid, karbohidrat, protein, asam amino, tanin, saponin, dan flavonoid, Gum dan Mucilage	Dawane et al., 2016
3	Daun	LC-MS	hydroquercetin, quercetin-3-O-β-D-xylopyranoside, quercetin-3-O-β-D-galactopyranoside, isohametin-7-O-pentoside dan rutin, serta turunan senyawa alkaloid yang terdeteksi berupa berberin dan papaverin.	Zamani et al., 2019

#### Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat mencegah atau memperlambat kerusakan sel

yang disebabkan oleh radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif yang dapat merusak sel-sel tubuh. Antioksidan bekerja dengan menetralkan radikal bebas, sehingga mencegah kerusakan sel dan jaringan. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) adalah salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam menangkap radikal bebas. Proses uji antioksidan menggunakan metode DPPH ini secara garis besar terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu preparasi larutan DPPH, pengujian sampel yang memiliki aktivitas antioksidan, dan pengukuran perubahan warna akibat interaksi antara larutan DPPH dengan senyawa uji yang memiliki aktivitas antioksidan.

Aktivitas antioksidan memiliki tiga kriteria yang dikategorikan berdasarkan tingkat kekuatannya dalam bentuk IC50 atau *inhibition concentration 50* yang secara definisi merupakan jumlah konsentrasi larutan sampel untuk menghambat 50% radikal bebas (Prasetyo *et al.* 2021). IC50 < 50 ppm diklasifikasikan sebagai senyawa dengan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, IC50 50-100 ppm aktivitas antioksidan kuat, IC50 101-150 ppm aktivitas antioksidan sedang, dan IC50 > 150 ppm aktivitas antioksidan yang lemah. Gambaran terkait aktivitas antioksidan dari senyawa bioaktif ekstrak *A. marina* dapat diamati pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Aktivitas antioksidan senyawa bioaktif ekstrak *A. marina* (Al murr *et al.*, 2021)

Sampel Mangrove	% inhibisi di 1000 µg/mL	% inhibisi di 100 µg/mL	IC50 (µg/mL)
<b>Penapisan awal (bagian tanaman)</b>			
Akar	>50	>50	
Daun	>50	>50	
<b>Penentuan IC50</b>			
Akar			23,7 ± 1,1
Daun			51,7 ± 1,98

Hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa ekstrak dari akar dan daun *A. marina* merupakan kandidat yang potensial untuk dijadikan sebagai sumber senyawa antioksidan. Hal ini didukung oleh Takarina *et al.* (2018), yang melaporkan bahwa ekstrak etanol menunjukkan nilai IC50 yang paling rendah, menandakan aktivitas antioksidan yang paling

poten. Penelitian yang dilakukan oleh Takarina *et al.* (2018) tersebut juga menegaskan bahwa pemilihan pelarut ekstraksi dalam tahapan preparasi sampel memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap aktivitas antioksidan dari ekstrak yang dihasilkan. Selain itu, terdapat korelasi positif antara kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan *A. marina*.

### Antimikroba

*A. marina* diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang kuat. Hal ini dibuktikan dengan terbentuknya zona hambat dengan diameter 24 mm pada agar bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang diberikan ekstrak *A. marina* (Al-Mur., 2021). Ekstrak etanol daun *A. marina* juga terbukti menghambat secara signifikan pertumbuhan *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *S. aureus*, *S. typhi*, dan *K. pneumoniae* (Josep *et al.*, 2016; Dharmautama *et al.*, 2017; Ananthavalli dan Kapargam., 2017; Palawe *et al.*, 2018; Cucikodana *et al.*, 2019). Lebih lanjut, Devi *et al.* (2016) menyatakan dalam publikasinya bahwa ekstrak *A. marina* mampu menghambat patogen penyebab infeksi saluran kemih. Aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol *A. marina* diduga disebabkan oleh kandungan senyawa aktif triterpen, terpen alkohol, diterpen, tanin asam dodekanoat, dan asam oktadekanoat (Palawe *et al.*, 2018). Tanin dilaporkan dapat membentuk kompleks dengan protein bakteri melalui ikatan hidrogen dan hidrofobik, yang merusak membran sel bakteri dan menghambat aktivitas protease (Cucikodana *et al.*, 2019; Josep *et al.*, 2016). Selain itu, ekstrak metanol buah *A. marina* juga dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Listeria monocytogenes*.

