

**ANALISIS FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIFOULING DARI  
EKSTRAK LAMUN JENIS *Enhalus acoroides* (ROYLE, 1938)  
DAN *Thalassia hemprichii* (ASCHERSON, 1871)**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**IRA SEPTILIANA  
1914221028**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### ANALISIS FITOKIMIA DAN AKTIVITAS *ANTIFOULING* DARI EKSTRAK LAMUN JENIS *Enhalus acoroides* (ROYLE, 1938) DAN *Thalassia hemprichii* (ASCHEERSON, 1871)

Oleh

IRA SEPTILIANA

*Biofouling* adalah akumulasi mikroorganisme, tanaman, ganggang atau hewan kecil yang tidak diinginkan di permukaan semua struktur yang berada di bawah permukaan air. *Biofouling* memiliki dampak ekonomi terutama dalam industri perkapalan. *Antifouling* adalah kemampuan bahan yang dirancang khusus untuk menghilangkan atau mencegah *biofouling*. Senyawa TBT digunakan sebagai biocida yang diaplikasikan sebagai bahan pencegah biofilm TBT yang bersifat toksik bagi mikroorganisme dan organisme air yang lebih besar. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menguji kemampuan ekstrak lamun dalam menghambat bakteri *fouling*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan ekstrak lamun dalam menghambat bakteri *fouling*. Ekstrak lamun yang digunakan berasal dari jenis *E. acoroides* dan *T. hemprichii* yang diambil dari perairan Way Kunjir, Kabupaten Pesawaran. Hasil ekstrak diinkubasi kembali pada bakteri *fouling* yang ditentukan dengan pembentukan zona hambat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga jenis pelarut yang digunakan, hanya dua dari tiga pelarut yang menunjukkan aktivitas zona hambat terhadap bakteri pengotor. Bakteri *fouling* yang diisolasi menunjukkan bahwa bakteri tersebut berasal dari kelompok bakteri gram negatif. Ekstrak lamun dari *E. acoroides* memiliki kemampuan penghambatan yang lebih besar dibandingkan dengan ekstrak *T. hemprichii*, kemampuan *E. acoroides* lebih besar dibandingkan dengan pelarut metanol. Kedua jenis lamun tersebut memiliki kandungan senyawa aktif yang sama, yaitu flavonoid, saponin, dan alkaloid, kecuali tanin yang hanya terdapat pada *E. acoroides*. Konsentrasi hambat minimum menunjukkan bahwa ekstrak tidak memiliki sifat toksik dengan nilai konsentrasi yang masih cukup tinggi yaitu 250 ppm.

Kata kunci : *Antifouling*, bakteri *fouling*, *E. acoroides*, *T. hemprichii*.

## ABSTRACT

### PHYTOCHEMICAL ANALYSIS DAN ANTIFOULING ACTIVITY OF SEAGRASS EXTRACT TYPES *Enhalus acoroides* (ROYLE, 1938) AND *Thalassia hemprichii* (ACHERSON, 1871)

By

IRA SEPTILIANA

Biofouling is an accumulation of microorganism, plant, algae, or small animal it is not wanted on the surface or all of the structure that sub submerged in the water. Biofouling has an economic effect, especially in the shipping industry. Antifouling is the ability of specially designed material to remove or prevent biofouling. TBT compounds were used as a biocide that was applied as paint to prevent biofilms TBT is toxic to both microorganisms and larger aquatic organisms. Various research had been carried out examining the ability of seagrass extracts to inhibit fouling bacteria. This research aimed to analyze the ability of seagrass extract against fouling bacteria. The seagrass extract was used comes from *E. acoroides* and *T. hemprichii* which were taken from Way Kunjir Waters, Pesawaran Regency. The extract results were listed again fouling bacteria was determined by the formation of inhibition zone activity. The research result showed that of the three types of solvent used, fouling only two of the three solvents showed inhibition zone activity against fouling bacteria. The isolated fouling bacteria showed that they were from the group of gram-negative bacteria. Seagrass extract from *E. acoroides* had created an inhibitory ability than *T. hemprichii* extract, the ability of *E. acoroides* came from metanol solvent. Both types of seagrass had the same of active compounds, namely flavonoid, saponin, and alkaloid, except tannin which are only found from *E. acoroides*. The minimum inhibitory concentration showed that the extracts did not have toxic properties with a concentration value that is still quite high 250 ppm.

**Keywords:** Antifouling, bacterial fouling, *E. acoroides*, *T. hemprichii*.

**ANALISIS FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIFOULING DARI  
EKSTRAK LAMUN JENIS *Enhalus acoroides* (ROYLE, 1938)  
DAN *Thalassia hemprichii* (ASCHERSON, 1871)**

**Oleh**

**IRA SEPTILIANA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Program Studi Ilmu Kelautan  
Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **ANALISIS FITOKIMIA DAN  
AKTIVITAS ANTIFOULING DARI  
EKSTRAK LAMUN JENIS *Enhalus  
acoroides* (ROYLE, 1938) DAN *Thalassia  
hemprichii* (ASCHERSON, 1871)**

Nama Mahasiswa : **Ira Septifiana**

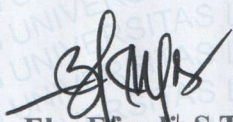
Nomor Pokok Mahasiswa : **1814221028**

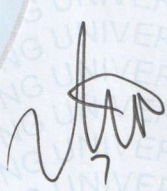
Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

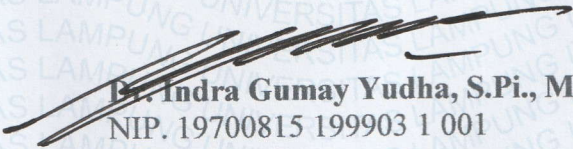
Fakultas : **Pertanian**



  
**Eko Efendi, S.T., M.Si.**  
NIP. 197803292003121001

  
**Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.**  
NIP. 199001202019031011

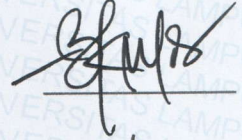
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

  
**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19700815 199903 1 001

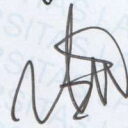
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Eko Efendi, S.T., M.Si.**

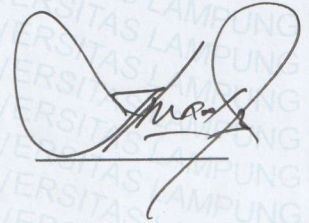


Sekretaris : **Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si.**



Anggota

: **Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

06110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : **20 Juli 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ira Septiliana

NPM : 1914221028

Judul Skripsi : Analisis fitokimia dan aktivitas *antifouling* dari ekstrak lamun jenis *Enhalus acoroides* (Royle, 1938) dan *Thalassia hemprichii* (Ascherson, 1871)

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan, pengalaman, dan data yang saya peroleh dari hasil penelitian yang sudah saya lakukan. Selain itu, semua yang tertulis di dalam skripsi sudah sesuai dengan panduan penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan atau salinan yang berasal dari karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 06 Oktober 2023



Ira Septiliana

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pardasuka, Pringsewu, Lampung pada tanggal 28 September 2001. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Suhaili HS dan Emak Rahanah.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal di Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Pardasuka pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Pardasuka pada tahun 2016, dan Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SUPM) Negeri Kota Agung pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Mikrobiologi Laut dan aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Universitas Lampung sebagai anggota pada periode 2020-2021. Penulis pernah mengikuti program magang mandiri di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (SKIPM) Merak pada tahun 2021. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tritunggal Mulya, Kecamatan Adiluwih, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2022. Penulis juga mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPM) Jakarta 1, Tangerang pada tahun 2022.



## **PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan karya ini kepada:

Ayah, Emak, Abang dan Adek Tercinta

Terima kasih atas segala titik keringat perjuangan untuk putrimu ini, doa, dukungan, kasih sayang, dan motivasi yang tidak mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang tertuliskan kata persembahan. Abang Atma, Abang Rival, dan Adek Rio serta orang terdekat penulis. Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa mengasihi, menyayangi, dan menjaga semuanya di mana pun berada, Aamiin.

## MOTO

“Ya Tuhanku, lapangkanlah dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, agar mereka mengerti perkataanku.”

(QS. Taha, 20 : 25-28)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(QS. Al-Baqarah, 2 : 286)

“Barangsiapa mengerjakan kebaikan seberat *zarah*, niscaya dia akan melihat (balasan)nya.”

(Q.S Az-Zalzalah, 99 : 7)

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(QS. Al Baqarah, 2 : 153)

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Fitokimia dan Aktivitas *Antifouling* dari Ekstrak Lamun Jenis *Enhalus acoroides* (Royle, 1938) dan *Thalassia hemprichii* (Ascherson, 1871)”. Tersusunnya skripsi tersebut, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu, Abang, kaka, adek dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Eko Efendi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing Ketua yang telah meluangkan waktu, memberi bimbingan, petunjuk, serta arahan kepada penulis.
5. Anma Hari Kusuma, S.I.K., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Sekretaris dan Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, memberi bimbingan, petunjuk, serta arahan kepada penulis.
6. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberi bimbingan, petunjuk, serta arahan kepada penulis.
7. Miya, Shinta, Maylana, Faisal, Unggul dan Sesar selaku teman dekat KKN yang telah banyak memberikan dukungan dan masukan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian, dan

8. Annisa Novri Yanti, Indah Teresia Br Tarigan, Dewi Alfya Rahmadita, Siti Inah dan Sheva Aryatama yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan pelaksanaan penelitian serta selalu memberi semangat pada penulis, serta
9. Teman-teman Ilmu Kelautan angkatan 2019.

Dalam penyajian skripsi tersebut terdapat kekurangan-kekurangan, oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat dibutuhkan dalam penyusunan skripsi tersebut agar ke depannya dapat lebih baik lagi. Penulis berharap dengan adanya skripsi tersebut dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan pembaca lainnya untuk menambah pengetahuan. Amin.

Bandar Lampung, Oktober 2023

Penulis,

Ira Septiliana

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Lamun .....	5
2.1.1 Morfologi Lamun .....	6
2.1.2 Morfologi <i>E. acoroides</i> .....	7
2.1.3 Morfologi <i>T. hemprichii</i> .....	8
2.1.4 Kualitas Perairan Habitat Lamun .....	9
2.2 <i>Biofouling</i> .....	11
2.2.1 <i>Microfouling</i> .....	12
2.2.2 <i>Macrofouling</i> .....	12
2.3 Senyawa <i>Antifouling</i> .....	13
2.3.1 TBT ( <i>Tributyltin</i> ) .....	13
2.3.2 Flavonoid .....	14
2.3.3 Saponin.....	15
2.3.4 Terpenoid .....	16
2.3.5 Alkaloid.....	17

