

**UJI AKTIVITAS ANTIFOULING FRAKSI DAUN *Avicennia marina*
(API-API) SEBAGAI ANTIFOULING ALAMI PADA
MAKROFOULING DI DERMAGA SUNGSANG**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
di Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

ULIL SARIFATUL ALIYAH

08041281722022



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Makalah Seminar Hasil : Uji Aktivitas Antifouling Fraksi Daun *Avicennia marina* (Api-api) sebagai Antifouling Alami pada Makrofouling Di Dermaga Sungsang

Nama Mahasiswa : Ulil Sarifatul Aliyah

NIM : 08041281722022

Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 01 September 2021

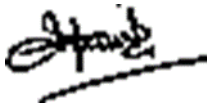
Indralaya, September 2021

Pembimbing :

1. Dr. Sarno, M. Si

()

2. Dra. Harmida, M. Si

()

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal Penelitian : Uji Aktivitas Antifouling Fraksi Daun *Avicennia marina* (Api-api) sebagai Antifouling Alami pada Makrofouling Di Dermaga Sungsang

Nama Mahasiswa : Ulil Sarifatul Aliyah

NIM : 08041281722022

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 01 September 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Sidang Ujian Skripsi.

Indralaya, September 2021

Ketua :

1. Dr. Sarno, M. Si ()


Anggota :

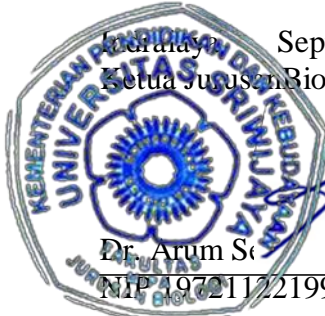
2. Dra. Harmida, M. Si ()

3. Singgih Triwardana, S.Si. M.Si ()

4. Dr. Salni, M.Si ()

5. Dra. Syafrina Lamin, M. Si ()

Indralaya, September 2021
Ketua Jurusan Biologi,

Dr. Arum S. M.Si.
NIP. 197211221998031001



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ulil Sarifatul Aliyah

NIM : 08041281722022

Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, September 2021



Ulil Sarifatul Aliyah
NIM. 08041281722022

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ulil Sarifatul Aliyah
NIM : 08041281722022
Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Uji Aktivitas Antifouling Fraksi Daun *Avicennia marina* (Api-api) sebagai Antifouling Alami pada Makrofouling Di Dermaga Sungsang”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ mengformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasi tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, September 2021



Ulil Sarifatul Aliyah
NIM. 08041281722019

HALAMAN PERSEMBAHAN



"Wahai Tuhan kami, beri ampun aku dan ibu-ayahku dan sekalian orang-orang mukmin pada hari terjadinya hisab (hari kiamat)" (QS. Ibrahim: 41)

Karya ini saya persembahkan kepada **Alm. Ayah** yang telah mengajarkan arti mandiri yang sesungguhnya. Ridho dan do'amu yang menguatkan ku hingga saat ini. Teruntuk **Ibunda** tersayang, trimakasih atas do'a tulus yang selalu mengiringi dan selalu membuat saya merasa bahwa sayalah anak kebanggaan.

Penghargaan untuk diri saya sendiri. Teruntuk Adik-adik saya **Sofi** dan **A'yun** kalian saudara terbaik. Teruntuk **Rekan, Sahabat, Pendukung, dan Almamater** tercinta yang selalu mensupport bergerak lebih maju.

Terimakasih atas setiap waktu dan ilmu yang telah diberikan

- QUOTES -

Lakukan apa yang Orang Lain Tidak Lakukan, Maka Kita akan Mendapatkan apa yang Orang Lain Tidak Dapatkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulisan Skripsi yang berjudul **“Uji Aktivitas Antifouling Fraksi Daun *Avicennia marina* (Api-api) sebagai Antifouling Alami pada Makrofouling Di Dermaga Sungsang”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Sarno, M.Si dan Ibu Dra. Harmida, m.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, waktu, pendapat, dan dukungan moril maupun materil dengan penuh kesabaran selama penulis menyelesaikan penulisan Skripsi. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada.

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.S.C.E. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Hermansyah, S. Si., M.Sc., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M. Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Sarno, M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Dra. Muharni, M. Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
6. Singgih Triwardana, S.Si M. Si., Dr. Salni, M. Si. Dan Dra. Syafrina Lamin, M. Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan bimbingan, koreksi, dan saran dalam penyelesaian Skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
8. Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi dan Analis Laboratorium Mikrobiologi yang telah membantu dalam kelancaran penelitian.