Ekstrak etanol daun *A. marina* pada konsentrasi 2 mg/mL juga menunjukkan aktivitas antijamur yang baik terhadap fungi *Penicillium digitatum*, yang diduga disebabkan oleh kandungan asam lemaknya (Behbahani *et al.*, 2014). Penelitian Nayak *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun *A. marina* memiliki aktivitas antijamur yang efektif, terutama terhadap *Candida albicans* melalui metode difusi agar, yang dikaitkan dengan kandungan *xanthone* dan asam lemak. Penelitian Sumardi *et al.*, (2018) juga mengkonfirmasi aktivitas antimikroba polifenol dari *A. marina* terhadap *E. coli* dan *S. aureus* dengan diameter zona hambat masing-masing 10,85 mm dan



10,52 mm, namun tanpa aktivitas antijamur terhadap *C. albicans*. Senyawa poliprenoid, terutama dolikol, berperan penting dalam efektivitas antibakteri *A. marina* melalui struktur dan komposisi rantai isoprenoidnya (Sumardi 2018; Sumardi 2022).

### Antikanker

Ekstrak n-heksana daun *A. marina* menunjukkan aktivitas antikanker terhadap kanker kolon HCT-116, kanker payudara MCF-7, dan kanker hati HepG2. Aktivitas sitotoksik antiproliferatif tertinggi dan secara selektif terlihat pada kanker kolon dengan nilai IC<sub>50</sub> 23,7 0,74 ug/mL setelah diberikan ekstrak *A. marina* selama 72 jam. Jika dianalisis berdasarkan siklus sel kanker, ekstrak daun *A. marina* memiliki mekanisme berbeda terhadap masing-masing sel kanker. Efek apoptosis terlihat pada fase S MCF-7 dan HepG2, sedangkan pada HCT116 terlihat pada fase G0-G1 (Albinhassan *et al.*, 2021). Selain itu, ekstrak metanol daun *A. marina* juga menunjukkan aktivitas sitotoksik pada sel kanker payudara MDA-MB 231 dengan IC<sub>50</sub> 480 ug/mL dengan efek inhibisi hingga 59% setelah pemberian 72 jam (Cerri *et al.*, 2022).

Ekstrak etil asetat daun dan batang *A. marina* menunjukkan efek penghambatan pertumbuhan sel kanker payudara MCF-7 setelah pemberian 48 jam sebesar 75% pada dosis 200 ug/mL. Dosis tersebut juga menghasilkan 25% apoptosis pada 24 jam dan terus meningkat menjadi 75% pada 72 jam melalui proses autofagi termediasi ROS dan apoptosis *caspase-independent* (Esau *et al.*, 2015). Hal ini juga dibuktikan pada penelitian Afshar *et al.* (2021) yang mengevaluasi aktivitas antikanker dari ekstrak etanol dan etil asetat daun *A. marina*. Tingginya kandungan senyawa flavonoid dan fenol menunjukkan aktivitas sitotoksik pada sel kanker payudara MCF-7 dengan CC<sub>50</sub> 70 ug/mL. Hal ini sejalan dengan penelitian Huang *et al.*, (2016) pada tiga sel kanker payudara AU565, MDA-MB-231 dan BT483, sel kanker hati HepG2 dan Huh7. Ekstrak etil asetat *A. marina* memiliki kandungan senyawa flavonoid dan fenol yang memiliki aktivitas antikanker paling efektif. Senyawa poliisoprenoid dari ekstrak daun *A. marina* menunjukkan aktivitas sitotoksik melalui inhibisi siklus sel dan menginduksi apoptosis (Illian *et al.*, 2018). Senyawa poliisoprenoid memiliki nilai IC<sub>50</sub> 295,25 ug/mL terhadap sel WiDr dengan menghambat siklus sel pada fase G0-G1 (Qurrohman *et al.*, 2020).