2.3.6 Tanin .....	18
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3 Prosedur Penelitian .....	19
3.3.1 Pengambilan Sampel Lamun .....	21
3.3.2 Pengambilan Bakteri <i>Fouling</i> .....	21
3.3.3 Ekstraksi Lamun.....	22
3.3.4 Uji Fitokimia .....	23
3.3.5 Sterilisasi Alat .....	24
3.3.6 Pembuatan Media.....	25
3.3.7 Isolasi Bakteri <i>Fouling</i> .....	25
3.3.8 Kultur Bakteri <i>Fouling</i> .....	26
3.3.9 Uji Gram Bakteri <i>Fouling</i> .....	26
3.3.10 Uji Zona Hambat.....	27
3.3.11 Uji MIC ( <i>Minimum Inhibitory Concentration</i> ) .....	28
3.4 Analisis Data.....	29
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Ekstrak Lamun <i>E. acoroides</i> dan <i>T. hemprichi</i> .....	30
4.2 Uji Fitokimia Ekstrak Lamun .....	32
4.3 Identifikasi Bakteri <i>Fouling</i> .....	33
4.4 Uji Zona Hambat.....	34
4.5 Uji MIC ( <i>Minimum inhibitory concentration</i> ).....	39
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kualitas perairan habitat lamun .....	9
2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	20
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	21
4. Komposisi media <i>nutrient agar</i> .....	25
5. Hasil identifikasi kandungan golongan senyawa lamun <i>E.acoroides</i> dan <i>T. hemprichii</i> menggunakan pelarut metanol.....	32
6. Rata-rata diameter zona hambat ekstrak lamun <i>E. acoroides</i> terhadap bakteri <i>fouling</i> .....	38
7. Rata-rata diameter zona hambat ekstrak lamun <i>T. hemprichii</i> terhadap bakteri <i>fouling</i> .....	38
8. Hasil uji MIC ekstrak lamun terhadap bakteri <i>fouling</i> .....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Bagian-bagian lamun secara morfologi .....	6
3. Morfologi <i>E. acoroides</i> .....	8
4. Morfologi <i>T. hemprichii</i> .....	9
5. Proses pembentukan komunitas <i>biofouling</i> .....	11
6. Struktur senyawa TBT ( <i>tributyltin</i> ).....	14
7. Struktur senyawa flavonoid .....	15
8. Struktur senyawa saponin .....	16
9. Struktur senyawa terpenoid.....	17
10. Struktur senyawa alkaloid .....	18
11. Struktur senyawa tanin .....	18
12. Alur penelitian .....	22
13. Rendemen ekstrak lamun <i>E. acoroides</i> dan <i>T. hemprichii</i> .....	30
14. Hasil identifikasi dengan metode pewaranaan gram .....	34
15. Hasil penentuan gram bakteri dengan larutan KOH 3% .....	34
16. Zona hambat yang terbentuk dari ekstrak lamun <i>E. acoroides</i> terhadap bakteri <i>fouling</i> 1 (I) dan bakteri <i>fouling</i> 2 (II).....	36
17. Zona hambat yang terbentuk dari ekstrak lamun <i>T. hemprichii</i> terhadap bakteri <i>fouling</i> 1 (I) dan bakteri <i>fouling</i> 2 (II).....	37
18. Hasil uji MIC.....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan pengenceran konsentrasi uji zona hambat ekstrak lamun <i>E. acoroides</i> dan <i>T.hemprichii</i> .....	54
2. Perhitungan pengenceran konsentrasi uji MIC ekstrak lamun <i>E. acoroides</i> dan <i>T.hemprichii</i> .....	55

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Biofouling* merupakan organisme yang menempel pada permukaan benda atau bangunan yang terendam air, seperti kapal, dermaga, dan struktur yang lainnya. Organisme *fouling* akan berdampak terhadap sektor perikanan, terutama pada kapal penangkapan ikan (Plouguerne *et al.*, 2010). *Biofouling* bersifat korosif dan akan menambah berat kapal, sehingga mengakibatkan kebutuhan bahan bakar lebih besar karena menghambat pergerakan kapal (Nur dan Rahmawati, 2019). Organisme *fouling* juga memengaruhi masa pakai dari berbagai struktur di laut, seperti kapal, dermaga, pancang atau struktur penyangga pengeboran lepas perairan menjadi lebih pendek (Arlyza, 2008).

Dampak kerugian akibat *biofouling*, di atasi menggunakan cat *antifouling* yang mengandung *tributyl tin* (TBT). Penggunaan cat yang mengandung TBT mempunyai dampak buruk pada organisme laut nontarget. Oleh karena itu International Maritime Organization (IMO) telah melarang penggunaan cat *antifouling* dari TBT sejak tanggal 1 Januari 2008 (Embankment, 2015).

Salah satu solusi penggunaan pengendalian *biofouling* tanpa menggunakan cat berbahan TBT adalah dengan bahan alternatif alami yang berasal dari organisme laut lainnya. Organisme laut yang mampu membentuk senyawa metabolit sekunder (bioaktif) untuk menghalangi organisme *fouling* menempel pada permukaan substrat, salah satunya adalah lamun. Beberapa jenis lamun, seperti *Sryngodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodecea rotundata*, dan *Halodule ptersebutfolia* dilaporkan memiliki aktivitas *antifouling* (Jensen *et al.*,

1998; Kannan *et al.*, 2010; Dewi, 2013; Dhuha *et al.*, 2016; Nurafni dan Rinto 2018; Ravikumar *et al.*, 2018; dan Antonia *et al.*, 2019).

Lamun (*seagrass*) merupakan salah satu organisme laut yang diduga potensial sebagai bahan *antifouling* (Dewi, 2013). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi ekstrak tumbuhan lamun, khususnya *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*. Kedua jenis lamun tersebut banyak ditemukan di perairan Way Kunjir, Kabupaten Pesawaran. Kondisi lingkungan yang berbeda akan menyebabkan metabolit sekunder yang berbeda pula, sehingga potensi dari kedua jenis lamun tersebut diketahui kemampuan *antifouling*-nya.

## 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian adalah :

1. menganalisis jenis senyawa bioaktif yang diekstrak dari *E. acoroides* dan *T. hemprichii*;
2. menganalisis kemampuan ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *fouling*; dan
3. menganalisis nilai MIC (*minimum inhibitory concentration*) penghambatan dari ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* terhadap bakteri *fouling*.

## 1.3 Manfaat Penelitian

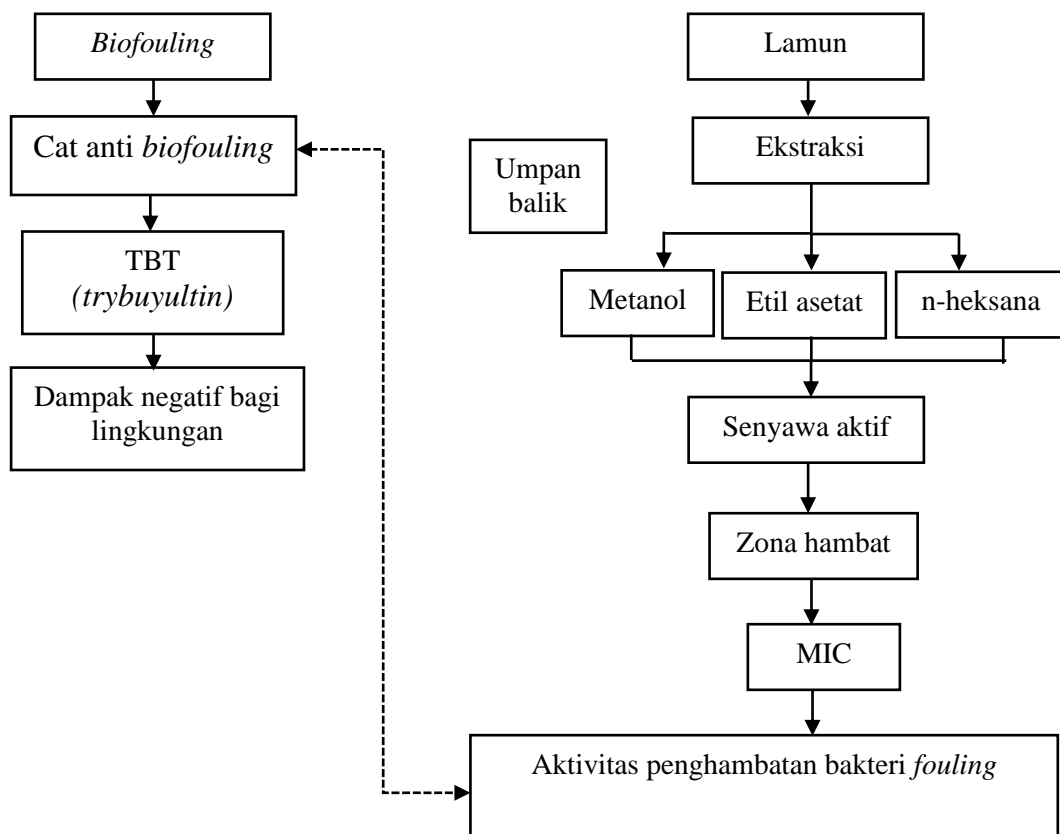
Manfaat penelitian yaitu diperoleh informasi mengenai potensi *antibiofouling* ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* dari perairan Way Kunjir, Kabupaten Pesawaran dan kemampuan daya hambatnya terhadap bakteri *fouling*.

#### 1.4 Kerangka Pemikiran

*Biofouling* merupakan organisme yang hidup melekat di setiap substrat padat yang diletakkan di laut. Pengendalian *fouling* biasanya dilakukan menggunakan cat *antifouling*. Cat *antifouling* yang digunakan mengandung bahan TBT (*tributyltin*) sebagai agen pencegah dan penempelan organisme *fouling*. TBT menjadi salah satu penyebab membahayakan biota nontarget juga lingkungan.

Eksplorasi mengenai potensi lamun bahan aktif yang mampu mengatasi permasalahan *biofouling* sudah dilakukan dalam satu beberapa tahun terakhir. Lamun jenis *T. hemprichii* dan *E. acoroides* pada beberapa penelitian yang telah dilakukan diketahui mengandung senyawa murni golongan flavonoid, yang potensial sebagai antibakteri dan *antifouling*. Bahan aktif lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides* dapat diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan pelarut metanol, etil asetat dan n-heksana. Ekstraksi tersebut menggunakan pelarut yang bersifat polar, semipolar dan nonpolar. Mengetahui potensi bahan aktif hasil ekstraksi dilakukan pengujian dengan uji zona hambat terhadap bakteri *fouling* yang didapat dari alam.

Efektivitas kemampuan bahan bioaktif dalam menghambat bakteri *fouling* dapat diketahui dari besarnya konsentrasi ekstrak uji penghambat pertumbuhan bakteri untuk mengetahui konsentrasi terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Konsentrasi terendah tersebut dikenal sebagai MIC (*minimum inhibitory concentration*). Semakin kecil konsentrasi yang digunakan, maka ekstrak lamun memiliki efektivitas yang besar sebagai bahan *antifouling*. Secara menyeluruh alur pemikiran penelitian tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Lamun

Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang hidup dan berkembang biak pada lingkungan perairan laut dangkal (Wood *et al.*, 1969). Semua lamun merupakan tumbuhan berbiji satu (monokotil) yang mempunyai akar rimpang (*rhizoma*), daun, bunga, dan buah. Hamparan lamun di perairan pesisir yang tersusun atas satu atau lebih jenis dikenal sebagai padang lamun. Lamun umumnya tumbuh di perairan dangkal yang agak berpasir. Sering pula dijumpai di daerah terumbu karang (Hidayat *et al.*, 2018). Lamun di Indonesia membentuk suatu komunitas monospesifik dan campuran. Komunitas monospesifik terbentuk dari satu spesies lamun yang membentuk hamparan luas, sedangkan komunitas campuran terdiri atas beberapa spesies lamun (Tangke, 2010).

Di Indonesia terdapat 13 spesies lamun. Ketiga belas jenis lamun tersebut tergolong dalam 2 famili dan 7 genus. famili Hydrocharitaceae terdiri dari 3 genus, yaitu *Enhalus* sp., *Thalassia* sp., dan *Halophila* sp., sementara famili Potamogetonaceae dari genus *Syringodium* sp. *Cymodocea* sp. *Halodule* sp., dan *Thalassodendron* sp. Spesies yang ditemukan di Indonesia terdiri dari *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule finifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila decipiens*, *Halophila minor*, *Halophila ovalis*, *Halophila spinulosa*, *Halophila sulawessi*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalasia hemprichii*, dan *Thalassodendrom ciliatum* (Sukandar, 2017).

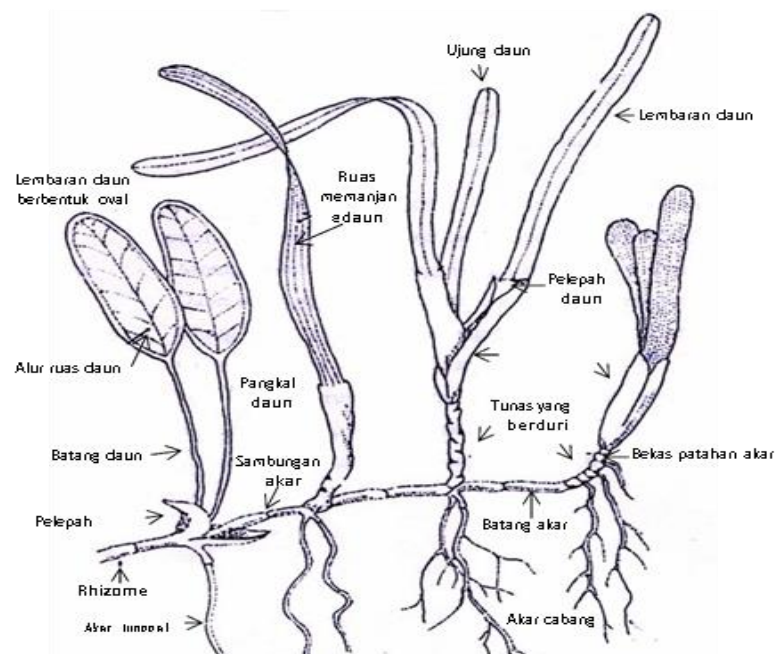
Komunitas lamun memegang peranan penting secara ekologis maupun biologis di daerah perairan dan estuari. Fungsi ekologis lamun yaitu sebagai daerah

pemijahan (*spawning ground*), dasar pengasuhan (*nursey ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*), dan daerah pembesaran (*rearing ground*) bagi biota laut (Tangke, 2010). Secara fisik, padang lamun berperan sebagai stabilisator sedimen di dasar perairan dan pelindung perairan dari gempuran ombak dan arus.

