

## PEMANFAATAN *ENHALLUS ACOROIDES* SEBAGAI ANTIFOULING

Safira Hari Yanti Mahamude<sup>1</sup>, Faujia Ulva Padoma<sup>2</sup>, Rifain Sumahi<sup>3</sup>, Rinto M. Nur<sup>4\*</sup>

<sup>1,2&.4</sup> Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Pasifik Morotai,  
[rintomnur777@gmail.com](mailto:rintomnur777@gmail.com)

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Pasifik Morotai

### ABSTRAK

Eksplorasi mengenai potensi lamun sudah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir seperti eksplorasi bioaktif yang terkandung didalamnya. Diketahui bahwa lamun memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antifouling. Kemampuan lamun sebagai antifouling perlu dikembangkan lebih lanjut. Mengingat aktivitas organisme fouling menjadi suatu permasalahan terutama pada sektor perikanan dan perkapalan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis daya antimacrofouling dan identifikasi golongan senyawa bioaktif ekstrak metanol lamun *Enhallus acoroides* dari Perairan Pulau Morotai. Sampel lamun diperoleh dari Desa Tanjung Saleh, Kecamatan Morotai Utara, Pulau Morotai. Ekstraksi lamun dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Uji aktivitas antifouling dilakukan menggunakan blok kayu. Identifikasi senyawa bioaktif dilakukan secara kualitatif menggunakan detektor kimia. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa rendeman terbanyak adalah daun sebanyak 9,81% dan rhizome sebanyak 6,28%. Hasil identifikasi senyawa bioaktif menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun *E. acoroides* (EMDEa) mengandung senyawa alkaloid, saponin dan fenol, sedangkan ekstrak metanol rhizom *E. acoroides* (EMREa) mengandung senyawa saponin dan quinon. Hasil uji aktivitas antimacrofouling menunjukkan bahwa EMDEa memiliki aktivitas antifouling dengan ditemukannya sedikit penempelan organisme fouling (46,00%) pada blok, kayu perlakuan pengecatan dengan cat kayu menunjukkan persentaseutupan organisme fouling sebesar 98,33%, pengecatan dengan vernis sebesar 97,67%, dan tanpa pengecatan menunjukkan persentaseutupan organisme fouling 100%.

Kata kunci : *lamun, antifouling, senyawa bioaktif, biofouling, enhalus acoroides*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

Lamun merupakan tumbuhan angiospermae yang memiliki fungsi dan manfaat yang sangat penting bagi wilayah pesisir. Peranan penting dari ekosistem lamun ini yaitu sebagai produsen primer, stabilisator dasar perairan, pendaur zat hara, sumber makanan, serta sebagai tempat asuhan dan tempat tinggal. Di Indonesia terdapat 13 jenis lamun (Nur dan Nurafni, 2021), 8 jenis diantaranya ditemukan di Perairan Pulau Morotai yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Syrigodium isoetifolium*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, dan *Thalassia hemprichii* (Nurafni dan Nur, 2018<sup>a</sup>; Nur *et al.*, 2019; Muhammad *et al.*, 2020; Firmansyah *et al.*, 2022).

Keberadaan lamun di Pulau Morotai, belum dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Padahal di tempat lain,

lamun telah dimanfaatkan sebagai bahan baku anyaman dan pakan. Eksplorasi mengenai potensi lamun sudah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir seperti ekplorasi bioaktif yang terkandung didalamnya. Diketahui bahwa lamun memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antifouling (Narayanan *et al.*, 2024). Dewi (2013) melakukan penelitian mengenai potensi daun lamun jenis *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* yang mampu menghambat terjadinya *biofilm* dengan kategori lemah hingga sedang. Nurafni *et al.* (2021) juga melaporkan adanya aktivitas antifouling lamun *Cymodecea rotundata* dan *Halodule pinifolia* dari Perairan Pulau Morotai.