### Antiinflamasi

Salah satu aktivitas biologis utama dari *A. marina* adalah kemampuannya dalam meredakan peradangan (antiinflamasi). Daun *A. marina* mengandung beberapa metabolit sekunder, seperti squalene, phytol, dodecanoic acid, dan D-allose, yang berpotensi menghasilkan aktivitas antiinflamasi yang tinggi (Vijayaraj *et al.*, 2018). Squalene adalah senyawa organik yang umumnya terdapat dalam minyak hati ikan hiu, tetapi juga ditemukan pada tumbuhan tertentu, termasuk *A. marina*. Squalene telah dikenal sebagai antiinflamasi yang kuat, terutama dalam menghambat produksi sitokin pro-inflamasi seperti TNF- $\alpha$  dan IL-6 yang berperan dalam respon inflamasi pada tubuh manusia. Selain itu, squalene dapat digunakan mengatasi kondisi peradangan kronis seperti artritis dan penyakit autoimun (Vijayaraj *et al.*, 2018).

*Phytol* merupakan terpenoid alami yang juga ditemukan dalam daun *A. marina* dan dikenal karena aktivitas antioksidan serta kemampuannya dalam mengurangi respon inflamasi. *Phytol* bekerja melalui modulasi jalur sinyal inflamasi dan penghambatan produksi enzim seperti COX-2 yang terlibat dalam pembentukan prostaglandin, mediator utama inflamasi (Vijayaraj *et al.*, 2018). *Dodecanoic acid* atau asam laurat adalah asam lemak yang juga menunjukkan aktivitas antiinflamasi melalui penghambatan jalur lipoksigenase, yang merupakan jalur penting dalam sintesis leukotrien sebagai mediator inflamasi. Penghambatan jalur ini dapat mengurangi migrasi leukosit dan aktivitas enzimatik yang memicu peradangan, sehingga efektif dalam meredakan gejala inflamasi pada berbagai kondisi (Vijayaraj *et al.*, 2018).

*A. marina* juga mengandung luteolin, flavonoid dengan aktivitas antiinflamasi yang telah diuji pada beberapa model inflamasi. Luteolin bekerja dengan menekan enzim pro-inflamasi seperti iNOS (*inducible nitric oxide synthase*) dan menghambat faktor transkripsi NF- $\kappa$ B yang mengatur ekspresi gen-gen inflamasi (Anam *et al.*, 2016). Luteolin juga terbukti memiliki efek anti-hiperurisemia, yaitu menurunkan kadar asam urat dalam darah yang sering terkait dengan kondisi inflamasi seperti gout. Potensi antiinflamasi dari *A. marina* merupakan peluang bagi pengembangan obat berbasis alam untuk pengobatan penyakit yang berhubungan dengan inflamasi.

## Kesimpulan

*A. marina* merupakan salah satu tanaman mangrove yang banyak tumbuh di pesisir pantai Indonesia. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa aktif, seperti flavonoid, fenol, *phytol*, squalene, dan asam laurat, yang diduga kuat berkontribusi terhadap aktivitas farmakologisnya. Ekstrak dari daun, batang, maupun buah tanaman *A. marina* terbukti memiliki aktivitas biologis seperti antiinflamasi, antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker, menjadikannya sebagai salah satu kandidat bahan alam yang layak untuk diteliti dan dikembangkan lebih lanjut sebagai obat herbal. Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang difokuskan pada isolasi senyawa aktif dan uji klinis sangat diperlukan untuk mengungkap manfaat, keterbatasan, serta potensi efek sinergis *A. marina* dengan terapi konvensional.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini baik secara moral maupun materil.