### 2.1.1 Morfologi Lamun

Tumbuhan lamun secara morfologis memiliki bentuk yang hampir sama, terdiri atas akar, batang, dan daun. Morfologi lamun ( Gambar 2) secara umum dapat dilihat dari bentuk akar, *rhizoma*, daun, bunga, dan buah (Mckenzie dan Yoshida, 2009).

Akar lamun umumnya pendek dengan beberapa percabangan/*branching root* atau bahkan tidak memiliki percabangan *simple root*. Akar pada lamun memiliki pusat *stele* yang dikelilingi oleh endodermis. *Stele* (bagian sentar dari akar atau batang) mengandung *phloem* atau jaringan transport nutrien dan *xylem* atau jaringan yang fungsinya untuk menyalurkan air (Supriharyono, 2007).



Gambar 2. Morfologi lamun.

Sumber: Phillips dan Menez (1988)

Batang lamun berbentuk silinder dan tumbuh menjalar di bawah permukaan tanah/substrat disebut dengan *rhizoma*. *Rhizoma* memiliki buku-buku (*node*) yang mengandung jaringan meristem yang berfungsi untuk membentuk daun dan akar. Buku-buku (*node*) yang satu dengan yang lain dipisahkan oleh ruas-ruas (*internode*). Selain berfungsi sebagai tempat tumbuhnya daun dan akar, *rhizoma* juga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan secara aseksual (Supriharyono, 2007).

Pada umumnya lamun memiliki daun yang memanjang, tipis dan menyerupai pita serta bentuk pertumbuhannya monopodial. Daun lamun dapat tumbuh langsung dari *rhizoma*, tangkai daun (*petiole*) atau dari *rhizoma* yang tumbuh tegak ke permukaan. Daun lamun pada umumnya memiliki kutikula tipis dan jumlah stomata sedikit. Hal ini disebabkan lamun hidup terendam dalam air laut sehingga proses penguapan relatif kecil. Bentuk dan ukuran daun tiap spesies dapat berbeda sehingga dapat digunakan untuk membedakan spesies lamun (Supriharyono, 2007).

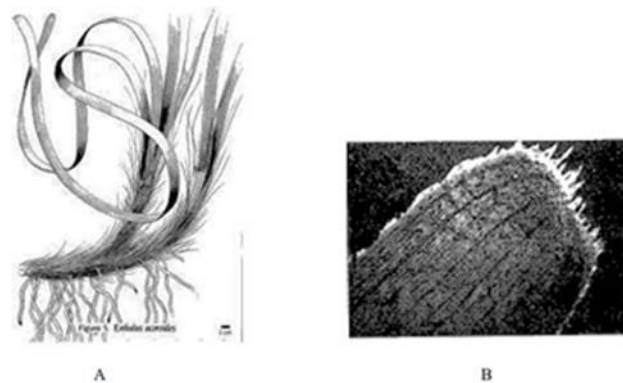
Bunga berfungsi sebagai alat perkembangbiakan generatif. Struktur bunga pada lamun biasanya lebih sering sederhana dibandingkan dengan bunga tumbuhan darat. Bagian bunga lamun umumnya terdiri dari *perianth* (mahkota dan kelopak tidak dapat dibedakan) benang sari, putik, dan tangkai bunga. Benang sari adalah alat kelamin jantan, sedangkan putik adalah alat kelamin betina. Benang sari dapat dibedakan lagi atas tangkai sari dan kepala sari, sedangkan putik terdiri atas ovarium (bakal buah) dan kepala putik. Bunga jantan adalah bunga yang hanya memiliki alat kelamin jantan (benang sari), sedangkan 13 bunga betina adalah bunga yang hanya memiliki alat kelamin betina (putik) saja (Den Hartog *et al.*, 2006).

### 2.1.2 Morfologi *E. acoroides*

Lamun *E. acoroides* merupakan salah satu jenis lamun di perairan Indonesia yang umumnya hidup di sedimen berpasir atau berlumpur. *E. acoroides* memiliki ciri daun yang besar. *E. acoroides* pada *rhizoma* terdapat rambut-rambut berwarna hitam (Gambar 3A) dan memiliki akar yang banyak. Daun *E. acoroides* pada bagian ujungnya terdapat gerigi, berukuran panjang, kaku, dan lurus (Gambar 3B) (Lanyon, 1986).



Daun *E. acroides* berbentuk panjang menyerupai pita dengan ujung daun membulat dan bergerigi. Daun tebal dan kuat berwarna hijau gelap (Lanyon, 1986). *Rhizoma* nya besar dan tebal (paling tipis 1 cm) memiliki serabut-serabut hitam dan memiliki akar yang banyak. Tumbuhan jantan mempunyai satu tangkai bunga atau batang yang berisi kumpulan bunga, masing-masing bentuknya kecil yang mengambang bebas di perairan. *E. acoroides* betina hanya mempunyai satu bunga majemuk, tetapi tangkai bunga betina jauh lebih panjang (Lanyon, 1986).



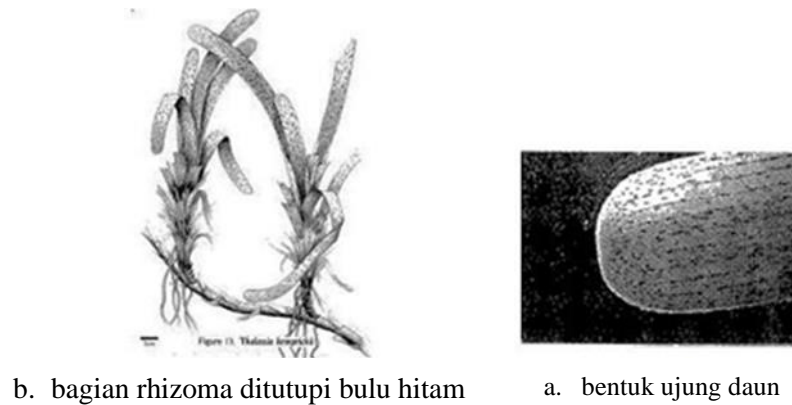
Gambar 3. Morfologi *E. acoroides* (A) bagian rhizoma ditutupi bulu hitam, (B) bentuk ujung daun.  
Sumber: Lanyon (1986)

### 2.1.3 Morfologi *T. hemprichii*

*T. hemprichii* adalah spesies dominan untuk pembentukan padang rumput di atas sedimen yang berasosiasi dengan terumbu karang. Spesies tersebut dikenali dari bentuk pita dan memiliki daun melengkung, panjang hingga 40 cm. Batangnya pendek dan tegak, mengandung 2-6 daun. Rimpangnya tebal dan ditutupi bekas daun berbentuk segitiga, *rhizoma* beruas-ruas dan tebal serta garis/bercak coklat pada helaian daun. Bentuk rimpangnya mengarah ke bulat, batang pendek dan panjang daun sampai 40 cm (Iswari *et al.*, 2018 dan Pranata *et al.*, 2018).

Lamun ini termasuk ke dalam famili Hydrocharitaceae. *T. hemprichii* memiliki daun spesies tersebut berbentuk seperti pita dan tumbuh agak melengkung berbentuk seperti sabit yang tebal (Gambar 4B). *T. hemprichii* memiliki *rhizoma*

cukup tebal mencapai 0,5 cm. *T. hemprichii* memiliki panjang daun 10-40 cm, lebar daun 0,4-1,0 cm, bentuk ujung daun membulat dan memiliki 10-17 buah tulang daun (*vein*) yang tersusun secara longitudinal (Lanyon, 1986).



Gambar 4. Morfologi *T. hemprichii*  
Sumber: Lanyon (1986)

#### 2.1.4 Kualitas Perairan Habitat Lamun

Pertumbuhan dan kepadatan lamun dipengaruhi oleh temperatur, salinitas, pH, dan DO. Padang lamun yang secara geografis tersebar luas mengindikasikan adanya kemampuan toleransi yang luas terhadap peningkatan kualitas perairan, akan tetapi spesies lamun hidup pada daerah tropis mempunyai kemampuan toleransi yang rendah terhadap perubahan temperatur. Kisaran parameter kualitas perairan untuk habitat lamun disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas perairan habitat lamun

No.	Fisika dan kimia	Satuan
1	Temperatur	28-30 °C
2	Salinitas	33-34 ppt
3	pH	7-8,5
4	DO	>5 mg/L

Sumber: Tangke (2010)

Kemampuan proses fotosintesis lamun akan menurun dengan tajam apabila terjadi perubahan temperatur perairan. Kisaran temperatur optimal bagi lamun adalah 28 -30 °C. Perubahan temperatur yang terjadi akan memengaruhi metabolisme,

penyerapan unsur hara dan kelangsungan hidup lamun. Pada kisaran temperatur 25–30 °C fotosintesis bersih akan meningkat dengan meningkatnya temperatur. Respirasi lamun meningkat dengan meningkatnya temperatur, namun dengan kisaran yang lebih luas yaitu 5-35 °C (Tangke, 2010).

Spesies lamun mempunyai kemampuan toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas. Kisaran salinitas yang optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 33-34 ppt (Tabel 1), sebagian lamun besar memiliki kisaran yang lebih besar yaitu 60 ppt. Nilai salinitas optimum untuk spesies lamun 35 ppt. Toleransi lamun terhadap salinitas bervariasi antar jenis dan umur. Lamun yang tua dapat menoleransi fluktuasi salinitas yang besar. Pada jenis lamun *Thalassia* sp. ditemukan dapat hidup dari salinitas 3,5-60 ppt, namun dengan waktu toleransi yang singkat. Kisaran optimum untuk pertumbuhan *Thalassia* sp. yaitu dari salinitas 24-35 ppt. Salinitas juga dapat berpengaruh terhadap biomassa, produktivitas, kerapatan, lebar daun, dan kecepatan pulih lamun (Tangke, 2010).

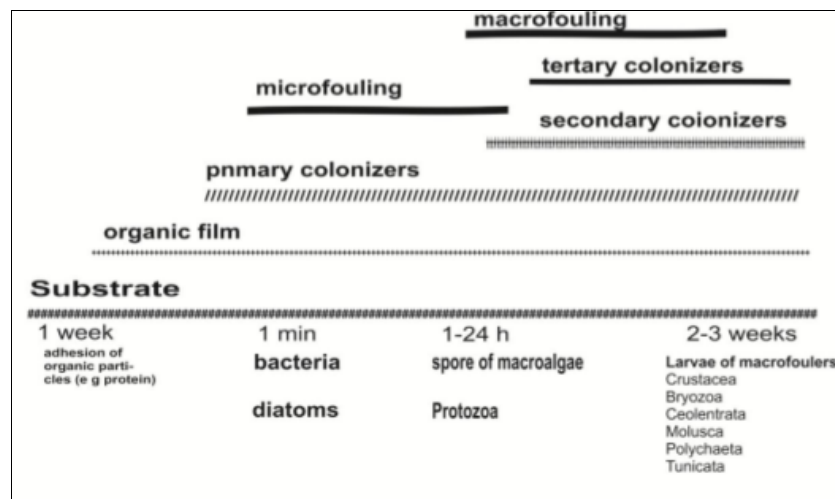
Derajat keasaman (pH) air merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi produktivitas perairan. pH mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dipergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan. pH perairan sangat dipengaruhi oleh dekomposisi tanah dan dasar perairan serta keadaan lingkungan sekitarnya (Dewi dan Prabowo, 2015). Kisaran pH yang optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 7-8,5 (Tabel 1). Nur (2004) mengatakan bahwa suatu perairan dengan pH 5,5-6,5 dan pH yang lebih dari 8,5 merupakan perairan yang tidak produktif, perairan dengan pH 6,5-7,5 termasuk dalam perairan yang masih produktif, dan perairan dengan pH antara 7,5-8,5 mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi.