Kemampuan lamun sebagai antifouling perlu dikembangkan lebih lanjut, sehingga dapat menyelesaikan salah satu permasalahan saat ini. Mengingat aktivitas organisme fouling menjadi suatu permasalahan terutama pada sektor perikanan dan perkapalan (Amalia *et al.*, 2016). Biofouling juga dapat menyebabkan korosif dan menambah beban kapal atau perahu. Hal ini dapat berakibat pada efisiensi penggunaan bahan bakar karena daya Tarik kapal atau perahu bertambah. Bahkan Hellio *et al.* (2014) melaporkan bahwa secara umum, kerugian akibat biofouling mencapai \$ 150.000.000.000 setiap tahun.

Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan, diperoleh informasi bahwa biasanya mereka sering membersihkan lambung perahu setiap 3—5 minggu sekali. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan biota-biota penempel (biofouling) seperti teritip dan alga. Pada umumnya, masyarakat mengendalikan biofouling dengan mengecat permukaan perahu/kapal maupun bangunan yang terendam air menggunakan cat yang diperoleh dari pasar. Namun, cat yang beredar di pasaran saat ini adalah cat yang komponen utamanya tributyltin (TBT) dan cupper sulfat. Hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran logam berat di perairan yang lambat laun akan terakumulasi dan membahayakan biota maupun lingkungan. Telah dilaporkan bahwa TBT dapat menyebabkan imposex, penurunan index gonad dan penundaan pertumbuhan pada *Gomphina veneriformis* (Hellio *et al.*, 2014). Sedangkan cupper sulfat dapat menyebabkan kematian pada beberapa biota laut dan memicu migrasi ikan. Ibrahim *et al.* (2020) melaporkan bahwa pencemaran copper dalam laut menyebabkan kematian ikan *Oncorhynchus mykiss* dan *Xiphophorus helleri*. Mengingat penggunaan TBT yang dapat membahayakan lingkungan, maka sejak tanggal 1 Januari 2008, Organisasi Maritim Internasional (IMO) mengusulkan penghapusan penggunaan cat antifouling berbahan TBT.

Salah satu solusi alternatif pengendalian biofouling tanpa menggunakan cat berbahan TBT dan cupper sulfat adalah dengan mengisolasi bahan antifouling alami dari organisme laut. Telah dilaporkan bahwa beberapa jenis organisme laut menghasilkan senyawa metabolit sekunder (bioaktif) yang memiliki aktivitas antifouling (Santi *et al.*, 2014; Fitrianingrum *et al.*, 2016; Nur dan Rahmawati, 2019; Nur *et al.*, 2023), terutama lamun *Cymodecea rotundata* dan *Halodule pinifolia* (Nurafni dan Nur, 2018<sup>b</sup>). Namun, penelitian tersebut menggunakan pengujian antifouling secara mikro dengan menggunakan bakteri biofilm.

## 2 METODE PENELITIAN

## 2.1 Tempat dan waktu

Penelitian ini dimulai dari survey dan pengambilan sampel lamun dari Desa Tanjung Saleh, Kecamatan Morotai Utara, Pulau Morotai. Ekstraksi dan identifikasi golongan senyawa bioaktif lamun dilakukan di Laboratorium FPIK Universitas Pasifik Morotai, serta pengujian daya antifouling dilakukan di Perairan Pantai Juanga, Pulau Morotai.

## 2.2 Prosedur Penelitian

### a. Preparasi dan Ekstraksi *Enhalus acoroides*

Sampel lamun yang diperoleh dicuci dan dikeringanginkan. Selanjutnya, sampel dipotong kecil dan diblender. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol (perbandingan 1:5 w/v) selama 48 jam. Selanjutnya disaring dan filtrat diuapkan dengan waterbath. Ampas dari ekstrak dilakukan remaserasi dengan methanol selama 48 jam. Ekstrak yang diperoleh ditimbang dan disimpan dalam botol flakon.

### b. Identifikasi senyawa bioaktif ekstrak *Enhalus acoroides*

Identifikasi golongan senyawa bioaktif lamun dilakukan dengan cara uji fitokimia untuk mengetahui kandungan golongan senyawa bioaktif yang terkandung dalam sampel. Senyawa bioaktif yang diidentifikasi adalah alkaloid, flavonoid, saponin, dan steroid/Triterpenoid, quinon, fenol.

