

# Literature Review : Prospek Biokimia dan Farmakologis *Enhalus acoroides* sebagai Sumber Senyawa Antifibrosis untuk Pengembangan Obat Nasional

Vivi Shofia<sup>1</sup> and Fajar Surya Pratama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prodi Farmasi Klinik dan Komunitas, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Hafshawaty Zainul Hasan Probolinggo, Jawa Timur 67281

<sup>2</sup> Pangkalan Pengawasan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan Tual, Tual, Maluku 97611

Reception date of the manuscript: 23 April 2025

Acceptance date of the manuscript: 27 Agustus 2025

Publication date: 30 Januari 2026

**Abstract**— Fibrosis is a progressive pathological process characterized by excessive accumulation of extracellular matrix and represents a significant cause of organ failure, including in the kidney, liver, and lung. Currently available antifibrotic therapies have limited efficacy and are associated with potential adverse effects, highlighting the urgent need for new drug candidates derived from natural sources. The seagrass *Enhalus acoroides*, which is abundant in Indonesian waters, has been reported to contain flavonoids, polyphenols, sterols, and bioactive fatty acids that may modulate oxidative stress and inflammation, two key mechanisms involved in fibrogenesis. This review evaluates the biochemical and pharmacological potential of *E. acoroides* as a source of antifibrotic compounds for national drug development. A systematic literature review was conducted using major scientific databases. Of the 54 articles initially identified, 39 were excluded for topic irrelevance or insufficient data on phytochemical profiles, pharmacological activity, or molecular mechanisms of fibrosis. Consequently, 15 articles met the inclusion criteria and were analyzed in detail. The findings indicate that *E. acoroides* exhibits significant antioxidant and antibacterial activities, contains primary and secondary metabolites, including flavonoids and phenolic compounds, and is mechanistically relevant to the TGF- $\beta$ /Smad signaling pathway, which plays a central role in fibrogenesis. In conclusion, *E. acoroides* demonstrates promising potential as a candidate antifibrotic phytopharmaceutical; however, further validation through *in vitro* and *in vivo* studies, as well as advanced pharmaceutical formulation research, is required.

**Keywords**—*Enhalus acoroides*; antifibrotic; secondary metabolites; TGF- $\beta$ ; marine natural products; national drug development

**Abstrak**— Fibrosis merupakan proses patologi progresif yang ditandai akumulasi matriks ekstraseluler berlebihan dan menjadi penyebab utama kegagalan organ seperti ginjal, hati, dan paru. Terapi antifibrosis yang tersedia saat ini masih terbatas efektivitasnya dan berisiko efek samping, sehingga diperlukan kandidat obat baru dari sumber alam. Tanaman Lamun (*Enhalus acoroides*), yang melimpah di perairan Indonesia, dilaporkan mengandung flavonoid, polifenol, sterol, dan asam lemak bioaktif yang berpotensi memodulasi stres oksidatif dan inflamasi dua mekanisme kunci fibrosis. Review ini bertujuan mengkaji potensi biokimia dan farmakologis *E. acoroides* sebagai sumber senyawa antifibrosis untuk pengembangan obat nasional. Metode yang digunakan adalah telaah literatur sistematis dari basis data ilmiah. Dari total 54 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal penelusuran, 39 artikel dieliminasi karena ketidaksesuaian topik serta kurangnya data terkait profil fitokimia, aktivitas farmakologis, dan mekanisme molekuler fibrosis. Sehingga 15 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Hasil kajian menunjukkan bahwa *E. acoroides* memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri yang signifikan, mengandung metabolit sekunder utama (flavonoid dan fenolik), serta relevan secara mekanistik terhadap jalur TGF- $\beta$ /Smad yang berperan sentral dalam fibrogenesis. Kesimpulannya, *E. acoroides* berpotensi dikembangkan sebagai kandidat fitofarmaka antifibrosis, namun memerlukan validasi melalui uji *in vitro*, *in vivo*, dan studi formulasi farmasi lanjutan.