Menurut Fahrudin *et al.* (2015) *dissolved oxygen* (DO) atau oksigen terlarut dalam habitat lamun berkisar antara 7,9-8,8 mg/L, dengan rata-rata 8,4-8,6 mg/L, dengan nilai optimum >5 mg/L (Tabel 1). Nilai kandungan oksigen terlarut perairan padang lamun selalu berfluktuasi. Berfluktuasinya kandungan oksigen terlarut di suatu perairan diduga disebabkan pemakaian oksigen terlarut oleh

lamun untuk respirasi akar dan rimpang, respirasi biota air, dan pemakaian oleh bakteri nitrifikasi dalam proses siklus nitrogen di padang lamun (Felisberto *et al.*, 2015).

## 2.2 Biofouling

*Biofouling* adalah istilah umum yang digunakan untuk semua jenis organisme laut yang hidup melekat pada permukaan substrat, organisme penempel pada umumnya melekat hanya pada substrat yang disukainya (Wahl, 1989). Organisme penempel atau yang biasa disebut *biofouling* akan melekat pada seluruh benda padat yang terendam di laut, terutama yang tidak dilapisi oleh lapisan *antifouling*. Benda padat tersebut bisa berupa bahan kayu, besi atau logam, fiber, dan beton. Proses terbentuknya *biofouling* (Gambar 5) terdiri dari dua proses yaitu *microfouling* dan *macrofouling*. *Microfouling* merupakan proses terbentuknya *biofilm* (kolonisasi bakteri dan mikroalga). *Macrofouling* merupakan proses menempelnya makroorganisme (kolonisasi avertebrata dan makroalga) (Raiklin, 2004).



Gambar 5. Proses pembentukan komunitas *biofouling*.  
Sumber: Abarzua dan Jakubowski (1995)

Pada suatu substrat di perairan membutuhkan waktu-waktu tertentu dalam setiap tahapannya (Abarzua dan Jakubowski, 1995) (Gambar 5). Bakteri planktonik yang berada di perairan mengalami pengendapan, dan selanjutnya melekat pada substrat dalam kisaran waktu  $\leq 1$  menit (pelekatan awal). Bakteri yang melekat

membentuk koloni dan melekat secara permanen pada substrat karena terjadi produksi eksopolimer dalam waktu menit hingga jam. Pematangan *biofouling* tahap awal (maturasi 1) berlangsung dalam waktu 1 hingga 24 jam. Pematangan *biofouling* tahap akhir (maturasi 2) terjadi dalam waktu 24 jam hingga 1 minggu. Selama 2 minggu hingga 1 bulan terjadi proses *dispersi*, yaitu sebagian bakteri siap untuk menyebar dan berkolonisasi di tempat lain (Abarzua dan Jakubowski, 1995).

### **2.2.1 Microfouling**

Proses awal pelekatan *fouling* pada substrat keras dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu (1) sifat fisika bahan sehingga terjadi reaksi kohesi dan adhesi morfologi bakteri dengan struktur substrat; (2) respon fisiologis bakteri terhadap nutrisi yang tersedia (Czaczyk dan Myszka 2007). Respon fisiologis tersebut berupa sekresi *ekstracelluler polysakaruda substance* (EPS) oleh bakteri melalui satu atau dua katub memanjang yang terdapat di bagian ujung tubuhnya. EPS merupakan penyusun utama koloni bakteri *fouling*, yang mengandung protein, nukleid acid, lipid, dan hampir 97% polisakarida (Vu *et al.*, 2009).

Faktor lain yang berpengaruh dalam proses koloni bakteri *fouling*, selain EPS adalah *quorum sensing*. *Quorum sensing* merupakan mekanisme komunikasi antar sel yang dimiliki bakteri untuk memastikan kecukupan jumlah sel sebelum melakukan respon biologi tertentu (Hentzer *et al.*, 2002). Hentzer *et al.* (2002) memaparkan *quorum sensing* setiap sel bakteri dapat bersamaan menghasilkan molekul sinyal, sehingga bakteri dengan molekul sinyal yang sama dapat saling mendekat, kemudian membentuk koloni dan membentuk bakteri *fouling*.

### **2.2.2 Macrofouling**

*Macrofouling* oleh Callow dan Callow (2002) dibedakan menjadi dua macam, yaitu *macrofouling* lunak dan keras. *Macrofouling* lunak terdiri dari *soft coral*, *spons*, *anemon*, *tunikata*, makroalga, dan *hydroid*, sedangkan *macrofouling* keras terdiri dari tritip, kerang, dan cacing tabung. Kerang hijau menempel pada substrat

dengan bantuan senyawa yang lengket seperti lem, merupakan jenis protein *dyhydroxyphenylalanine* yang termasuk ke dalam golongan polipeptida (Callow dan Callow, 2002). Tritip, juga menghasilkan senyawa dengan sifat yang sama, namun termasuk ke dalam golongan senyawa *hydrophobic* protein (Callow dan Callow, 2002).

Callow dan Callow (2002) memaparkan *Enthemorpha* sp. merupakan salah satu jenis golongan makroalga yang menempel pada substrat di laut sejak fase spora. Spora makroalga tersebut memiliki cambuk yang dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk menempel pada substrat, karena mengeluarkan *glycoprotein*, yaitu senyawa yang disekresikan dari bagian *apparatus golgi* spora alga.

## 2.3 Senyawa Antifouling

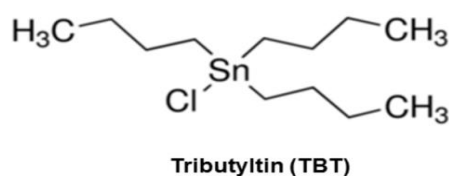
### 2.3.1 TBT (*Tributyltin*)

*Tributyltin* (TBT) merupakan suatu senyawa organotin, dan senyawa ini telah banyak digunakan sebagai bahan *antifouling* di lingkungan laut sejak awal 1960-an. Senyawa organotin adalah senyawa organometalik yang disusun oleh 1 atau lebih ikatan Sn-karbon (Sn-C). Senyawa ini umumnya original senyawa antropogenik kecuali metiltin yang mungkin dihasilkan melalui biometilasi di lingkungan. Senyawa organotin secara mayoritas mempunyai tin dalam kedudukan oksidasi +4 (Sudaryanto, 2011).

Senyawa TBT yang digunakan dalam cat antifouling mengandung sebuah atom tin (Sn) (Gambar 6) yang terikat secara kovalen dengan tiga butyl ( $C_4H_9$ ) moeties dan berasosiasi dengan anion. Formulasi umum TBT adalah  $R_nSnX_{4-n}$ , dimana R adalah sebuah alkil atau aril group (seperti butil, fenil, oktil, metil dan sebagainya), X adalah spesies anionik (seperti Cl, O, OH, dan sebagainya) dan n adalah 1 sampai 4 (Sudaryanto, 2011).

Bahaya dan larangan penggunaan cat *antifouling* dengan campuran TBT dan logam berat di Indonesia menjadi pemicu bagi para peneliti untuk melakukan kajian dan penelitian awal guna menemukan senyawa bioaktif *antifouling* namun

ramah lingkungan (*antibiofouling*). TBT dilepaskan dari cat *antifouling* dan masuk ke dalam lingkungan laut. TBT berakumulasi dengan sedimen, khususnya pada area dengan banyak aktivitas perkapalan (Sudaryanto, 2011). Rumampuk *et al.*, (2019) menyatakan bahwa TBT masuk pada organisme melalui sedimen, kolom air, rantai makan, dan kemudian akan terakumulasi di dalam jaringan. Menurut Sudaryanto (2001) pelepasan TBT dari cat *antifouling* ke perairan menghasilkan zat beracun ke dalam air dan karena itu menghasilkan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan mengganggu kehidupan organisme. Struktur senyawa TBT disajikan pada Gambar 6.

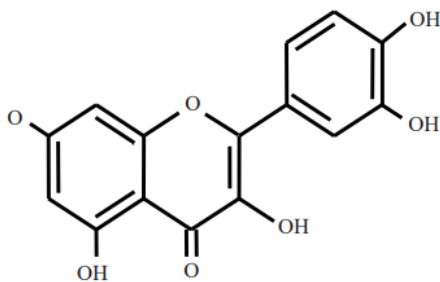


Gambar 6. Struktur senyawa TBT (*tributyltin*).  
Sumber: Castro *et al.*, (2015)

### 2.3.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan golongan fenol terbesar dan umumnya terdapat pada semua tumbuhan hijau dalam bentuk glikosida dan terdapat pada seluruh bagian tanaman, termasuk pada buah, tepung sari, dan akar. Komponen bioaktif tersebut berperan terhadap warna dalam organ tumbuhan seperti bunga, buah, daun, atau warna pada pigmen (Sirait, 2007). Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik dengan struktur kimia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (Redha, 2010) (Gambar 7). Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya (Cook dan Samman, 1996).

Flavonoid yang diisolasi dari tumbuhan mempunyai berbagai keaktifan biologis antara lain mempunyai keaktifan sebagai obat, insektisida, antimikroba, antivirus, antijamur, antioksidan dan antikanker (Matsjeh, 2004).



Gambar 7. Struktur senyawa flavonoid.  
Sumber: Redha, (2010)

Senyawa flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Selain itu, flavonoid memiliki sifat lipofilik sehingga memungkinkan akan merusak membran sel bakteri (Hamdiyanti *et al.*, 2008). Empat jenis flavonoid yaitu, kuersetin, apigenin, naringenin, dan eriodiktiol, diketahui memiliki potensi antibakteri (Cushine dan Lamb, 2005; Wu *et al.*, 2008; dan Lee *et al.*, 2011). Peranan flavonoid sebagai antibakteri adalah dengan menghambat aktivitas enzim mikroba yang pada akhirnya mengganggu proses metabolisme bakteri (Nikham *et al.*, 2012).

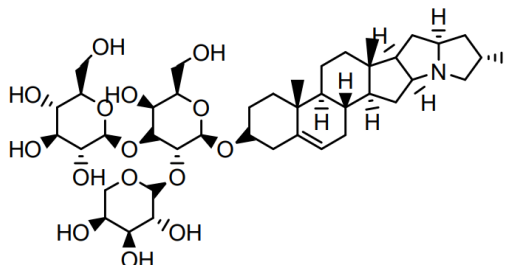
### 2.3.3 Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang umumnya banyak ditemui pada berbagai jenis tanaman. Struktur kimia saponin (Gambar 5) tersusun atas glikondan aglikon. Bagian glikon terdiri dari gugus gula seperti glukosa, fruktosa, dan jenis gula lainnya. Bagian aglikon merupakan sapogenin. Sifat ampifilik tersebut dapat membuat bahan alam yang mengandung saponin bisa berfungsi sebagai surfaktan (Nurzaman *et al.*, 2018).

Dalam tumbuhan, saponin berfungsi sebagai bentuk penyimpanan karbohidrat atau merupakan produk limbah dari metabolisme tumbuh-tumbuhan. Robinson (1991) mengemukakan bahwa saponin bekerja sebagai antibakteri dengan mengganggu stabilitas membran sel bakteri, yang menyebabkan komponen penting



bakteri seperti protein, asam nukleat dan nukleotida keluar sehingga bakteri menjadi lisis.



Gambar 8. Struktur senyawa saponin.

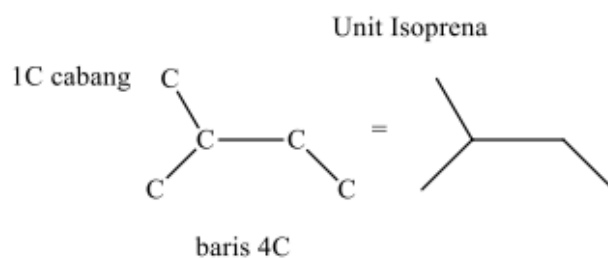
Sumber: Nurzaman *et al.*, (2018)

Saponin berdifusi melalui membran luar dan dinding sel yang rentan, lalu mengikat membran sitoplasma dan mengganggu dan mengurangi kestabilan itu. Hal tersebut menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel.

### 2.3.4 Terpenoid

Terpenoid merupakan kelas metabolit sekunder yang tersusun oleh unit isopren yang berkarbon 5 (-C<sub>5</sub>) yang disintesa dari asetat melalui jalur asam mevalonik (Kabera *et al.*, 2014). Struktur kimia terpenoid (Gambar 9) terdiri dari unsur karbon dan hidrogen dengan rumus (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>. Terpenoid tersusun dari isoprena 5-karbon dan polimer isoprena yang disebut terpen (Heliawati, 2018).