## Referensi

- Afshar, A., Khoradmehr, A., Zare, M., Baghban, N., Mohebbi, G.H., Barmak, A., Khatami, M., Mahmudpour, M., Daneshi, A., & Bargahi, A. (2021). *Doctoral Dissertation Anticancer Activity of Ethanol and Ethyl Acetate Extracts of Avicennia marina Leaves on Breast, Ovarian and Cervical Cancer Cell Lines*, Genentech, South San Francisco, CA, USA.
- Al-Mur, B. A. (2021). Biological Activities of *Avicennia marina* Roots and Leaves Regarding Their Chemical Constituents. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(6), 5407–5419. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-05272-1>
- Albinhassan, T., Saleh, K., Barhoumi, Z., Alshehri, M.A., Al-Ghazzawi & Adel, M. (2021). Anticancer, Anti-proliferative Activity of *Avicennia marina* Plant Extracts. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*. 17 (4): 879-886. DOI: 10.4103/jcrt.JCRT\_659\_19
- Anam, K., Hasibuan, P. A. Z., Lubis, F. R., & Septama, A. W. (2016). Potensi Anti-hiperurisemia dari *Avicennia marina* Melalui Kandungan Luteolin sebagai Senyawa Anti-inflamasi. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(1), 45-52.
- Ananthavalli, M., & Karpagam, S. (2017). Antibacterial activity and phytochemical content of *Avicennia Marina* collected from polluted and unpolluted site. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(3), 47–49. <https://www.plantsjournal.com/archives/2017/vol5issue3/PartA/5-2-38-706.pdf>
- Baba, S., Chan, H.T., Oshiro, N., Maxwell, G.S., Inoue T., & Chan, E.W.C. (2016). Botany, Uses, Chemistry and Bioactivities of Mangrove Plants IV: *Avicennia marina*. *ISME/GLOMIS Electronic Journal*. 14 (2): 5-6. [https://glomis.com/ej/pdf/EJ\\_14-2.pdf](https://glomis.com/ej/pdf/EJ_14-2.pdf) (Accessed on November 6, 2024)
- Behbahani, B. A., Tabatabaei Yazdi, F., Shahidi, F., & Riazi, F. (2016). Antifungal Effect of the Aqueous and Ethanolic *Avicennia marina* Extracts on *Alternaria citri* and *Penicillium digitatum*. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 18(2), 1–6. <https://doi.org/10.17795/zjrms-5992>
- Cerri, F., Giustra, M., Anadol, Y., Tomaino, G., Galli, P., Labra, M., Campone, L. & Colombo, M. (2022). Natural Products from Mangroves: An Overview of the Anticancer Potential of *Avicennia marina*. 14 (12): 2793. DOI: 10.3390/pharmaceutics14122793
- Cucikodana, Y., Malahayati, N., & Widowati, T. W. (2019). Phytochemical Content, Antioxidant And Antibacterial Activity Of Mangrove (*Avicennia marina*) Leaves Extract. *International Journal of Recent Scientific Research*, 10(7), 33404–33406. <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2019.1007.3663>
- Das, S.K., Patra, J.K., & Thatoi, H. (2015). Antioxidative Response to Abiotic and Biotic Stresses in Mangrove Plants: A Review. *International Review of Hydrobiology*. 101: 3-19. <https://doi.org/10.1002/iroh.201401744>
- Dawane, V., Pathak, B., & Fulekar, M. H. (2016). HPTLC pattern assessment of *Avicennia marina* stem and spectrometric analysis of the separated phyto-constituents. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 9(1), 114–120. <https://doi.org/10.21786/bbrc/19.1/17>
- Devi, A. S., Rajkumar, J., & Jain, S. (2016).