9. Rekan Biologi 2017, dan teman sejawat lainnya yang telah memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan dan penelitian.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyusunan dan menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Skripsi ini dan semoga dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Indralaya, September 2021

Penulis

**TEST ANTIFOULING ACTIVITY OF *Avicennia marina* (API-API)
FRACTION AS A NATURAL ANTIFOULING ON MACROFOULING AT
SUNGSANG WHARF**

**Ulil Sarifatul Aliyah
NIM.08041281722022**

SUMMARY

Biofouling organisms generally cause problems that are detrimental to shipping transportation, such as damage to ship hulls, destroying structured substrates, blocking sewage lines. This problem can be overcome by using antifouling paint which usually contains tributyltin (TBT) compound which prevents the attachment of biofouling. The compound has an adverse effect on non-target organisms and is proven, due to its toxic properties and in the marine environment. So the development of antifouling paint using natural compounds is needed. Alkaloid compounds, tannins, terpenoids and steroids are some natural substances known to have antifouling effects. *Avicennia marina* is a plant that contains alkaloids, saponins, tannins, phenolics, flavonoids, triterpenoids and glycosides. This study aims to determine the active compounds in *Avicennia marina* as an environmentally friendly alternative to antifouling. This research was conducted from February to June 2021. The method used in this study was experimental.

Based on the research that has been done, it can be seen that the leaf fraction of *Avicennia marina* has secondary metabolites. The methanol fraction contains steroids, flavonoids, and saponins. The n-hexane fraction contains tannins, triterpenoids, alkaloids, flavonoids, saponins, and the ethyl acetate fraction contains triterpenoids, flavonoids, and saponins. Based on the results of One Way ANOVA test, the effect of concentration and fraction of methanol, n-hexane, and ethyl acetate fraction on the area of attachment of macrofouling has a significant effect. The methanol fraction and the ethyl acetate fraction have a percentage of the area of attachment above 50%, which means that the value is in the high category. The percentage of area attached to the n-hexane fraction has a value of 46.3%, which means it has a medium category value. The macrofouling attached to the test plate were sea slugs (*Littoraria angulifera*) and barnacles (*Semibalanus balanoides*).

Keywords : Antifouling, Macrofouling, *Avicennia marina*, Fractionation

UJI AKTIVITAS ANTIFOULING FRAKSI DAUN *Avicennia marina* (API-API) SEBAGAI ANTIFOULING ALAMI PADA MAKROFOULING DI DERMAGA SUNGSANG

**Ulil Sarifatul Aliyah
NIM.08041281722022**

RINGKASAN

Organisme biofouling secara umum menimbulkan masalah yang merugikan transportasi perkapalan, seperti kerusakan pada lambung kapal, menghancurkan substrat secara terstruktur, tersumbatnya saluran limbah. Permasalahan ini dapat diatasi menggunakan cat antifouling yang biasanya mengandung senyawa trybutyltin (TBT) yang mencegah penempelan biofouling. Senyawa tersebut memiliki efek buruk pada organisme non-target dan terbukti, karena memiliki sifat beracun dan dalam lingkungan laut. Sehingga pengembangan cat antifouling menggunakan senyawa alami sangat dibutuhkan. Senyawa alkaloid, tanin, terpenoid dan steroid beberapa zat alami yang diketahui memiliki efek sebagai antifouling. *Avicennia marina* merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid dan glikosida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif pada *Avicenna marina* sebagai alternatif antifouling ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan pada Februari hingga Juni 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian ini eksperimental.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa, fraksi daun *Avicennia marina* memiliki senyawa metabolit sekunder. Fraksi metanol mengandung senyawa steroid, flavonoid, saponin. Fraksi n-heksan mengandung senyawa tanin, triterpenoid, alkaloid, flavonoid, saponin, dan fraksi etil asetat mengandung senyawa triterpenoid flavonoid, dan saponin. Berdasarkan hasil uji ANOVA *One Way* pengaruh konsentrasi serta fraksi metanol, fraksi n-heksan, dan fraksi etil asetat terhadap luas penempelan makrofouling berpengaruh nyata. fraksi metanol dan fraksi etil asetat memiliki persentase luas penempelan diatas 50%, yang artinya nilai tersebut masuk kedalam kategori tinggi. Persentase luas penempelan pada fraksai n-heksan memiliki nilai 46.3% yang artinya memiliki nilai kategori sedang. Makrofouling yang menempel pada plat uji adalah sebagai siput laut (*Littoraria angulifera*) dan teritip dari (*Semibalanus balanoides*).