Moroterpen merupakan golongan senyawa turunan dari terpenoid pada lamun yang memiliki sifat antibakteri (Papenbrock, 2021). Mekanisme kerja terpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Rusaknya porin yang berfungsi sebagai pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri yang akan mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Cowan, 1999).

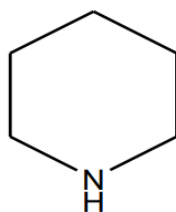


Gambar 9. Struktur senyawa terpenoid.  
Sumber: Heliawati (2018)

### 2.3.5 Alkaloid

Alkaloid merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang bersifat basa dengan satu atau lebih atom nitrogen yang umumnya berada dalam gabungan sistem siklik (Harborne, 1997). Sebagian besar alkaloid mempunyai kerangka dasar polisiklik termasuk cincin heterosiklik nitrogen serta mengandung substituen yang tidak terlalu bervariasi (Gambar 10). Atom nitrogen alkaloid hampir selalu berada dalam bentuk gugus amin ( $-NR_2$ ) atau gugus amida ( $-CO-NR_2$ ) dan tidak pernah dalam bentuk gugus nitro ( $NO_2$ ) atau gugus diazo, sedangkan substituen oksigen biasanya ditemukan sebagai gugus fenol ( $-OH$ ), metoksi ( $-OCH_3$ ) atau gugus metilendioksi ( $-O-CH_2-O$ ) substituen oksigen tersebut dan gugus N-metil merupakan ciri sebagian besar alkaloid (Lenny, 2006). 4

Alkaloid menurut Saxena *et al.* (2013) memiliki banyak aktivitas farmakologi termasuk efek antihipertensi (banyak pada indole alkaloid), efek antiaritmia (quinidine, spareien), aktivitas antimalaria (kina), dan aktivitas antikanker (banyak pada indole dimer, vincristine, vinblastin). Setyati *et al.*, (2005) juga menemukan senyawa alkaloid pada lamun *E. acoroides* dan juga didapatkan hasil bahwa senyawa alkaloid pada lamun *E. acoroides* bersifat bioaktif sebagai antibakteri. Robinson (1991) menyatakan bahwa kemampuan senyawa alkaloid sebagai antibakteri dilakukan dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan sel bakteri tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel pada bakteri tersebut.

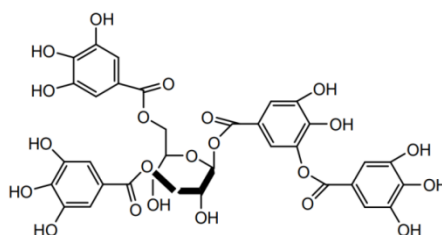


Gambar 10. Struktur senyawa alkaloid.  
Sumber: Robinson (1991)

### 2.3.6 Tanin

Tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal (Desmiaty *et al.*, 2008). Struktur senyawa tanin (Gambar 11) terdiri dari cincin benzena ( $C_6$ ) yang berikatan dengan gugus hidroksil (-OH) (Noer *et al.*, 2018). Tanin memiliki peranan biologis yang besar karena fungsinya sebagai pengendap protein dan penghelat logam.

Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat enzim *reverse transkriptase* dan *DNA topoisomerase* sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk (Nuria *et al.*, 2009). Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri juga yaitu dengan cara menyebabkan sel *Porphyromonas gingivalis* menjadi lisis. Hal tersebut terjadi karena tanin memiliki target pada dinding polipeptida dinding sel bakteri sehingga pembentukan dinding sel menjadi kurang sempurna dan kemudian sel bakteri akan mati. Tanin juga memiliki kemampuan untuk menginaktifkan enzim bakteri serta mengganggu jalannya protein pada lapisan dalam sel (Ngajow *et al.*, 2013).



Gambar 11. Struktur senyawa tanin.  
Sumber: Noer *et al.*, (2018)

### **III.METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2023. Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengambilan sampel lamun dan analisis sampel lamun. Pengambilan sampel lamun dilakukan di perairan Way Kunjir, Kabupaten Pesawaran. Pengujian fitokimia dan ekstraksi dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMI-PA) Universitas Lampung. Isolasi bakteri *fouling*, uji zona hambat dan uji MIC dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) dan Laboratorium Oseanografi, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi alat yang digunakan pengambilan sampel dan analisis di laboratorium. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 dan 3.

#### **3.3 Prosedur Penelitian**

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pengambilan sampel lamun dan bakteri *fouling*, sterilisasi alat, pembuatan media, isolasi bakteri *fouling*, kultur bakteri, ekstraksi lamun, uji zona hambat, uji fitokimia, dan uji MIC. Tahapan penelitian yang dilakukan disajikan pada Gambar 12.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Keterangan / fungsi
1	Autoclave	LS-35HG	Alat untuk sterilisasi.
2	Bunsen	-	Alat untuk sterilisasi.
3	Cawan petri	18 x 95 mm <sup>2</sup>	Wadah untuk mikroba tumbuh.
4	<i>Coolbox</i>	-	Alat penyimpanan sampling.
6	<i>Erlenmeyer</i>	1waki 250mL	Alat untuk membuat media.
7	Gelas ukur	Iwaki 500mL	Alat untuk mengukur air.
8	<i>Hot plate</i>	MG-78-1	Alat untuk menghomogenkan bahan.
9	Inkubator	Redline	Alat untuk inkubasi mikroba.
10	Penggaris	Butterfly	Alat untuk mengukur zona bening.
11	Jarum ose	-	Alat untuk inokulasi bakteri.
12	Jas lab	Unila	Alat pelindung dan menjaga tubuh tetap steril.
13	Kamera ponsel	Iphone	Dokumentasi.
14	<i>Laminar airflow</i>	Esco	Alat untuk kegiatan penelitian dan menghindari kontaminasi.
15	Laptop	Hp	Alat untuk membuat laporan.
16	Lemari Pendingin	Sharp	Alat untuk penyimpanan media kosong.
17	<i>Log book</i>	Sinarmas	Alat untuk mencatat data.
18	Pinset	-	Alat untuk mengambil kertas cakram.
19	Pipet tetes	-	Alat untuk memindahkan larutan dari wadah satu ke wadah lain.
20	Pisau/ <i>Cutter</i>	-	Alat untuk memotong sampel uji.
21	Tabung reaksi	Iwaki 15 x 50 mm <sup>2</sup>	Alat untuk pengenceran bakteri.
22	Timbangan digital	Solechan MT	Alat untuk menimbang bahan.
23	Kain kasa	OneMed	Alat untuk menutup tabung reaksi dan erlenmeyer .
24	Karet gelang	Peony	Alat untuk merekatkan dan mencegah udara masuk.
25	Masker	Goto	Alat untuk pelindung wajah.
26	Sarung Tangan medis	Gloves	Alat untuk mencegah kontaminasi.
27	<i>Papper disk</i>	5 mm	Alat untuk uji zona hambat.
28	Plastik tahan panas	Diana	Alat untuk membungkus alat.
29	Plastik wrab	Bestcling	Alat untuk merekatkan cawan petri.
30	Tissu	Jolly	Alat untuk membersihkan <i>laminary</i> .

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Keterangan / fungsi
1	Akuades (-)	Teknis	Kontrol negatif.
2	kloramfenikol	Teknis	Kontrol positif.
3	Air laut steril	Teknis	Pelarut media.
4	Alkohol 70%	Teknis	Disinfektan untuk sterilisasi alat dan diri.
5	Lamun	Daun	Sampel uji.
6	Etil asetat	Teknis	Pelarut sampel.
7	N-heksana	Teknis	Pelarut sampel.
8	Methanol	Teknis	Pelarut sampel.
9	Bakteri <i>fouling</i>	-	Bakteri patogen.
10	<i>Nutrient agar</i>	Pro analisis	Media.
11	Spiritus	Teknis	Bahan bakar bunsen.
12	Asam asetat glacial	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
13	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
14	FeCl <sub>3</sub> 10 %	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
15	Kloroform	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
16	Pereaksi Mayer	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
17	Serbuk Mg	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
18	HCl pekat	Pro analisis	Pelarut uji fitokimia.
19	NaCl 0,9%	Teknis	Pengencer bakteri.

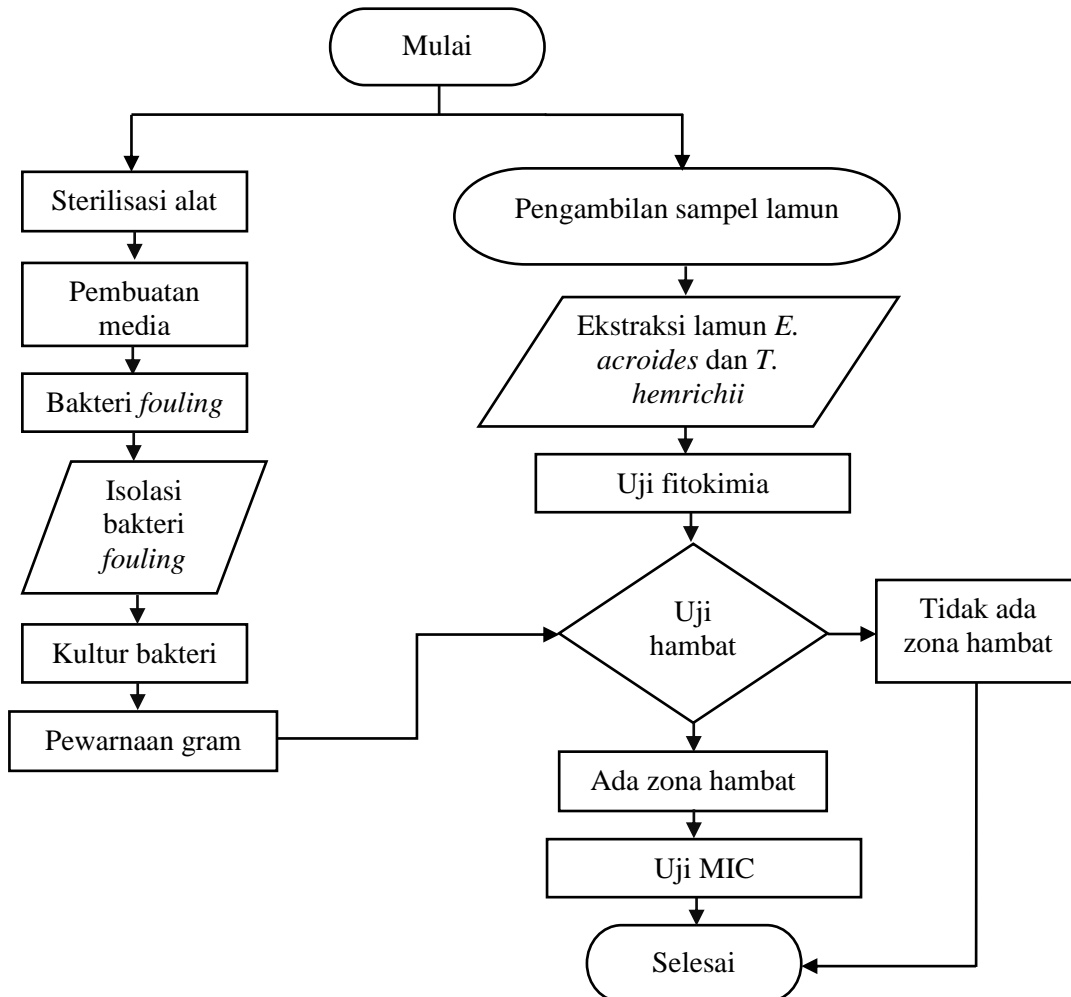
### 3.3.1 Pengambilan Sampel Lamun

Metode pengambilan sampel lamun mengacu pada El-Hady *et al.*, (2007). Sampel lamun yang diambil adalah daun lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada lokasi yang sama yaitu di perairan Way Kunjir, Kabupaten Pesawaran. Sampel daun lamun yang diambil adalah daun yang memiliki kondisinya utuh. Sampel daun lamun diambil sebanyak 1.000 g, dibersihkan kemudian dikeringkan.

### 3.3.2 Pengambilan Bakteri *Fouling*

Metode pengambilan bakteri mengacu pada Susanti *et al.* (2021). Bakteri *fouling* diambil dari potongan kayu yang direndam di perairan Way Kunjir, Kabupaten

Pesawaran, yang bertujuan untuk pembentukan bakteri *fouling*. Perendaman kayu dilakukan selama 7 hari yang dengan cara diikat pada lamun.