**Kata Kunci**—*Enhalus acoroides*; antifibrosis; metabolit sekunder; TGF- $\beta$ ; bahan alam laut; pengembangan obat nasional

## 1. PENDAHULUAN

Fibrosis merupakan proses patologi progresif yang ditandai oleh akumulasi matriks ekstraseluler berlebihan, aktivitas miofibroblas, dan disorganisasi jaringan sehingga berujung

pada penurunan fungsi organ, khususnya pada fibrosis ginjal dan paru yang menjadi penyebab utama morbiditas kronis. Pada fibrosis ginjal, mekanisme utama melibatkan interaksi kompleks antara sel tubular, sel imun, dan fibroblas dalam lingkungan fibrotik (*fibrotic niche*) dengan peran sentral jalur TGF- $\beta$ , Wnt, dan regulasi epigenetik, sementara terapi yang tersedia saat ini masih bersifat menunda progresivitas penyakit dan belum memberikan perbaikan struktural jaringan

Penulis koresponden: Shofia, vivishofia0205@gmail.com

(structural reversal) yang efektif (Huang et al., 2023). Demikian pula pada fibrosis paru idiopatik, keterbatasan terapi antifibrosis modern serta efek samping obat seperti pirfenidone dan nintedanib menunjukkan perlunya pendekatan alternatif berbasis sumber alam (Hadda & Guleria, 2020). Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan obat berbasis sumber daya laut, di mana *Enhalus acoroides* sebagai lamun dominan di perairan Indonesia belum banyak dieksplorasi secara farmasetik meskipun dilaporkan mengandung metabolit sekunder penting seperti flavonoid, polifenol, dan sterol dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang signifikan (Windyaswari et al., 2019). Penelitian terbaru menunjukkan aktivitas antioksidan kuat dari ekstrak *E. acoroides* dengan nilai IC<sub>50</sub> sekitar 58 ppm serta kandungan kuersetin terdeteksi, menguatkan relevansinya terhadap mekanisme fibrosis yang berbasis stres oksidatif, sementara kandungan mineral esensial seperti Fe dan Zn pada buah *E. acoroides* berpotensi mendukung sistem antioksidan endogen dan perbaikan jaringan (Mardiyanti et al., 2025; Minsas et al., 2023).

Meskipun pemahaman mengenai mekanisme fibrosis meningkat pesat terutama melalui temuan tentang *fibrotic niche*, asal-usul miofibroblas, serta peran jalur TGF- $\beta$ , Wnt, Hedgehog, dan regulasi epigenetik ترجمان pengetahuan molekuler tersebut ke terapi yang efektif masih menghadapi hambatan besar. Pada fibrosis ginjal, misalnya, belum tersedia terapi antifibrosis yang secara spesifik menargetkan fibrogenesis, dan sebagian besar intervensi klinis hanya menunda progresi penyakit tanpa membalikkan kerusakan jaringan (Huang et al., 2023). Pada fibrosis paru idiopatik, keterbatasan pilihan obat serta profil efek samping yang bermakna menimbulkan konflik antara kebutuhan terapi jangka panjang dan aspek keamanan pasien (Hadda & Guleria, 2020). Di sisi lain, tren global menunjukkan meningkatnya pencarian kandidat obat multi-target berbasis bahan alam, namun pada *Enhalus acoroides* kajian masih didominasi data fitokimia dan aktivitas biofarmakologi umum (antioksidan/antibakteri) dari berbagai lokasi di Indonesia, sementara bukti langsung sebagai agen antifibrosis dan pemetaan target molekuler spesifik (misalnya modulasi TGF- $\beta$ /Smad) masih sangat terbatas (Windyaswari et al., 2019). Kesenjangan inilah yang menuntut sintesis bukti terarah untuk menjembatani profil metabolit *E. acoroides* dengan jalur patogenesis fibrosis sebagai dasar rasional pengembangan kandidat obat nasional. Berdasarkan keterbatasan terapi antifibrosis yang ada serta minimnya bukti eksperimental yang secara langsung mengaitkan *Enhalus acoroides* dengan aktivitas antifibrosis, diperlukan kajian literatur yang terintegrasi untuk memetakan potensi biokimia dan farmakologis spesies ini secara sistematis. Sejumlah penelitian telah melaporkan keberadaan metabolit sekunder utama seperti flavonoid, polifenol, dan sterol dalam *E. acoroides* dari berbagai wilayah Indonesia, serta menunjukkan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang signifikan (Windyaswari et al., 2019). Selain itu, tingginya ketersediaan biomassa *E. acoroides* dan pemanfaatannya secara tradisional sebagai antipiretik dan antiseptik menunjukkan relevansi praktisnya sebagai sumber kandidat obat nasional berbasis bahan alam laut (Windyaswari et al., 2019). Di sisi lain, kompleksitas patogenesis fibrosis yang melibatkan regulasi TGF- $\beta$ , stres oksidatif, dan inflamasi memerlukan pendekatan multi-target yang khas dari produk alam (Huang et al., 2023). Oleh karena itu, review ini dimaksudkan untuk men-