Kata kunci : *Avicennia marina*, antifouling, fraksinasi, makrofouling

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	.vi
KATA PENGANTAR.....	.vii
SUMMARY.....	.ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	.xiii
DAFTAR TABELxiv
DAFTAR LAMPIRANxv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Hipotesis.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Fouling</i>	6
2.2. Cat Antifouling	9
2.3. <i>Avicennia marina</i>	11
2.4. Ekstraksi dan Fraksinasi.....	13
2.5. Desa Sungsang	14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat.....	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode.....	17
3.4. Rancangan Penelitian	17
3.5. Cara Kerja Membuat Fraksi dan Identifikasi Senyawa Bioaktif	17
3.5.1. Pengambilan Sampel Daun <i>Avicennia marina</i>	17
3.5.2. Pembuatan Simplisia Daun <i>Avicennia marina</i>	18
3.5.3. Ekstraksi	18
3.5.4. Fraksinasi.....	18
3.5.5. Skrining	19
3.6. Pengujian Antifouling Fraksi <i>Avicennia marina</i>	20
3.6.1. Pembuatan Konsentrasi fraksi <i>Avicennia marina</i> dan	

Penambahan Cat	21
3.6.2. Pengecatan pada Plat Uji.....	21
3.6.3. Pemasangan Plat dan Pengukuran Faktor Lingkungan.....	21
3.7. Identifikasi Makrofouling dan Perhitungan Luas penempelan.....	22
3.8. Parameter Pengamatan	23
3.9. Analisis Data.....	23
3.10. Penyajian Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
4.1. Skrining Fitokimia Fraksi Daun <i>Avicennia marina</i>	24
4.2. Aktifitas Antifouling dari Fraksi Daun <i>Avicennia marina</i>	26
4.3. Biomassa Biofouling	30
4.4. Jenis Makrofouling yang Menempel pada Plat Uji.....	32
4.5. Kondisi Umum Dermaga.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN	50
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses penempelan makrofouling pada substrat logam.....	8
Gambar 2.2. Morfologi <i>Avicennia marina</i>	11
Gambar 4.1. Penempelan biofouling selama 30 hari perlakuan.....	29
Gambar 4.2. Biomassa biofouling pengamatan hari ke-30.....	31
Gambar 4.3. <i>Littoraria angulifera</i>	33
Gambar 4.4. <i>Semibalanus balanoides</i>	35

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Makrofouling pada Keramba Jaring Musim Hujan dan Musim Kemarau di Muara Sungai Jaha Malaysia (Madin <i>et al.</i> , 2009).....	7
Tabel 3.1. Kategori Luas Penempelan Makrofouling.....	23
Tabel 4.1. Hasil Skrining Fitokimia Fraksi Methanol, n-Heksan, Etil asetat	25
Tabel 4.2. Rata-rata Luas Penempelan Makrofouling pada Plat Uji	26
Tabel 4.3. Rata-rata Berat Biomassa Makrofouling	32
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan	37

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Pengambilan Sampel dan Persiapan Pembuatan Simplisia	49
Lampiran 2. Proses Persiapan Plat Uji dan Fraksinasi	50
Lampiran 3. Data Pengamatan Penelitian	51
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Uji Anova.....	52
Lampiran 5. Hasil Skrining Senyawa Metabolit Sekunder	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penempelan organisme hidup pada permukaan yang terpapar di lingkungan perairan didefinisikan sebagai *fouling* (Marhaeni, 2012). Biofouling merupakan berkembangnya organisme yang tidak diinginkan pada permukaan benda yang terendam air (Hakim *et al.*, 2018). Berdasarkan ukurannya biofouling terbagi menjadi dua yaitu, mikrofouling merupakan proses kolonisasi atau pembentukan biofilm bakteri dan mikroalga sedangkan makrofouling merupakan penempelan kolonisasi avertebrata, makroalga atau organisme yang mempunyai sifat merusak (Railkin, 2004). Menurut Syahputra dan Almuqaramah (2019), mikrofouling contohnya bakteri dan alga serta makrofouling contohnya teritip, remis, dan Polychaeta. Berdasarkan penelitian Julianti *et al.*, (2018), pada tiang kayu dermaga di Pantai Karang-karangan didapatkan tiga jenis makrofouling dari kelompok bivalvia, gastropoda, dan crustacea serta satu kelompok tumbuhan yaitu alga.