Gambar 12. Alur penelitian.

### 3.3.3 Ekstraksi Lamun

Proses ekstraksi dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu proses maserasi, filtrasi dan evaporasi. Pelarut yang digunakan pada proses maserasi atau perendaman adalah pelarut polar (metanol), pelarut semipolar (etil asetat) dan pelarut nonpolar (n-heksan). Metode ekstraksi lamun mengacu pada El-Hady *et al.*, (2007). Langkah-langkah ekstraksi lamun sebagai berikut:

- a) lamun dipotong hingga kecil, kemudian dihaluskan, dan masukkan ke dalam 3 botol yang berbeda;
- b) metanol, etil asetat dan n-heksana ditambahkan ke dalam botol dengan perbandingan 1:6 dan didiamkan selama 2x24 jam pada suhu ruang;
- c) ekstrak lamun disaring menggunakan kertas saring; dan
- d) hasil saringan dimasukkan pada vacuum *rotary evaporator* pada temperatur 40 °C untuk mendapatkan ekstrak kasar lamun dalam bentuk pasta.

Berat ekstrak dihitung untuk mendapatkan jumlah rendemen menggunakan persamaan (1) (Sani *et al.*, 2014) :

$$\% \text{ Rendemen ekstrak} = \frac{\text{berat ekstrak}}{\text{berat kering}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

### 3.3.4 Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif pada ekstrak daun lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Metode uji fitokimia merupakan metode pengujian warna dengan beberapa bahan pereaksi berdasarkan Tasmin *et al.*, (2014). Langkah-langkah pengujian fitokimia sebagai berikut:

#### 1. Flavonoid

Langkah kerja pengujian flavonoid sebagai berikut :

- a) bubuk magnesium (Mg) sebanyak 0,5 mg ditambahkan ke ekstrak lamun. Ekstrak lamun yang digunakan sebanyak 0,05 g ekstrak lamun;
- b) HCl 2N pekat sebanyak 5 mL ditambahkan kedalam campuran ekstrak lamun dan magnesium dengan cara diteteskan secara perlahan; dan
- c) jika terbentuk larutan berwarna merah muda atau kuning dan terdapat busa menunjukkan bahwa larutan tersebut positif mengandung flavonoid.

#### 2. Saponin

Langkah kerja pengujian saponin sebagai berikut :

- a) ekstrak lamun sebanyak 0,05 g dilarutkan dalam 2 mL akuades;
- b) larutan kemudian dihomogenkan selama  $\pm$  30 detik; dan
- c) jika terbentuk busa, maka larutan positif mengandung saponin.



### 3. Terpenoid

Langkah kerja pengujian terpenoid sebagai berikut :

- a) ekstrak lamun sebanyak 0,05 g dilarutkan dengan asam asetat glacial sebanyak 0,5 mL;
- b) larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebanyak 0,5 mL ditambahkan kelarutan tersebut; dan
- c) jika terbentuk warna merah atau kuning, maka positif mengandung terpenoid.

### 4. Alkaloid

Langkah kerja pengujian alkaloid sebagai berikut :

- a) ekstrak lamun sebanyak 0,05 g dilarutkan dengan kloroform sebanyak 5 tetes;
- b) selain itu, ditambahkan larutan meyer sebanyak 5 tetes; dan
- c) jika warna larutan berwarna putih kecoklatan, maka larutan positif mengandung alkaloid.

### 5. Tanin

Langkah kerja pengujian tanin sebagai berikut :

- a) ekstrak lamun sebanyak 0,05 g dilarutkan dengan larutan  $FeCl_3$  10 % sebanyak 3 tetes; dan
- b) jika larutan berubah warnanya menjadi hitam kebiruan, maka larutan positif mengandung tanin.

#### 3.3.5 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan sebelum tahapan uji aktivitas bakteri. Sterilisasi alat yang digunakan mengacu pada Wulandari *et al.*, (2022). Alat yang digunakan, dicuci terlebih dahulu menggunakan sabun, kemudian dibilas dengan akuades. Alat kemudian dikering anginkan, setelah kering dibungkus menggunakan kertas dan dimasukkan ke dalam plastik antipanas. Alat yang sudah dibungkus disterilisasi menggunakan autoclave pada temperatur  $121^\circ C$  selama 15 menit.

### 3.3.6 Pembuatan Media

Media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri yang diisolasi dari laut berupa media NA (*nutrient agar*). NA dilarutkan menggunakan air laut steril. Komposisi media *nutrient agar* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi media *nutrient agar*

Komposisi	Satuan	1000 mL
<i>Peptone</i>	g	5.00
<i>HM peptone B #</i>	g	1,50
<i>Yeast extract</i>	g	1,5
<i>Sodium extract</i>	g	5.00
Agar	g	15.00
Air	mL	1.000

Sumber: Purniasih *et al.*, (2022)

Media dibuat menggunakan metode Purniasih *et al.*, (2022). Langkah-langkah pembuatan media sebagai berikut:

- NA sebanyak 28 g dilarutkan menggunakan air laut sebanyak 100 mL;
- larutan tersebut kemudian dihomogenkan menggunakan *hotplate* selama 15 menit;
- setelah homogen, larutan disterilisasi menggunakan *autoclave* pada temperatur 121° C selama 15 menit; dan
- larutan yang sudah disterilisasi dituang ke dalam cawan petri.

### 3.3.7 Isolasi Bakteri *Fouling*

Isolasi bakteri *fouling* dilakukan menggunakan metode *pour plate* (lempeng tuang) Brock dan Madigan (1991). Tahapan isolasi bakteri *fouling* adalah sebagai berikut:

- kayu yang sudah direndam dikerok pada bagian permukaan;
- hasil pengerokan diencerkan dengan pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ ;
- dari setiap pengenceran, diambil sebanyak 100  $\mu$ l menggunakan pipet dan dituang ke dalam media NA (*nutrient agar*), setelah itu ratakan menggunakan *spreader*; dan

- d) media kemudian diinkubasi selama 24 jam pada temperatur 37 °C.

### 3.3.8 Kultur Bakteri *Fouling*

Bakteri *fouling* yang diisolasi dikultur pada media sesuai menurut Nuria *et al.*, (2010). Proses kultur bakteri pada penelitian sebagai berikut:

- a) bakteri diinokulasi ke media NA, kemudian inkubasi selama 24 jam pada temperatur 37 °C; dan
- b) bakteri yang tumbuh diencerkan dengan NaCl 0,9 %, kekeruhannya disesuaikan dengan Mc Farland 0,5 ( $1,5 \times 10^8$  cfu/mL).

### 3.3.9 Uji Gram Bakteri *Fouling*

Uji gram yang dilakukan adalah pewarnaan gram dan KOH 3% yang bertujuan untuk mengetahui jenis gram bakteri. Pewarnaan gram bakteri *fouling* menggunakan metode menurut Nurhidayati *et al.* (2015). Proses pewarnaan gram bakteri *fouling* pada penelitian adalah sebagai berikut:

- a) akuades diteteskan sebanyak 1-2 tetes ke kaca objek;
- b) koloni bakteri yang diinokulasi sebelumnya, diambil sebanyak satu ose dan diletakkan di atas kaca objek, kemudian disebar hingga merata dan dieringankan;
- c) tahapan (a) dan (b) diulang untuk mendapatkan 2 kaca objek
- d) larutan kristal violet (gram A) diteteskan di atas bakteri dan diamkan selama 1 menit, kemudian cuci menggunakan akuades;
- e) larutan iodin (gram B) diteteskan di atas bakteri dan diamkan selama 2 menit kemudian cuci menggunakan akuades.
- f) larutan etanol (gram C) diteteskan di atas bakteri dan diamkan selama 30 detik kemudian cuci menggunakan akuades;
- g) larutan safranin (gram D) diteteskan di atas bakteri dan diamkan selama 30 detik, kemudian cuci menggunakan akuades; dan
- h) bakteri diamati menggunakan mikroskop;

- i) jika bakteri menghasilkan warna merah atau merah muda maka, bakteri tersebut gram negatif dan jika menghasilkan warna ungu maka bakteri tersebut gram positif.

pengujian KOH 3% menggunakan metode menurut Jaya dan Subha (2011). Proses pengujian KOH 3% bakteri *fouling* pada penelitian adalah sebagai berikut:

- a) KOH 3% diteteskan sebanyak 1 tetes ke kaca objek;
- b) koloni bakteri yang diinokulasi sebelumnya, diambil sebanyak satu ose dan diletakkan di atas kaca objek, kemudian diaduk melingkar terus menerus selama 1 menit, kemudian ditarik dengan lembut; dan
- c) jika koloni bakteri menghasilkan lendir maka bakteri tersebut gram negatif dan jika tidak menghasilkan lendir maka bakteri tersebut gram positif.

### 3.3.10 Uji Zona Hambat

Ekstrak lamun diuji kemampuannya untuk menghambat bakteri *fouling*. Uji zona hambat dilakukan menggunakan metode *disk diffusion* (Radjasa *et al.*, 2007).

Bakteri yang diujikan adalah bakteri *fouling* yang diisolasi dari laut pada metode sebelumnya. Langkah kerja pada pengujian zona hambat sebagai berikut :

- a) bakteri *fouling* sebanyak 100 µl kultur dimasukkan ke dalam media NA dan ratakan menggunakan *cotton bud*;
- b) ekstrak lamun dilarutkan menggunakan akuades untuk membuat larutan stok. Konsentrasi larutan stok sebesar 1.300 ppm dibuat dengan melarutkan sebanyak 0,13 g ke dalam 100 mL;
- c) konsentrasi uji dibuat dengan mengencerkan larutan stok, sehingga diperoleh konsentrasi uji 500 ppm, 750 ppm, 1.000 ppm, 1.250 ppm dan 1.300 ppm. Pengenceran dilakukan menggunakan persamaan (2), yaitu;

$$V_1.N_1 = V_2.N_2 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$V_1$  = Volume uji

$N_1$  = konsentrasi stok

$V_2$  = Volume media

$N_2$  = Konsentrasi uji

Perhitungan pengenceran konsentrasi uji disajikan pada Lampiran 1;

- a) selain konsentrasi uji dibuat juga larutan kontrol positif. Larutan kontrol positif dibuat dengan melarutkan kloramfenikol menggunakan akuades, konsentrasi kontrol positif yaitu sebesar 1%;
- b) konsentrasi larutan uji dibuat dalam wadah erlenmeyer;
- c) kertas cakram dicelupkan ke dalam tiap-tiap larutan uji dan kontrol positif
- d) kertas cakram diletakkan pada media agar yang telah ditumbuhi bakteri uji;
- e) setelah itu, media Inkubasi selama 24 jam pada temperatur 37 °C; dan
- f) aktivitas hambat ekstrak lamun diukur berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk. Pengukuran diameter zona hambat menggunakan metode menurut Poeloengan *et al.* (2007). Zona hambat diukur menggunakan jangka sorong. Hasil pengukuran dihitung diameter zona hambat menggunakan persamaan (3), yaitu:

$$Z = A - B \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

Z = diameter zona hambat (mm)

A = diameter zona bening (mm)

B = diameter kertas cakram (mm)

Hasil perhitungan zona hambat dicocokkan berdasarkan kriteria menurut Kusmarwati dan Indriati (2008) dengan kriteria aktivitas lemah (diameter  $\leq 5$  mm), aktivitas sedang ( $\emptyset$  5–10 mm), aktivitas kuat ( $\emptyset$  >10–20 mm), dan sangat kuat ( $\emptyset$  >20–30 mm).

### 3.3.11 Uji MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*)

Uji MIC (*minimum inhibition concentration*) merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui dosis terkecil dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Penentuan nilai MIC ditentukan dengan melihat konsentrasi cawan petri terakhir yang tidak tampak koloni bakteri (Soleha, 2015). Langkah kerja pada pengujian MIC sebagai berikut :

- a) pembuatan larutan stok dengan melarutkan ekstrak lamun sebanyak 0,13 g dengan pelarut 100 mL;
- b) pembuatan larutan uji dari larutan stok dengan metode pengenceran menggunakan persamaan (3). Perhitungan konsentrasi larutan uji disajikan pada lampiran 2;
- c) media *nutrient agar* sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian dihomogenkan dengan cara digoyang-goyangkan;
- d) ke dalam media *nutrient agar* ditambahkan ekstrak lamun sesuai dengan hasil perhitungan;
- e) bakteri *fouling* hasil inokulasi digoreskan di atas permukaan media dengan menggunakan *cotton bud*;
- f) media yang telah terisi bakteri *fouling* diinkubasi selama 24 jam pada temperatur 37 °C; dan
- g) pada media tersebut diamati pertumbuhan bakterinya; dan
- h) pada media dengan konsentrasi terkecil yang tidak ditumbuhi bakteri merupakan konsentrasi MIC.