jembatani data fitokimia dan farmakologi *E. acoroides* dengan mekanisme molekuler fibrosis guna menyediakan dasar ilmiah yang kuat bagi penelitian eksperimental lanjutan dan pengembangan fitofarmaka antifibrosis nasional.

## 2. BAHAN DAN METODE

Artikel ini merupakan review literatur yang disusun berdasarkan penelusuran sistematis pada basis data ilmiah meliputi PubMed, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, dan Garuda. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci "*Enhalus acoroides*", "seagrass", "antifibrotic", "fibrosis", "TGF- $\beta$ ", "secondary metabolites", dan "*marine natural products*" dengan operator Boolean. Artikel yang disertakan dibatasi pada publikasi 10–15 tahun terakhir dalam bahasa Indonesia atau Inggris yang tersedia dalam bentuk teks lengkap dan membahas profil fitokimia *E. acoroides*, aktivitas farmakologis, atau mekanisme biokimia fibrosis. Kriteria eksklusi meliputi artikel non-ilmiah, publikasi duplikat, dan artikel tanpa data yang relevan. Dari hasil penelusuran, sejumlah artikel diseleksi berdasarkan relevansi dan kualitas metodologis, dan akhirnya 15 artikel utama digunakan sebagai sumber referensi inti. Analisis dilakukan secara kualitatif menggunakan pendekatan sintesis naratif dan analisis tematik untuk mengelompokkan temuan berdasarkan tema fitokimia, bioaktivitas, dan jalur molekuler fibrosis, sehingga diperoleh pemetaan hubungan senyawa bioaktif *E. acoroides* dengan potensi antifibrosis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan riset antifibrosis global menunjukkan pergeseran paradigma dari pendekatan terapi tunggal berbasis target spesifik menuju pendekatan multi-target yang lebih kompatibel dengan kompleksitas patogenesis fibrosis, termasuk modulasi fibrotic niche, diferensiasi miofibroblas, serta jalur sinyal profibrotik seperti TGF- $\beta$ , Wnt, Hedgehog, dan Notch. Pada fibrosis ginjal, misalnya, hingga saat ini belum tersedia terapi antifibrosis yang benar-benar efektif secara klinis dan sebagian besar intervensi hanya menunda progresi penyakit tanpa memberikan reversibilitas struktural jaringan, meskipun pemahaman molekuler mengenai fibrosis berkembang pesat dengan pemanfaatan teknologi *single-cell transcriptomics* dan epigenetik (Huang et al., 2023). Demikian pula pada fibrosis paru idiopatik, keterbatasan jumlah obat yang tersedia dan munculnya efek samping signifikan memperkuat urgensi pencarian kandidat terapi baru yang lebih aman dan bersifat preventif-progresif (Hadda & Guleria, 2020). Pembahasan ini disusun berdasarkan telaah literatur sistematis terhadap 54 artikel yang teridentifikasi dari data ilmiah utama. Setelah proses seleksi awal, 39 artikel tereliminasi karena ketidaksesuaian fokus, sehingga 15 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara mendalam dalam pembahasan ini. Artikel-artikel terpilih mencakup studi fitokimia, bioaktivitas, mekanisme molekuler fibrosis. Dalam konteks tersebut, produk alam laut mulai diposisikan sebagai frontier baru dalam pengembangan antifibrosis karena kekayaan struktur kimianya yang khas dan kemampuannya untuk bekerja secara multi-mekanistik. Salah satu sumber bahan alam laut yang menjanjikan adalah lamun *Enhalus acoroides*, yang dilaporkan mengandung flavonoid, polifenol, sterol, serta asam lemak bioaktif dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang signifikan (Windyaswari et al., 2019). Aktivitas antioksidan ekstrak *E. acoroides* yang tinggi, den-