### c. Uji daya antifouling ekstrak *Enhalus acoroides*

Uji daya antifouling ekstrak metanol lamun dilakukan dengan mencampurkan EML dengan vernis untuk mengetahui kemampuan senyawa bioaktif dalam melindungi struktur dari penempelan organisme fouling. Disiapkan 12 blok kayu (papan) berukuran 10×10×2 cm<sup>3</sup> dan masing-masing blok kayu dicat sesuai perlakuan dan dikeringkan selama + 3 hari. Blok kayu tersebut diikat dengan tali dan dipasang di bawah jembatan. Blok tersebut dipasang 50 cm di bawah permukaan air laut pada surut terendah selama 6 minggu. Pengamatan dilakukan setelah 6 minggu dengan menghitung jumlah/tutupan organisme foulingnya.

## 2.3 Analisis Data

Data hasil uji antimicrofouling dianalisa menggunakan *Analisis of Varian* dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Mulyrange Test* (DMRT) dengan menggunakan software SPSS 22. Data hasil ekstraksi dan uji fitokimia dianalisis secara deskriptif.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Ekstraksi *Enhalus acoroides*

Dalam penelitian ini menggunakan metode ekstraksi maserasi. Metode ekstraksi ini dipilih karena menggunakan prosedur dan peralatan yang sederhana, serta tidak dipanaskan sehingga kemungkinan rusaknya senyawa thermolabil dapat dihindari. Selain itu, dalam penelitian ini menggunakan metanol sebagai pelarut karena metanol bersifat polar dan metanol mampu menyari lebih banyak senyawa bioaktif (Kawaro, 2015). Hasil ekstraksi senyawa bioaktif *E. acoroides* disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil ekstraksi lamun *Enhalus acoroides*

Sampel	Jumlah (g)		Rendemen (%)	Keterangan
	Simplisia	Ekstrak		
Daun	52	5,1	9,81	Ekstrak berbentuk pasta, lengket, berwarna hijau
Rhizom	56	3,52	6,28	Ekstrak berbentuk butiran, kering, berwarna kuning

Berdasarkan hasil ekstraksi, terlihat perbedaan antara perolehan rendemen ekstrak metanol daun *E. acoroides* (EMDEa) (9,81%) dan hasil rendemen ekstrak metanol rhizom *E. acoroides* (EMREa) (6,28%). Hal ini disebabkan karena pada daun *E. acoroides* mengandung jenis pigmen klorofil dan karotenoid. Klorofil sendiri merupakan pigmen hijau daun pada tanaman. Selain itu, pada saat pengambilan sampel, tampak adanya organisme epifit yang menempel pada daun *E. acoroides*. Kehadiran organisme ini menyebabkan tumbuhan mengalami stress dan akan memproduksi senyawa bioaktif lebih banyak sebagai respon terhadap keadaan tersebut. Dewick (2010) menjelaskan bahwa senyawa bioaktif diproduksi tumbuhan sebagai atrakan, pewarna dan bahan pertahanan terhadap stres lingkungan. Chang *et al.* (2016) menjelaskan bahwa kondisi lingkungan mempengaruhi fisiologis dan produksi senyawa bioaktif tumbuhan. Lebih lanjut Zhang dan Demain (2005) menjelaskan metabolit sekunder dibentuk oleh tumbuhan sebagai respon terhadap kebutuhan dan tantangan terhadap lingkungan alaminya.