- Inhibitory Potential Of *Avicennia Marina* Against Bacterial Pathogens Of Urinary Tract Infection (UTI) From Infected Patients For Health And Sanitation. *Int. J. Chem. Sci.*, 14(2), 1157–1164. <https://www.tsijournals.com/articles/inhibitory-potential-of-avicennia-marina-against-bacterial-pathogens-of-urinary-tract-infection-uti-from-infected-patient.pdf>
- Eldohaji, L.M., Hamoda, A.M., Hamdy, R., & Soliman, S.S.M. (2020). *Avicennia marina* A Natural Reservoir of Phytopharmaceuticals: Curative Power and Platform of Medicines. *Journal of Ethnopharmacology*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113179>
- Dharmautama, M., Tetelepta, R., Ikbali, M., & Warti, A. Ea. (2017). Effect of mangrove leaves extract (*avicennia marina*) concentration to streptococcus mutans and candida albicans growth. *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 2(3), 155. <https://doi.org/10.15562/jdmfs.v2i3.648>
- Esau, L., Sagar, S., Bajic, V.B., & Kaur, M. (2015). Autophagy Inhibition Enhances The Mitochondrial-Mediated Apoptosis Induced by Mangrove (*Avicennia marina*) Extract in Human Breast Cancer Cells. *Eur. J. Med. Plants*, 5: 304. DOI: 10.9734/EJMP/2015/14181
- Huang, C., Lu, C., Tu, M., Chang J., Chen, Y., Tu, Y., & Huang, H. 2016. Polyphenol-rich *Avicennia marina* Leaf Extracts Induce Apoptosis in Human Breast and Liver Cancer Cells and in A Nude Mouse Xenograft Model *Oncotarget*, 7: 35847. DOI: 10.18632/oncotarget.8624
- Illian, D.N., Basyuni, M., Wati, R., & Hasibuan P.A.Z. (2018). Polyisoprenoid from *Avicennia marina* and *Avicennia lanata* Inhibit WiDr Cells Proliferation. *Pharmacogn.* 14: 513. DOI: 10.4103/pm.pm\_201\_18
- Maxwell, G.S. (2015). Gaps in Mangrove Science. *ISME/GLOMIS Electronic Journal*, 13 (5): 18-38. [https://glomis.com/ej/pdf/EJ\\_13-5.pdf](https://glomis.com/ej/pdf/EJ_13-5.pdf) (Accessed on November 6, 2024)
- Mustopa, A. Z., & Umami, R. N. (2015). Antibacterial Activity Assay Of Mangrove Extracts Against *Salmonella Typhi* and *Listeria Monocytogenes*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2), 603–612. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v7i2.11029>
- Nayak, B. K., Janaki, T., & Ganesan, T. (2014). Antimicrobial Activity of *Avicennia marina* (Forsk) Vierh from Back Water Area of Puducherry, India. *International Journal of ChemTech Research*, 6(11), 4667–4670. <https://www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue1/PartD/5-1-35.pdf>
- Okla, M. K., Alamri, S. A., Al-Whibi, M. S., et al. (2021). Chemical Composition, Antimicrobial, and Antioxidant Properties of *Avicennia marina* Plants from Different Habitats. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 15(2), 835-847. <https://doi.org/10.22207/JPAM.15.2.45>
- Palawe, J. F. P., Cahyono, E., & Karimela, E. J. (2018). Anti-Microbial Activity Of Leave Extract *Avicennia marina* To Total Microbial and *Staphylococcus epidermidis* From Fish Pinekuhe. Conference: *Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 1–9. <https://doi.org/10.17605/osf.io/td5su>
- Qurrohman, T., Basyuni, M., Hasibuan P.A.Z. (2020). Polyisoprenoid from *Avicennia marina* Induces on P13k, Akt1, Mammalian Target of Rapamycin, Egfr, and P53 Gene Expression Using Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction. *J. Med. Sci.* 8: 146-152. DOI: 10.3889/oamjms.2020.3328
- Seedo, K.A. Abido, M.S., Salih, A., Abahussain, A. (2018). Morphophysiological Traits of Gray Mangrove (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) at Different Levels of Soil Salinity. *International Journal of Forestry Research*, 1. <https://doi.org/10.1155/2018/7404907>
- Setyadi, G., Darmawan, A., & Bahari, A.S. (2023). *Mangrove* di Mimika-Papua Tengah Indonesia. Aksara Buana, Papua Tengah. ISBN: 978-602-8859-61-5, pp: 57-59.
- Sumardi, S., Basyuni, M., & Wati, R. (2018). Antimicrobial activity of polyisoprenoids of sixteen mangrove species from North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(4), 1243–1248. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190409>
- Sumardi, S., Masfria, M., Basyuni, M., & Septama, A. W. (2022). Potential of Polyisoprenoid of Mangroves as Antimicrobial and Anticancer: A

- Bibliometric Analysis. *Science and Technology Indonesia*, 7(1), 22–28. <https://doi.org/10.26554/sti.2022.7.1.22-28>
- Takarina, N.D., Arif, G.A.F., & Juhriah, S.A. (2018). Phytochemical Contents and Antioxidant Activities of Mangrove (*Avicennia marina*) Leaves Extract. AIP Conference Proceedings 2023, Volume 2023, Issue 1. <https://doi.org/10.1063/1.5064126>
- Vijayaraj, R., Gnanavel, M., Venkatesan, R., & Kumar, R. (2018). Anti-inflammatory and Antioxidant Activity of Bioactive Compounds from *Avicennia marina* Leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(3), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2018.01.012>
- Zamani Z., M., Prajitno, A., & Fadjar, M. (2019). Morphological Characteristics of Bioactive Compounds on Api-Api Mangrove Leaves Extract (*Avicennia marina*) Based on Leaves Age. *Research Journal of Life Science*, 6(3), 184–192. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2019.006.03.4>