gan nilai  $IC_{50}$  mendekati 58 ppm pada metode ekstraksi ultrasonik, menunjukkan relevansi biokimia yang kuat terhadap mekanisme dasar fibrosis yang bersifat stres oksidatif dependen (Mardiyanti et al., 2025). Dengan demikian, *E. acoroides* secara konseptual layak diposisikan sebagai kandidat sumber antifibrotik berbasis bahan alam laut dalam kerangka pengembangan obat nasional.

Profil fitokimia *Enhalus acoroides* menunjukkan keberagaman metabolit sekunder yang dipengaruhi oleh lokasi tumbuh, kondisi perairan, dan metode ekstraksi, sehingga menghasilkan variasi komposisi kimia dan potensi biologis antarlokasi. Studi dari Teluk Ekas, Lombok Timur mengidentifikasi keberadaan alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, monoterpen, dan seskuiterpen melalui skrining fitokimia dan konfirmasi KLT, mengindikasikan dominasi fenolik dan terpenoid sebagai komponen bioaktif utama. Profil ini sekaligus menegaskan potensi *E. acoroides* sebagai kandidat obat laut berbasis metabolit sekunder (Windyaswari et al., 2019). Analisis GC-MS dari wilayah lain melaporkan keberadaan asam lemak turunan, sterol (misalnya stigmasterol), alkohol terpena (phytol), dan senyawa aromatik nitrogen (*indole derivatives*) yang secara farmakologis relevan terhadap regulasi membran, sinyal sel, dan proteksi oksidatif. Perbedaan spektrum senyawa antarlokasi ini menguatkan pentingnya standarisasi bahan baku dan penetapan marker compound dalam pengembangan obat, karena variasi fitokimia berdampak langsung pada konsistensi aktivitas biologis. Selain itu, kajian nutrisi pada buah *E. acoroides* menunjukkan kandungan protein, lipid, karbohidrat, serta mineral esensial (Fe dan Zn) yang merupakan kofaktor sistem antioksidan endogen, sehingga memperkuat rasional biokimia peran *E. acoroides* dalam kondisi yang dipicu stres oksidatif (Minsas et al., 2023). Temuan-temuan ini menempatkan *E. acoroides* sebagai sumber bahan alam laut dengan lanskap fitokimia yang kaya namun heterogen, yang menuntut pendekatan standarisasi berbasis sains untuk menjamin reproduktibilitas aktivitas antifibrotik.

Aktivitas antioksidan *Enhalus acoroides* merupakan fondasi biokimia utama yang mengaitkan profil fitokimia dengan potensi antifibrosis. Ekstraksi berbantu ultrasonik (UAE) dilaporkan menghasilkan kapasitas antioksidan tertinggi ( $IC_{50}$  sekitar 58 ppm) dengan kandungan fenolik dan flavonoid tinggi serta terdeteksinya kuersetin sebagai marker, menegaskan potensi penekanan ROS yang berperan sebagai pemicu aktivasi TGF- $\beta$  dan diferensiasi miofibroblas (Mardiyanti et al., 2025). Bukti komplementer dari berbagai lokasi Indonesia juga menunjukkan konsistensi dominasi senyawa fenolik-terpenoid pada ekstrak *E. acoroides* yang mendasari aktivitas antioksidan dan antibakteri, sekaligus menjelaskan variasi potensi antarlokasi akibat perbedaan habitat dan metode ekstraksi (Windyaswari et al., 2019). Dari perspektif gizi-farmasi, kandungan Fe dan Zn pada buah *E. acoroides* berpotensi memperkuat sistem antioksidan endogen (mis. SOD, katalase), sehingga memperluas efek proteksi terhadap cedera oksidatif jaringan kronik yang berkorelasi dengan fibrogenesis (Minsas et al., 2023). Konsistensi temuan ini memperkuat proposisi bahwa penghambatan stres oksidatif oleh *E. acoroides* merupakan pintu masuk rasional menuju efek antifibrosis yang lebih hilir.