Penempelan makrofouling pada suatu substrat dapat menyebabkan beberapa kerugian seperti korosif pada logam, kerusakan lambung kapal dan sistem budidaya tambak, serta dapat tersumbatnya saluran pendingin dan limbah pada stasiun pembangkit listrik (Vedhaprakas *et al.*, 2013; Hakim *et al.*, 2018). Kerugian ekonomis maupun operasional yang terjadi pada kapal adalah berkurangnya kecepatan kapal disebabkan adanya organisme fouling pada lambung kapal, sehingga mengakibatkan meningkatnya konsumsi bahan bakar (Ruslan, 2014).

Dalam permasalahan biofouling biasanya masyarakat akan mengatasi dengan cara melapisi kapal menggunakan cat antifouling, untuk menghambat penempelan

biofouling dalam cat ditambahkan bahan tembaga dan tributyltin (TBT). Senyawa ini berbahaya dan memiliki efek buruk terhadap organisme non-target, karena memiliki sifat beracun dalam lingkungan laut, sehingga memakai senyawa alami untuk mengganti TBT didalam cat, untuk itu perlu pengembangan serta mencari bahan antifouling yang ramah lingkungan, salah satunya menggunakan senyawa alam. Senyawa alkaloid, tanin, terpenoid dan steroid yang dicampurkan dengan cat dapat mengatasi pertumbuhan biofouling (Amin, 2017).

Penggunaan warna cat juga berpengaruh terhadap penempelan organisme *fouling*. Warna cat yang gelap akan lebih banyak penempelan dari pada warna terang. Menurut Didu *et al.* (2019), organisme *fouling* memilih warna hitam, coklat, merah, serta hijau karena bisa terlindungi dari penglihatan pemangsa, dibanding warna cerah seperti oranye, kuning, dan putih. Permukaan kapal yang kasar lebih disukai organisme *fouling* dapat menempel secara kuat. Menurut Marhaeni (2012), permukaan yang kasar akan lebih banyak makrofouling yang menempel dari pada permukaan yang halus.

Mangrove memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan antifouling, banyak sekali manfaat bagi masyarakat pesisir dari segi ekologi sampai kebutuhan sehari-hari. Ekstrak dan bahan mentah dari mangrove memiliki metabolit sekunder dengan potensi kandungan bioaktif yang tinggi sehingga sering dimanfaatkan. Penggunaan daun mangrove sebagai sumber antifouling merupakan salah satu penelitian yang bertujuan menggali potensi mangrove sehingga keberadaan mangrove lebih diperhatikan dan dilestarikan oleh masyarakat (Paputungan *et al.*, 2017).

Avicennia marina merupakan salah satu jenis mangrove yang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid serta glikosida dan tidak mengandung steroid. Senyawa terdapat pada sampel daun tua (Danata dan Yamindago, 2014). Menurut Hanin

dan Pratiwi (2017), daun tua memiliki kemampuan lebih besar dalam menghasilkan metabolit sekunder.

Penelitian Cahyaningtyas *et al.*, (2017), menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun *A. marina* tidak berpengaruh nyata terhadap penghambatan pelekatan *Perna viridis*, disamping itu dia juga mengamati visual terhadap *byssus*. Pengujian menggunakan 8 mg/ml menghasilkan produksi *byssus* 10-20 helai dengan karakteristik *byssus* sangat tipis, yang menunjukkan bahwa *Perna viridis* terganggu. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pada penelitian ini berupa ekstrak mangrove, jumlah konsentrasi, habitat serta jenis hewan uji. Oleh karena itu perlunya dilakukan fraksinasi dari daun *A. marina* agar senyawa yang didapatkan lebih murni, sehingga diharapkan dapat memberikan pengaruh yang lebih nyata.

Fraksinasi merupakan pemisahan komponen dalam ekstrak berdasarkan tingkat kepolaran sehingga memperoleh fraksi dengan senyawa yang diinginkan (Ilyas, 2013). Menurut Hardiningtyas *et al.*, (2020), fraksinasi ini merupakan tahapan yang penting, selaku metode pemisahan senyawa bioaktif dalam ekstrak, untuk meningkatkan kegiatan biologisnya. Eluen pengembang terbaik dalam memisahkan senyawa pada ekstrak ialah antara pelarut etil asetat serta n-heksanan.