### 3.4 Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif. Data yang dianalisis meliputi data rendemen, hasil uji fitokimia berupa golongan senyawa yang terkandung dalam ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Hasil zona hambat ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* serta nilai MIC. Data-data tersebut disajikan dalam berbentuk tabel atau grafik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian dapat disimpulkan, sebagai berikut :

1. kandungan senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* dengan pelarut metanol adalah alkaloid, flavonoid, dan saponin.
2. ekstrak lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* mampu menghambat bakteri *fouling* dengan katagori lemah, dan
3. konsentrasi terkecil ekstrak *E. acoroides* dan *T. hemprichii* yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *fouling* masih tergolong tinggi.

### 5.2 Saran

Pemanfaatan ekstrak lamun sebagai *antifouling* belum dapat digunakan jika masih berupa ekstrak kasar. Sehingga, perlu dilakukan uji lanjutan menggunakan senyawa spesifik seperti alkaloid, flavonoid dan saponin yang diperoleh dari ekstrak kasar lamun tersebut.

## **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

- Abarzua, S., Jakubowski, S. 1995. Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. I. Biological and biochemical principles for the prevention of biofouling. *Mar Ecol.* 123: 301-312.
- Andayani, R., Lisawati, Y., dan Maimunah. 2008. Penentuan aktivitas antioksidan, kadar fenolat total dan likopen pada buah tomat (*solanum lycopersicum l*). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi.* 13(1): 1-9.
- Antonia, R., Nora, I., dan Mega, S. J. S. 2019. Skrining aktivitas antibakteri bakteri berasosiasi lamun *Thalassia hemprichii* dari perairan Pulau Kabung. *Jurnal Laut Khatulistiwa.* 2(3):79-84.
- Arifin, A. F., Nurrachmi, I., dan Efriyeldi, E. 2020. Toxicity to *Artemia salina* dan *phytochemical* components of *Thalassia hemprichii* seagrass on nirwana beach padang city west sumatera province. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 25(3): 163-171. DOI: 10.31258/jpk.25.3.163-171.
- Arlyza, I. S. 2008. Ekstrak lamun sebagai sumber alternatif antibakteri penghambat bakteri pembentuk *biofilm*. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia.* 34.(2): 207-225.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., dan Warditiani, N. K. 2014. Skrining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber purpureum Roxb.*). *Jurnal Farmasi Udayana.* 3(4): 1-7.
- Azalia, D., Rachmawati, I., Zahira, S., Danriyani, F., Santersebut, T. M., Supriyatin, S., dan Aulya, N. R. 2023. Uji kualitatif senyawa aktif flavonoid dan terpenoid pada beberapa jenis tumbuhan *Fabaceae* dan *Apocynaceae* di Kawasan TNGPP Bodogol. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar.* 8(1): 32-43.
- Azkab, M. H. 2006. Bidang sumberdaya laut, pusat penelitian oseanografi-LIPI. *Jurnal Oseana.* 31(3): 45–55.
- Bengen, D.G. 2001. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor. 62 hlm.

- Brock, T.D., dan Madigan M. 1991. *Biology of Microorganisms. 6th edition.* Prentice Hall. New Jersey. 874 hlm.
- Callow, M.E., dan Callow, J.A. 2002. Marine *biofouling*: a sticky problem. *Biologist.* 49(1): 69-72.
- Castro, I. B., Costra, P.G., Primel, E.G., dan Fillmann, G. 2015. Environmental matrices effect in butyltin determinations by GC/MS. *Ecotoxicology dan Environmental Contamination.* 10(1): 47-53. DOI: 10.5132/eec.2015.01.08.
- Cook, N.C. dan Samman, S. 1996. Review flavonoids-chemistry, metabolism, cardioprotective effect, dan dietary sources. *Journal of Nutritional Biochemistry.* (7): 66-76.
- Cowan, M. 1999. Plant product as antimicrobial agent. *Clinical Microbiology Reviews.* 12(4): 564-582.
- Cushnie, T. P. T., dan Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal Antimicrob Agents.* 26: 343-56.
- Czaczyk, K., dan Myszka, K. 2007. Biosynthesis of extracellular polymeric substance (EPS) dan its role in microbial *biofilm* formation. *Polish J. Environ Stud.* 16(6): 799-806.
- Den, H., Kuo C. J. 2006. *Taxonomy and Biogeography of Seagrasses.* Di dalam: Larkum, A. W. D, Orth, R. J, Duarte C. M, editor. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation.* Netherlands. Springer.
- Dewi, C. S.U. 2013. *Potentian Bioactive of Enhalus acoroides dan Thalassia hemprichii for Antibiofouling in Pramuka Islan DKI Jakarta.* (Tesis). IPB. Bogor.
- Dewi, K. N., dan Prabowo, A. S. 2015. Status padang lamun pantai-pantai wisata di Pacitan. *Jurnal Biogenesis.* 3(1): 53-59.
- Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi, M.A., dan Agustin, R. 2008. Penentuan jumlah tanin total pada daun jati belanda (*Guazuma ulmifolia lamk*) dan daun sambang darah (*Excoecaria bicolor hassk*) secara kolorimetri dengan pereaksi biru prusia. *Ortocarpus.* 8: 106-109.
- Dhuha, S., Bodhi, W., dan Kojong, N.2016. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun lamun (*Sryngodium isoetifolium*) terhadap bakteri *Pseudomonas aerugionosa.* *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi.* 5(1): 231- 237.
- Edison, E., Diharmi, A., Ariani, N. M., dan Ilza, M. 2020. Komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan ekstrak kasar *Sargassum plagyophyllum.* *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia.* 23(1): 58-66. DOI:10.17844/jphpi.-v23i1.30725.

- Egan S. 2001. *Production dan Regulation of Fouling Inhibitory Compounds by the Marine Bacterium*. School of Microbiology dan Immunology. Faculty of Life Science. The University of New South Wales. Sydney. Australia. 279 hlm.
- El-Hady, H.A., Daboor, S.M., Ghoniemy, A.E. 2007. Nutritive dan antimicrobial profiles of some seagrasses from Bardawil Lake, Egypt. *Egyptian Journal Of Aquatic Research*. 33(3): 103-110.
- Elifah, E. 2010. *Uji Antibakteri Fraksi Aktif Ekstrak Metanol Daun Senggani (Melastoma candidum, D.Don) Terhadap Escherichia coli dan Bacillus subtilis Serta Profil Kromatografi Lapis Tipisnya*. (Skripsi). UNS. Surakarta.
- Embankment, A. 2015. *Antifouling Systems*. International Maritime Organization. London. 45 hlm.
- Fahrudin, Muh., Yulianda, F., dan Setyobudiandi, I. 2017. Density and the coverage of seagrass ecosystem in bahoii village coastal waters, North Sulawesi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1): 375-383.
- Fajarullah, A., Irawan, H., dan Pratomo, A. 2014. Ekstraksi senyawa metabolit sekunder lamun *Thalassodendron ciliatum* pada pelarut berbeda. *Repository UMRAH*. 1(1): 1-15.
- Febrina, L., Rusli, R., dan Muflihah, F. 2015. Optimalisasi ekstraksi dan uji metabolit sekunder tumbuhan libo (*Ficus variegata Blume*). *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*. 3(2): 74-81.
- Felisberto, M. H. F., Wahanik, A. L., Gomes, C. R. R., Clerici, M. T. P. S., Chang, Y.K., dan Steel, C. J. 2015. Use of chia (*Salvia hispanica L.*) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie-Food Science and Technology*. 63(2):1049-1055.
- Gustavina, N. L. G. W. B., Dharma, I. G. B. S., dan Faiqoh, E. 2017. Identifikasi kandungan senyawa fitokimia pada daun dan akar lamun di Perairan Samuh Bali. *Journal of Marine dan Aquatic Sciences*. 4(2): 271-277. DOI:10.2484-3/jmas.2018.v4.i02.271-277.
- Harborne, J. B. 1997. *Phytochemical Methods*. Terjemahkan. Padmawinata K., Soediro I. Penerbit ITB. Bandung. 354 hlm.
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., dan Jaya, A. M. 2020. Identifikasi plant growth promoting *rhizobacteria* pada rizosfer bambu duri dengan gram KOH 3%. *Agrotechnology Research Journal*. 4(1): 41-46. DOI:10.20961/agrotechresj.v4i1.40875.

- Hamdiyati, Y., Kusnadi, M., dan Rahadian, I. 2008. Aktivitas antibakteri ekstrak daun patikan kebo (*Euphorbia hirta*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 12(1): 1-10. DOI: 10.18269/jpmipa.v12i1.312.
- Heliawati, L. 2018. *Kandungan Kimia dan Bioaktivitas Tanaman Kecapi*. PPS UNPAK Press. Bogor. 73 hlm.
- Hentzer, M., Riedl, K., Rasmussen, T.B., Heydorn, A., Danerson, J.B., Parsek, M.R., Rice, S.A., Eberl, L., Molin, S., Hoiby, N., Kjelleberg, S., dan Givskov, M. 2002. Inhibition of quorum sensing in *Pseudomonas aeruginosa* biofilm bacteria by a halogenated furanone compound. *Microbiology*. 148: 87-102. DOI:10.1099/00221287-148-1-87.
- Hidayat, W., Warpala, W.S., dan Dewi, D.P.S.R. 2018. Komposisi jenis lamun (seagrass) dan karakteristik biofisik perairan di kawasan pelabuhan Desa Celukanbawang Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 5(3): 133-145.
- Iswari, M.Y.N.D.M., Sjafrie, U. E., Hernawan, B., Prayudha, Rahmat, I.H., Supriyadi, K., Anggratersebut, S., Rahmawati, dan Suyarso. 2018. *Album Peta Lamun*. LIPI. Jakarta. 40 hlm.
- Jaya, C. T., dan Subha, M. P. 2011. A study of 2 rapid tests to differentiate gram positive and gram negative aerobic bacteria. *Jurnal Med Allied Sci*. 1(2): 84-85.
- Jensen, P.R., Jenlins, K.M., Porter, D., dan Fenical, W. 1998. Evidence that a new antibiotic flavone glycoside chemically defends the seagrass *Thalassia testudinum* against zoosporic fungi. *AEM*. 64(4): 1490-1496.
- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., He, X. 2014. Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2: 377-392.
- Kannan, R. R.R., Arumugam, R., Meenakhshi, S., dan Anantharaman, P. 2010. Thin layer chromatography analysis of antioxidant constituents from seagrasses of Gulf of Mannar biosphere reserve, South India. *IJCRGG*. (2)3: 1526-1530.
- Kusmarwati, A., dan Indriati, N. 2008. Daya hambat ekstrak bahan aktif biji pircung (*Pangium edule*) terhadap pertumbuhan bakteri penghasil histamin. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1): 128-130. DOI:10.15578/jpbkp.v3i1.7.
- Lanyon, J. 1986. *Seagrass of the Great Barrier Reef*. NadicprintServices Pty. Ltd. Queensland. 61 hlm.