Inflamasi kronik berperan sebagai penggerak keberlanjutan fibrosis, dan bukti antibakteri *E. acoroides* memberikan

petunjuk penting terhadap modulasi beban inflamasi. Uji antibakteri pada beberapa penelitian menunjukkan kemampuan ekstrak daun/rimpang dalam menekan bakteri patogen perairan dan enterik, yang secara tidak langsung dapat menurunkan stimulus inflamasi persisten (Windyaswari et al., 2019). Variasi profil metabolit yang terdeteksi melalui GC-MS termasuk phytol, sterol, asam lemak, dan derivat indol menambah dimensi antiinflamasi potensial melalui regulasi membran dan sinyal sel imun, meskipun validasi target inflamasinya perlu diuji lebih lanjut (Windyaswari et al., 2019). Secara translasi, kemampuan kombinatorial antioksidan-antibakteri ini relevan untuk memutus lingkaran ROS-inflamasi yang mempertahankan lingkungan profibrotik.

Dari sudut pandang mekanisme, TGF- $\beta$ /Smad merupakan poros fibrogenesis lintas organ. Review mekanistik fibrosis ginjal mutakhir menempatkan miofibroblas dan *fibrotic niche* sebagai pusat patologi, dengan interaksi intens antara sel tubular, sel imun, dan sel mesenkimal yang digerakkan oleh TGF- $\beta$ , Wnt, Hedgehog, dan Notch, serta lapisan regulasi epigenetik yang dapat menjadi sasaran terapi (Huang et al., 2023). Keterkaitan ini memberikan kerangka rasional untuk menilai metabolit *E. acoroides* sebagai pengganggu hulu (antioksidan/antiinflamasi) yang berpotensi menurunkan sinyal TGF- $\beta$  secara tidak langsung. Konteks klinis juga menunjukkan bahwa antifibrotik paru saat ini (pirfenidone, nintedanib) lebih bersifat menahan progresi, bukan membalikkan arsitektur jaringan, sehingga kebutuhan kandidat multi-target tetap tinggi (Hadda & Guleria, 2020). Pendekatan perbandingan menegaskan posisi *E. acoroides* di antara kandidat dari flora tropis lain. Studi antifibrosis pada *Physalis angulata* (ciplukan) menunjukkan penghambatan mediator inflamasi dan jalur profibrotik sebagai model pembanding, memperlihatkan bahwa flavonoid dan polifenol tanaman tropis dapat menurunkan migrasi fibroblas yang dipicu TGF- $\beta$  dan ekspresi penanda fibrotik (Wiraswati et al., 2024). Secara metabolomik, keunikan struktur senyawa laut memberi nilai tambah terhadap spektrum target molekuler yang mungkin berbeda dari tanaman darat konvensional, sehingga *E. acoroides* berpotensi menawarkan “ruang kimia” baru.