### 3.2 Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak *Enhalus acoroides*

Identifikasi golongan senyawa bioaktif lamun *Enhalus acoroides* dilakukan secara kualitatif meliputi golongan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, fenol, dan quinon. Pengamatan dilakukan dengan mengamati perubahan warna, terbentuknya endapan, atau busa pada akhir pengujian. Hasil indentifikasi senyawa bioaktif ekstrak metanol daun dan rhizom *E. acoroides* ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Golongan senyawa bioaktif ekstrak metanol *Enhalus acoroides*

Golongan Senyawa	Bagian Lamun		Keterangan
	Daun	Rhizom	
Alkaloid	+	-	adanya endapan berwarna jingga menunjukkan adanya alkaloid
Flavonoid	-	-	terbentuknya warna merah, kuning atau jingga menunjukkan adanya flavonoid
Saponin	+	+	terbentuknya busa yang stabil menunjukkan adanya saponin
Steroid	-	-	adanya perubahan warna ungu ke biru atau hijau menunjukkan adanya steroid
Triterpenoid	-	-	terbentuknya warna merah menunjukkan adanya triterpenoid
Fenol	+	-	terbentuknya warna hijau, merah, atau hitam pekat menunjukkan adanya fenol
Quinon	-	+	terbentuk warna merah menunjukkan adanya quinon

Keterangan: (-) tidak terkandung senyawa bioaktif dan (+) terkandung senyawa bioaktif.

Berdasarkan hasil identifikasi golongan senyawa bioaktif, ditemukan bahwa EMDEa mengandung senyawa alkaloid, saponin dan fenol, sedangkan EMREa mengandung senyawa saponin dan quinon. Telah dilaporkan adanya senyawa alkaloid dalam ekstrak *E. acoroides* (Arifuddin, 2013; Dewi *et al.*, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa alkaloid memiliki peranan penting bagi pertumbuhan lamun serta memberikan perlindungan, pencegahan infeksi, dan persaingan ruang (Ramadan *et al.*, 2021). Alkaloid juga berfungsi bagi tumbuhan sebagai pengatur tumbuh (Harborne, 2006).

Nur *et al.* (2021) melaporkan adanya senyawa alkaloid, saponin, steroid dalam ekstrak metanol *E. acroides* yang diambil dari Perairan Desa Pandanga, Pulau Morotai. Pradana *et al.* (2018) melaporkan bahwa ekstrak *E. acoroides* mengandung flavonoid, triterpenoid dan steroid. Mahmiah *et al.* (2023) melaporkan bahwa ekstrak daun *E. acoroides* mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, saponin, dan polifenol. Lebih lanjut dijelaskan oleh Harborne (2006) bahwa senyawa saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat sabun. Daughari (2012) juga menjelaskan bahwa saponin dapat larut dalam pelarut alkohol dan air.

### 3.3 Aktivitas Antifouling Ekstrak Metanol *Enhalus acoroides*

Uji daya antifouling ekstrak metanol *Enhalus acoroides* menggunakan ekstrak daun. Hal ini disebabkan oleh perolehan ekstrak daun lebih banyak (9,81%) dibandingkan ekstrak rhizom (6,28%) serta berdasarkan hasil identifikasi senyawa bioaktif, diperoleh jenis golongan senyawa bioaktif pada ekstrak daun lebih banyak (alkaloid, saponon dan fenol) dibandingkan rhizom (saponin dan quinon). Selain itu, rhizom merupakan alat perkembangbiakan lamun secara vegetative, sehingga lebih baik menggunakan daun.

Berdasarkan hasil uji antifouling menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun *E. acoroides* (EMDEa) memiliki aktivitas antifouling. Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya sedikit penempelan organisme fouling (46,00%) pada blok kayu yang diberi perlakuan EMDEa setelah perendaman 6 minggu (Tabel 3). Sedangkan perlakuan pengecatan dengan cat kayu menunjukkan persentase tutupan organisme fouling sebesar 98,33%, pengecatan dengan vernis sebesar 97,67%, dan tanpa pengecatan menunjukkan persentase tutupan organisme fouling 100% (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji aktivitas antifouling ekstrak matanol daun *Enhalus acoroides*

Perlakuan	Rata-rata (%)*
Pengecatan dengan ekstrak metanol <i>Enhalus acoroides</i>	46,00 a
Pengecatan dengan cat kayu	98,33 b
Pengecatan dengan vernis	97,67 b
Tanpa pengecatan	100,00 b

\* = angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata; n = 3; lama perendaman 6 minggu.