- Lee, J. Y., Jeong, K. W., Shin, S., dan Kim, Y. 2011. Antimicrobial natural products as  $\beta$ -ketoacyl-acyl carrier protein synthase III inhibitors. *Bioorg Med Chem.* 17: 5408-5413.
- Lenny, S. 2006. *Senyawa Flavonoida, Fenil Propanoida dan Alkaloida.* (Karya Ilmiah). USU. Medan.
- Mahmiah, M., 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. DOI:10.14710/jmr.v12i1.35076.
- Maleki, S., Seyyednejad, S. M., Damabi, N. M., dan Motamedi, H. 2008. Antibacterial activity of the fruits of Iranian *torilis leptophylla* against some other bacterial pathogens. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 11(9): 1286-1289. DOI:10.3923/pjbs.2008.1286.1289.
- Matsjeh, S. 2004. *Sintesis Flavonoid: Potensi Metabolit Sekunder Aromatik dari Sumber Daya Alam Nabati Indonesia.* UGM. Yogyakarta. 53 hlm.
- Mckenzie, L. J., and Yoshida, R. L. 2009. Seagrass-Watch: Proceeding of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia. *The Nature Conservancy, Coral Triangle Center.* 56 hlm.
- Munifatul, I. 2007. Screening potensi antibakteri pada beberapa spesies rumput laut terhadap bakteri patogen pada udang windu. *Jurnal BIOMA.* 9(2): 62-67. DOI: 10.14710/bioma.9.2.62-67.
- Ngajow, M., Abidjulu, J., dan Kamu, V. S. 2013. Pengaruh antibakteri ekstrak kulit batang mataoa (*Pometia pinnata*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* secara *In vitro*. *Jurnal MIPA.* 2(2): 128-132. DOI: 10.35799/jm.2.2.-2013.3121.
- Nikham dan Basjir, T. E. 2012. Uji bahan baku antibakteri dari buah mahkota dewa (*phaleria macrocarpa (scheff) boerl.*) Hasil iradiasi gamma dan antibiotik terhadap bakteri patogen. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan.* 15 Oktober 2012. 168-174 hlm.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., dan Gresinta, E. 2018. Penetapan kadar senyawa fitokimia (tanin, saponin dan flavonoid) sebagai kuersetin pada ekstrak daun inggu (*Ruta angustifolia L.*). *Jurnal Eksakta.* 18(1): 19-29. DOI:10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3.
- Nur, M. A. 2004. *Distribusi Spasial Lamun dan Kaitannya dengan Faktor Oseanografi serta Preferensi Lamun Terhadap Substrat di Perairan Pulau Kodingareng, Kota Makassar.* (Skripsi). Jurusan Ilmu Kelautan. UNHAS. Makassar.

- Nur, R.M., dan Rahmawati, R. 2019. Kombinasi uji aktivitas *antifouling* (*rhi-zophora apiculata*) di Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 14(1): 17-22. DOI:10.31851/jipbp.-v14i1.3365.
- Nurafni, dan Nur, R.M. 2018. *Antifouling* activity of *Cymodecea rotundata* dan *Halodule ptersebutfolia* at Pulau Morotai. *Journal of Physics: Conference Series*. 1(2): 138-145.
- Nurhidayati, S., Faturrahman, F., dan Ghazali, M. 2015. Deteksi bakteri patogen yang berasosiasi dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) bergejala penyakit *ice-ice*. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 1(2): 24-30. DOI:10.29303/-jstl.v1i2.53.g19.
- Nuria, M.C., Astuti, E.P., dan Sumantri. 2010. Antibacterial activities of ethyl acetate fraction of methanol extract from sosor bebek leaves (*Kalanchoe pinnata Pers.*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 6(2): 51-61.
- Nurjannah, Abdullah, A., dan Apridani, A. 2011. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif pada keong ipong-ipong (*faciolaria salmo*). *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 14(1): 22-29.
- Nurzaman, F., Djajadisastra, J., dan Elya, B. 2018. Identifikasi kandungan saponin dalam ekstrak kamboja merah (*Plumeria rubra L.*) dan daya surfaktan dalam sediaan kosmetik. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 8(2): 85-93. DOI:10.22435/jki.v8i2.325.
- Papenbrock, J. 2012. Highlights in seagrasses' phylogeny, physiology, dan metabolisme: what makes them special?. *International Scholarly Research Network Botany*. 2012. 1-15. DOI: 10.5402/2012/103892.
- Phillips, R.C., dan Menez, E.G. 1988. *Seagrasses*. Smithsonian Institution Press. Washington. 104 hlm.
- Pelczar, M. J., dan Chan, E. C. S. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI-Press. Jakarta. 443 hlm.
- Plouguerne, E.C., Hellio, C., Cesconetto, M., Thabard, K., Mason, B., Veron, R.C., Pereira, dan Gama, B.A. P. 2010. *Antifouling* activity as a function of population variation in *Sargassum vulgare* from the littoral of Rio de Janeiro (Brazil). *J Appl Phycol*. 22: 717-724. DOI: 10.1007/s10811-010-9511-0.
- Poeloengan, M., Danriani, Susan, Komala, I., dan Hasnita, M. 2007. Uji daya antibakteri ekstrak etanol kulit batang bungur (*Largerstoremia speciosa Pers*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *in vitro*. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 1-7.

- Pranata, A.I.N., Suwastika, dan P. Paserang. 2018. Jenis-jenis lamun (*seagrass*) di Kecamatan Tinangkung, Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah. *Natural Science: Journal of Science dan Technology*. 7(3): 349-357.
- Purnama, A. A., dan Brahmana, E. M. 2018. Bioaktivitas antibakteri lamun *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*. *Jurnal Biologi UNDAN*. 6(1): 45-50. DOI: 10.25077/jbioua.6.1.45-50.2018.
- Purniasih, N.K.P., Ginting, E.L., Wullur, S., Mangindaan, R.E.P., Rumampuk, N.D.C., dan Pratasik, S.B. (2022). Antibacterial activity of endophytic bacteria of seagrass symbiont *Enhalus acoroides* from Tiwoho Waters, North Minahasa. *Jurnal Ilmiah PLATAX*. 10(2): 402-414. DOI: <https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42485>.
- Putri, W. S., Warditiani, N. K., dan Larasanty, L. P. F. 2013. Skrining fitokimia ekstrak etil asetat kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(4): 56-60.
- Radjasa, O.K., Siti, I.O.S., Agus, S., dan Jutta, W. 2007. Antibacterial activity of marine bacterium *Pseudomonas* sp. associated with soft coral *Sinularia polydactyla* against *Streptococcus equi* Subsp. *Zooepidemicus*. *International Journal of Pharmacology*. 3 (2): 170-174.
- Rahmawati, D. 2019. *Mikrobiologi Farmasi : Dasar-dasar Mikrobiologi untuk Mahasiswa Farmasi*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 272 hlm.
- Rahmawati, S., Irwan, A., Supriyadi, I.H., dan Azkab, M.H. 2014. *Pdanan Monitoring Padang Lamun*. COREMAP CTI LIPI. Jakarta. 45 hlm.
- Railkin., A. I. 2004. *Marine Biofouling. Colonization processes dan defence*. CRC Press. Florida. 320 hlm.
- Ravikumar, S., Thajuddin, N., Suganthi, P., Inbaneson, S.J., dan Vinodkumar, T. 2018. Bioactive potential of seagrass bacteria against human bacterial pathogens. *Jurnal Environ*. 3(1): 387-389.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: struktur, sifat antioksidatif dan peranannya dalam sistem biologis. *Jurnal Berlin*. 9(2): 196-202. DOI: 10.1186/2110-5820-1-7.
- Rumiantin, R. O. 2011. *Kandungan Fenol Komponen Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Lamun Enhalus acoroides. (Skripsi)*. IPB. Bogor.
- Rinto, M. N., dan Rahmawati. 2019. Kombinasi uji aktivitas antifouling (*Rhizophora apiculata*) di Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 14(1): 32-36. DOI:10.31851/jipbp.v14i1.3365.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. ITB. Bandung. 367 hlm.

- Rumampuk, N. D., Rumengan, I. F., Rompas, R. M., Undap, S. L., Boneka, F. B., Jensen, K. R., dan Lasut, M. T. 2018. *Tributyltin (TBT) contamination and impacts on imposex in *Thalessa aculeata* (mollusca: Neogastro-poda: Muricidae) in Minahasa Peninsula coastal waters, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*. 11(1): 184-193.*
- Sabdono, A., dan Radjasa, O.K. 2006. *Antifouling activity of bacteria associated with soft coral *Sarcophyton* sp. against marine biofilm forming bacteria. *Journal of Coastal Developmen*.10(1): 55-62.*
- Sabdono, A. 2007. Pengaruh ekstrak *antifouling* bakteri karang *pelagiobacter variabilis strain USP3.37* terhadap penempelan tritip di perairan Perairan Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan*. 12(1): 18-23. DOI: 10.14710/ik.ijms.-12.1.18-23.
- Sani, R.N., Fithri, C.N., Ria, D.A., dan Jaya, M.M. 2014. Analisis rendemen dan skrining fitokimia ekstrak etanol mikroalga laut *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 121-126.
- Sari, D.W.S. 2013. *Potensi Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* dari Perairan Pulau Pramuka Kepulauan Seribu sebagai Antioksidan dan Aktivitasnya dalam Menghambat Pembentukan Peroksida*. (Tesis). Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Saxena, M., Saxena, J., Singh, D. dan Gupta, A. 2013. Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*.1(6): 168-182.
- Schwarz, S., dan Noble, W.C. 1999. Aspects of bacterial resistance to antimicrobials used in veterinary dermatological practice. *Veterinary dermatology*. 10(3): 163-176. DOI: 10.1046/j.1365-3164.1999.00170.x.
- Setyati, W.A., SubagIyo, dan Ali, R. 2005. *Potensi Bioaktivitas Alkaloid dari Lamun *Enhalus acoroides**. UNDIP. Semarang. 485 hlm.
- Sirait. 2007. *Penuntun Fitokimia dalam Farmasi*. ITB. Bandung. 246 hlm.
- Sineke, F.U. 2016. Penentuan kandungan fenolik dan sun protection factor (spf) dari ekstrak etanol dari beberapa tongkol jagung (*Zea mays L.*). *Pharmacon*. 5(1): 279-280.
- Soleha, T.U. 2015. Uji kepekaan terhadap antibiotik. *Jurnal Kedokteran Unila*. 5(9): 119-123.
- Sudaryanto, A. 2011. Pencemaran laut oleh senyawa organotin. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2(3): 241-247.



- Sukandar, S. 2017. Status padang lamun di Pulau Talago, Madura dan potensinya sebagai bahan baku bioaktif. *Depik*. 6(2): 138-144. DOI: 10.13170/depik.-6.2.6435.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. 428 hlm.
- Susanti, O., Yusuf, M. W. dan Elisdiana, Y. 2021. Potensi bakteri *endofit* lamun *Enhalus* sp. dengan aktivitas *antimikrofouling* dari perairan lampung. *Journal of Marine Research*. 10(4): 589-594.
- Tangke, U. 2010. Ekosistem padang lamun (manfaat, fungsi dan rehabilitasi). *Jurnal Agribisnis Perikanan*. 3(1): 9-29. DOI: 10.29239/j.agrikan.3.1.9-29.
- Tasmin, N., Erwin., dan Kusuma, I.W. 2014. Isolasi, identifikasi dan uji toksisitas senyawa flavonoid fraksi kloroform dari daun terap (*Artocarpus odoratissimus blanco*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 12(1): 45-53.
- Thi, N. D., dan Hwang, E. S. 2014. Bioactive compound contents dan antioxidant activity in aronia (*Aronia melanocarpa*) leaves collected at different growth stages. *Preventive Nutrition dan Food Science*. 19(3): 204-212. DOI: 10.-3746/pnf.2014.19.3.204.
- Thompson, E. B. 1985. *Drug Bioscreening*. Graceway Publishing Company. America. 164 hlm.
- Vu, B., Chen, M., Crawford, R.J., dan Ivanasa, E.P. 2009. Bacterial extracellular polysaccharides involved in *biofilm* formation. *Molecules*. 14: 2535-2554.
- Wahl, M. 1989. Review marine epibiosis. I. *fouling* dan *antifouling*: Some basic aspect. *MEPS*. 58: 175-189.
- Wood, E.J.F., Odum, W.E., Zieman, J.C. 1969. *Influence of The Seagrasses on the Productivity of Coastal Lagoons, Laguna Costeras*. Un Simposio Mem. Simp. Intern. U.N.A.M.-UNESCO, Mexico. 502 hlm.
- Wu, D., Kong, Y., Han, C., Chen, J., Hu, L., Jiang, H., dan Shen, X. 2008. Dalanine:d-alanine ligase as a new target for the flavonoids quercetin and apigenin. *International Jurnal Antimicrob Agents*. 32: 421-426.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., dan Sayekti, R. S. 2022. Sterilisasi peralatan dan media kultur jaringan. *Agrotechnology Innovation* . 4(2): 16-19. DOI: 10.22146/a.77010.
- Yuvaraj, N., Kanmani, P., Satishkumar, R., Paari, A., Pattukumar, V., dan Arul, V. 2012. Seagrass as a potential source of natural antioxidant dan antiinflammatory agents. *Pharmaceutical Biology*. 50(4): 458-467. DOI: 10.3109/-13880209.2011.611948.