Heterogenitas geografis Lombok Timur, Madura, Flores, hingga kawasan lain konsisten memengaruhi komposisi metabolit *E. acoroides*; implikasinya adalah urgensi penetapan *marker compound* dan protokol standarisasi ekstrak agar reproduktibilitas aktivitas terjaga (Windyaswari et al., 2019). Secara farmasetikal, tantangan kelarutan flavonoid menuntut strategi penghantaran (mis. fitosom/nanopartikel). Bukti konsep pada formulasi kosmetik (enkapsulasi ekstrak) menunjukkan stabilitas fisik dan aktivitas antioksidan pasca-formulasi, memberikan sinyal positif bagi optimasi bioavailabilitas pada rute sistemik. Dari perspektif kebijakan, besarnya biomassa *E. acoroides* dan pemanfaatan tradisionalnya memperkuat relevansi *resource-based drug development* Indonesia. Integrasi hasil fitokimia, farmakologi, dan mekanistik mendorong peta jalan riset yaitu profil metabolit, uji antioksidan/antiinflamasi, *in vitro* fibroblas, model fibrosis *in vivo*, formulasi, pra-klinik. Kebutuhan validasi molekuler spesifik (mis. TGF- $\beta$ /Smad,  $\alpha$ -SMA, kolagen I/III) menjadi agenda prioritas untuk menutup kesenjangan dari bukti umum menuju klaim antifibrosis yang berdaya saing klinis (Huang et al., 2023).



**TABEL 1:** RINGKASAN TEMUAN BIOKIMIA DAN FARMAKOLOGI *Enhalus acoroides* TERKAIT KANDIDAT ANTIFIBROSIS

| No | Topik / Lokasi Studi                                        | Metode Kunci       | Temuan Utama                                           |
|----|-------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
| 1  | Terapi Fibrosis Paru<br>(Hadda & Guleria, 2020)             | Review obat        | Pirfenidone & nintedanib hanya memperlambat progre     |
| 2  | Fibrosis ginjal (Nature)<br>(Huang et al., 2023)            | Review mekanisme   | Fibrotic niche, miofibroblas; jalur TGF-, Wnt, Hh, Not |
| 3  | UAE antioksidan Enhalus<br>(Hadda & Guleria, 2020)          | UAE, DPPH, fenolik | IC ~58 ppm; fenolik & kuersetin tinggi                 |
| 4  | Fitokimia Teluk Ekas (Lombok)<br>(Windyaswari et al., 2019) | Skrining, KLT      | Flavonoid, fenolik, terpenoid dominan                  |
| 5  | Variasi regional<br>(Wikanta et al., 2010)                  | Fitokimia/GC–MS    | Sterol, phytol, asam lemak, indole derivatives         |
| 6  | Buah Enhalus<br>(Minsas et al., 2023)                       | Analisis nutrisi   | Fe & Zn, protein, lipid, karbohidrat                   |
| 7  | Pembanding: ciplukan<br>(Wiraswati et al., 2024)            | In vivo/in vitro   | Antifibrosis, antiinflamasi, antioksidan               |
| 8  | Morotai (antifouling/AB)<br>(Mahamude et al., 2024)         | Bioaktivitas       | Alkaloid, saponin, fenol; antibakteri                  |
| 9  | Madura (profil & AB)<br>(Asih et al., 2025)                 | Skrining & uji AB  | Alkaloid, triterpenoid; antibakteri                    |
| 10 | Flores Timur (GC–MS)<br>(Betan et al., 2025)                | GC–MS              | 17 metabolit (phytol, oleat, dll.)                     |
| 11 | Daun NTT<br>(Mahmiah et al., 2023)                          | FTIR & GC–MS       | Flavonoid, polifenol, terpenoid                        |
| 12 | Endofit Enhalus(Purniasih et al., 2022)                     | Isolasi mikroba    | Endofit menghasilkan antibakteri                       |
| 13 | Antioksidan lain ((Mardiyanti et al., 2025)                 | Uji in vitro       | Antioksidan konsisten antarlokasi                      |
| 14 | Metabolomik Enhalus (Mahmiah et al., 2023)                  | Profiling          | Lipid/sterol/fenolat terpetakan                        |
| 15 | Aktivitas umum (review)<br>(Wiraswati et al., 2024)         | Review             | Antioksidan & antibakteri luas                         |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur, Enhalus acoroides menunjukkan prospek kuat sebagai sumber senyawa antifibrosis berbasis bahan alam laut, didukung oleh kekayaan metabolit sekunder serta aktivitas antioksidan dan antibakteri yang relevan dengan mekanisme inti fibrosis, khususnya stres oksidatif, inflamasi kronik, dan jalur TGF-β/Smad. Variasi fitokimia antarlokasi menegaskan perlunya standardisasi berbasis marker compound dan optimasi formulasi sebelum pengembangan lebih lanjut. Meskipun demikian, validasi melalui uji *in vitro* dan *in vivo*, konfirmasi target molekuler, serta evaluasi toksisitas dan bioavailabilitas masih diperlukan untuk mendorong E. acoroides menuju kandidat fitofarmaka antifibrosis yang siap memasuki tahap praklinik.