Beberapa hasil penelitian telah melaporkan bahwa lamun jenis *Enhalus acoroides* memiliki aktivitas antifouling. Narayanan *et al.* (2024) menjelaskan bahwa lamun memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antifouling. Nurafni dan Nur (2018<sup>b</sup>) melaporkan bahwa *Enhalus acoroides* memiliki aktivitas antifouling terhadap bakteri uji. Dewi (2013) juga melakukan penelitian mengenai potensi daun lamun jenis *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* yang mampu menghambat terjadinya *biofilm* dengan kategori lemah hingga sedang.

Dari hasil pengamatan ditemukan organisme fouling yang menempel pada blok kayu terdiri dari bernalakel, gastropoda, alga hijau, alga merah dan alga coklat (Tabel 4). Sebagaimana hasil penelitian Rejeki (2009) yang berhasil mengidentifikasi macrofouling berupa makroalga (*Demesteria* sp., *Enteromorpha clathrata*, *Ectocarpus* sp., *Enteromorpha* sp., dan *Pterosiphonia* sp.) dari jaring keramba apung. Nur dan Rahmawati (2019) melaporkan bahwa terdapat 4 jenis biota makrofouling yang terdiri dari jenis-jenis makroalga yaitu

*Ectocarpus* sp. (Phaeophyta), *Cladophora* sp. (Chlorophyta), *Padina australis* (Phaeophyta), dan *Enteromorpha* sp. (Chlorophyta).

Tabel 4. Jenis organisme fouling yang ditemukan pada blok uji

Perlakuan	Jenis Organisme	Jumlah/Persentase Tutupan (%)		
		I	II	III
Pengecatan EMDEa	Bernakel	2	3	4
	Alga hijau	25	35	50
	Alga coklat	5	3	20
Pengecatan cat kayu	Bernakel	3	2	1
	Alga hijau	97	94	93
	Alga merah	3	1	-
	Alga coklat	-	-	7
Pengecatan vernis	Bernakel	1	3	6
	Alga hijau	95	96	97
	Alga merah	-	2	3
Tanpa pengecatan	Bernakel	8	8	17
	Gastropoda	-	1	-
	Alga hijau	98	95	88
	Alga merah	2	5	1
	Alga coklat	-	-	11

#### 4 Kesimpulan

Hasil uji aktivitas antimacrofouling menunjukkan ekstrak metanol daun *E. acoroides* (EMDEa) pada blok kayu perlakuan pengecatan dengan cat kayu menunjukkan persentase tutupan organisme fouling sebesar 98,33%, pengecatan dengan vernis sebesar 97,67%, dan tanpa pengecatan menunjukkan persentase tutupan organisme fouling 100%. Berdasarkan hasil identifikasi golongan senyawa bioaktif, ditemukan bahwa EMDEa mengandung senyawa alkaloid, saponin dan fenol, sedangkan EMREa mengandung senyawa saponin dan quinon.

#### 5 Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Belmawa Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas pemberian dana dalam program kreativitas mahasiswa bidang riset eksakta. Terima kasih kepada Univesitas Pasifik Morotai yang telah memfasilitasi transportasi dalam kegiatan ini. Terima kasih kepada kepala Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan atas penggunaan fasilitas laboratorium.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia R.P., N.D. Eko, dan R. Laras. 2016. *Antioxidant Application of Cymodecea rotundata Seagrass extract in COB oil Euthynnus affinis*. Universitas Diponegoro.
- [2] Anonim. 2018. *Cat anti fouling*. <https://antifouling.wordpress.com>. Diakses pada 19 Januari 2024.
- [3] Arifuddin M. 2013. Sitotoksitas Bahan Aktif Lamun Dari Kepulauan Spermonde Kota Makassar Terhadap *Artemia salina* (Linnaeus, 1758). *Skripsi*. Universitas Hasanudin.
- [4] Chang, J., Mantri, N, Sun, B, Jiang, L, Chen, P, Jiang, B, Jiang, Z, Zhang, J, Shen, J, Lu, H, Liang, Z. 2016, Effect of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on *Gynostemma pentaphyllum* physiology and bioactive compounds. *Jurnal Plant Physiology*, Volumes 196-197.
- [5] Dewi. 2013. Potensial bioactive of *Enhalus acoroides* and *Thalassia hemprichii* for bioantifouling in Pramuka Island, DKI Jakarta. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.

- [6] Doughari J.H. 2012. *Phytochemicals: Extraction Method, Basic Structures and Mode of Action as Potensial Chemotherapeutic Agents, Phytochemicals – A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health*. Intech.
- [7] Firmansyah F., Nurafni N., Koroy K., dan Wahab I. 2022. Status Ekosistem Lamun Pulau Dodola Kabupaten Pulau Morotai. *Aurelia Journal*. 4(2): 229-238.
- [8] Fitrianingrum N., A. Sabdono dan I. Widowati. 2016. Aktivitas ekstrak kasar rumput laut (*Sargassum echinocarpum*) dan ZnO sebagai pigmen aktif pada cat antifouling. *Journal of Marine Research*. [https://www.academia.edu/32802189/JURNAL\\_Bahasa\\_Indonesia\\_Novita\\_Fitrianingrum\\_doc](https://www.academia.edu/32802189/JURNAL_Bahasa_Indonesia_Novita_Fitrianingrum_doc). Diakses 22 Februari 2024.
- [9] Harbone. 2006. *Metode Fitokimia: penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan Kedua Cetakan Keenam Diterjemahkan oleh: Kosasih. Penerbit ITB. Bandung.
- [10] Hellio C., M. N. Nguyena, C. B. Tanguya, J. P. Maréchalb, dan A. Margailan. 2014. Optimized silyl ester diblock methacrylic copolymers: a new class of binders for chemically active antifouling coatings. *Progress in Organic Coatings*, 77 (2014): 665– 673.
- [11] Ibrahim, M. D., Oldham, D., Minghetti, M. 2020. Role of metal speciation in the exposure medium on the toxicity, bioavailability and bio-reactivity of copper, silver, cadmium and zinc in the rainbow trout gut cell line (RTgutGC). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. Vol. 236. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2020.108816>
- [12] Lenny S. 2006. Senyawa flavonoida, fenilpropanoida dan alkaloida. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- [13] Mahmiah, Sa'adah N., Sunur H.N., dan 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.
- [14] McKenzie L. 2008. *Seagrass Educators Handbook*. Seagrass-Watch. [https://www.seagrasswatch.org/wp-content/uploads/Citizenscience/education/pdf/Seagrass\\_Educators\\_Handbook.pdf](https://www.seagrasswatch.org/wp-content/uploads/Citizenscience/education/pdf/Seagrass_Educators_Handbook.pdf). Diakses pada 28 Januari 2024.
- [15] Muhammad S.H., Wahab I. dan alican I. 2020. Analisis Ekologi Lamun Di Pulau Rao, Kecamatan Morotai Selatan Barat, Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal La'ot Ilmu Kelautan*. 2(2): 60-73.
- [16] Nandhini S. dan K. Revathi. 2016. Antifouling activity of extracts from mangroves against biofouling bacteria isolated from boats in Royapuram, Chennai, India. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 5(8): 324–335.
- [17] Narayanan M., Srinivasan S., Gnanasekaran C., Ramachandran G., Chelliah C.K., Govindhan R., Maruthupandy M., Quero F., Li W., Hayder G., Khaled J.M., Arunachalam A., dan Manoharan N. 2024. Synthesis and characterization of marine seagrass (*Cymodocea serrulata*) mediated titanium dioxide nanoparticles for antibacterial, antibiofilm and antioxidant properties. *Microbial Pathogenesis*. Vol. 187. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106595>.
- [18] Nur R. M., Wahab I., Nurafni, Alwi D., Koroy K., Rahman I. H. A., Saibi N., Dewi R. 2023. Antifouling activity of *Rhizophora stylosa* and *Rhizophora mucronata* in Morotai Island, North Maluku. *AACL Bioflux*. 16(1): 252-258.
- [19] Nur R.M. dan Nurafni. 2021. *Pemanfaatan Kandungan Bioaktif Lamun sebagai Bioantifouling*. Penerbit Yayasan Barcode. Makassar.
- [20] Nur R.M. dan Rahmawati. 2019. Kombinasi Uji Aktivitas Antifouling (*Rhizophora apiculata*) di Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 14(1): 17-22.
- [21] Nur R.M., Eso N., dan Rorano M. 2019. Identifikasi Jenis-Jenis Lamun di Perairan Pulau Zum-Zum Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Unipas Press*. 4(1):1-5.
- [22] Nur R.M., Nurafni, Koroy K., Alwi D., Wahab I., Sulistiawati S., Dewi R., dan Rorano M. 2021. The antibacterial activity of seagrass *Enhalus acoroides* against *Staphylococcus aureus*. *2nd International Conference on Fisheries and Marine*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 890 (2021) 012013. Pp 1-7.
- [23] Nurafni dan Nur R.M. 2018<sup>a</sup>. Struktur komunitas lamun di Perairan Pulau Dodola Kabupaten Pulau Morotai. *Prosiding Seminar Nasional KSP2K II*. 1(2):138-145.