5. DAFTAR PUSTAKA

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

Betan, A. A. E., Tukan, M. M. N. M., & Peni, D. (2025). Identifikasi Senyawa Aktif Lamun Enhalus acoroides di Perairan Pasir Putih Pantai Besar Kabupaten Flores Timur. Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan, 5(3), 1111–1123. https://jurnalp4i.com/index.php/knowledge

Hadda, V., & Guleria, R. (2020). Antifibrotic drugs for idiopathic pulmonary fibrosis: What we should know? In Indian Journal of Medical Research (Vol. 152, Issue 3, pp. 177–180). Wolters Kluwer Medknow Publications. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR9020

Huang, R., Fu, P., & Ma, L. (2023). Kidney fibrosis: from mechanisms to therapeutic medicines. In Signal Transduc-



tion and Targeted Therapy (Vol. 8, Issue 1). Springer Nature.  
<https://doi.org/10.1038/s41392-023-01379-7>

Mahamude, S. H. Y., Padoma, F. U., Sumahi, R., & Nur, R. M. (2024). Pemanfaatan Enhallus Acoroides Sebagai Antifouling. *Jurnal Teknik SILITEK*, 04(02), 93–100.

Mahmiah, M., Sa'adah, N., Sunur, H. N., & Wijayanti, N. (2023). Profil Metabolit Ekstrak Etanol Enhalus acoroides (L.F.) Royle, 1839 dari Nusa Tenggara Timur. *Journal of Marine Research*, 12(1), 151–160.  
<https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.35076>

Mardiyanti, S., Anwar, E., Desmiaty, Y., & Sadiyah, S. (2025). Optimizing Ultrasonic Extraction of Enhalus acoroides to Enhance Physicochemical Traits and Antioxidant Activity. *Jurnal Jamu Indonesia*, 10(3), 138–144.  
<https://doi.org/10.29244/jji.v10i3.419>

Minsas, S., Studi Ilmu Kelautan, P., & Kelautan dan Perikanan, F. (2023). Nutritional Value Composition Of Lamun Fruit Enhalus Acoroides From Samboang Beach, Bulukumba District, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmiah Platax*, 12(1), 2024. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.51961>

Purniasih, N. K. P., Ginting, E. L., Wullur, S., Mangindaan, R. E. P., Rumampuk, N. D. C., & Pratasik, S. B. (2022). Antibacterial Activity of Endophytic Bacteria of Seagrass Symbiont Enhalus acoroides from Tiwoho Waters, North Minahasa. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 402.  
<https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42485>

Wikanta, T., Prehati, R., Rahayu, L., & Fajarningsih, N. D. (2010). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol *Turbinaria decurrens* Terhadap Perbaikan Kerusakan Hati Tikus Putih. *Jurnal Pasca Panen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 5, 19–28.

Windyaswari, A. S., Purba, J. P., Nurrahmah, S. S., Ayu, I. P., Imran, Z., Amin, A. A., Kurniawan, F., Pratiwi, N. T. M., & Iswantari, A. (2019). Phytochemical profile of sea grass extract (*Enhalus acoroides*): A new marine source from Ekas Bay, East Lombok. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012081>

Wiraswati, H. L., Ekawardhani, S., Rohmawaty, E., Laelalugina, A., Zuhrotun, A., Hendriani, R., Wardhana, Y. W., Bestari, M. B., Sahirdjan, E. H., & Dewi, S. (2024). Antioxidant, Antiinflammation, and Antifibrotic Activity of Ciplukan (*Physalis angulata* L). Extract. *Journal of Inflammation Research*, 17, 6297–6306.  
<https://doi.org/10.2147/JIR.S470318>