- [24] Nurafni dan Nur R.M. 2018<sup>b</sup>. Aktivitas antifouling senyawa bioaktif dari lamun di Perairan Pulau Morotai. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 1(2):107-112.
- [25] Nurafni, Nur R.M., Koroy K., Alwi D., Muhammad S., dan Eso N. 2021. Antifouling Activity of *Cymodocea rotundata* and *Halodule pinifolia* at Pulau Morotai. *PVJ\_ISComSET 2020. Journal of Physics: Conference Series 1764 (2021) 012208*. pp 1-4.
- [26] Park K., R. Kim, J. J. Park, H. C. Shin, J. S. Lee, J. Kim, dan I. S. Kwak. 2012. Ecotoxicological evaluation of tributyltin toxicity to the equilateral venus clam, *Gomphina veneriformis* (Baivanvia: Veneriade). *Fish Shellfish Immunol*. 32 (3): 426-433.
- [27] Pradana N.E., Wardiwira F.F., Hakim L., Imamah A.N., dan Istianisa W. 2018. Efektivitas ekstrak lamun *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* dari perairan Jepara sebagai antibakteri pada dillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama penyimpanan dingin. *Saintek Perikanan*. 13(2):143–147.
- [28] Prasetyo H. 2014. Struktur komunitas, kepadatan dan pola distribusi populasi lamun (*Seagrass*) di Pantai Plengkung Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi. *Skripsi*. Universitas Jember.
- [29] Rahman DA. 2011. Aktivitas antihiperlipidemik dan polisakarida ekstrak seluler *Porphyridium cruentum* sebagai inhibitor  $\alpha$ -glukosidase. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- [30] Ramadhan R., Dirgayusa I.G.N.P., dan Faiqoh E. 2021. Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Daun Lamun *Halophila ovalis* di Perairan Pantai Karma dan Pantai Serangan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 7(2):140-147
- [31] Santi I. W., O. K. Radjasa dan I. Widowati. 2014. Potensi rumput laut *Sargassum duplicatum* sebagai sumber senyawa antifouling. *Journal of Marine Research*. 3(3): 274-284.
- [32] Sjafrie N.D.M., Hernawan U.E., Prayudha B., Supriyadi I.H., Iswari M.Y., Rahmat, Anggraini K., Rahmawati S., dan Suyarso. 2018. *Status Padang Lamun Indonesia 2018*. Ver. 02. Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- [33] Zhang L. dan Demain A.L. 2005. *Natural Products: Drug Discovery and Therapeutic Medicine*. Humana Press. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-59259-976-9>.