Berdasarkan pernyataan diatas maka perlu dilakukan penelitian penambahan fraksi daun *A. marina* pada cat dan dilihat bagaimana pengaruhnya sebagai senyawa antifouling. Fokus penelitian pada makrofouling yang menempel pada plat uji dibatasi hanya pada jenis Arthropoda dan Moluska.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Senyawa apa saja yang terdapat pada fraksi metanol, fraksi n-heksan dan

fraksi etil asetat?

2. Fraksi mana yang berpotensi menghambat penempelan makrofouling dan biomassa biofouling?
3. Jenis makrofouling apa saja yang menempel pada plat uji?

1.3. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian yaitu:

H₀: Fraksi daun *Avicennia marina* tidak memiliki aktivitas antifouling dan tidak berpengaruh terhadap keberadaan makrofouling pada plat uji.

H₁: Fraksi daun *Avicennia marina* memiliki aktivitas antifouling dan memiliki pengaruh terhadap keberadaan makrofouling pada plat uji.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui senyawa golongan metabolit sekunder yang ada dalam fraksi daun *Avicennia marina*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan fraksi daun *A. marina* dalam menghambat penempelan makrofouling.
3. Mengetahui jenis arthropoda dan moluska yang menempel pada plat uji.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang telah dilaksanakan untuk mengimplementasi pengetahuan di bidang Biologi, serta memberi edukasi kepada masyarakat bahwa mangrove dapat menghasilkan senyawa aktif, yang berguna sebagai antifouling.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, M. I. 2018. Keanekaragaman dan kepadatan Macrofouling pada media terumbu buatan dengan bahan material beton normal dan beton campuran cangkang kerang di pantai pasir putih Situbondo. *Skripsi. (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya)*.
- Abbott, RT. 1974. *American seashells: the marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America*. Van Nostrand Reinhold Co. New York, NY. USA.
- Afriyani, A., F. Fauziah., dan M. Mazidah., R. Wijayanti. 2017. Keanekaragaman Vegetasi hutan Mangrove di Pulau Payung Sungsang Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 6 (2) : 114.
- Agustan, Rinaldo. 2020. Pemetaan Sebaran Mangrove Menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di Pulau Payung Kecamatan Banyuasin II Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Skripsi*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Akasia, A.I., Putra,I.D.N.N dan Putra, I.N.G. 2021. Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*. 4(1).
- Alhaddad, Z. A., Tanod, W. A., dan Wahyudi, D. 2019. Bioaktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Daun Mangrove *Avicennia* sp. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(1), 12-22.
- Amalia, A., Sari, I., dan Nursanty, R. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Biotik*, 4(1).
- Amin, Muhammad Khoirul. 2017. Uji Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Sebagai Bahan Antifouling Alami Pada Plat Baja Di Perairan PT DOK dan Perkapalan Surabaya. *Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andayani, D. G. S., Anggraeni, S. R., Liviawaty, E., Chrisentia, R. M., dan Srikandace, Y.2018. Isolation, identification of alkaloid from *Rhizophora mucronata* and the activity of its methanol extract against barnacles. *In IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 160 (012005).
- Andrade, S. C., dan Solferini, V. N. 2006. The influence of size on the radula of *Littoraria angulifera* (Gastropoda: Littorinidae). *Malacologia*, 49(1), 1-5.

- Baragi, L. V., & Anil, A. C. 2017. Influence of elevated temperature, pCO₂, and nutrients on larva-biofilm interaction: Elucidation with acorn barnacle, *Balanus amphitrite* Darwin (Cirripedia: Thoracica). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 185, 107-119.
- Basuki, H.I., dan M.K. Putri. 2019. Inovasi Masyarakat Lokal terhadap Pemanfaatan Hutan Mangrove di Tanjung Api-api Kecamatan Banyuasin II Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Geografi*. 8(2): 71-72.
- Cahyaningtyas, G.A., F. Iranawati., dan C.S.U. Dewi. 2017. Aktivitas Antifouling *Avicennia marina* terhadap Macrofouling *Perna viridis*. *Journal of Fisheries and Marine Science*. 1(1): 2-3.
- Cepeda, G.N., M.M. Lisangan., I. Silamba., dan E. Sartika. 2016. Aktivitas Bakteri Ekstraksi Etil Asetat Kulit kayu Akway (*Drimys piperita* Hook. f.) dalam Kaldu Daging Sapi Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Industri Pertamina*. 26(1):41-48.
- Danata, R.H., dan A. Yamindago. 2014. Analisis Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Mangrove *Avicennia marina* dari Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Pasuruan terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Kelautan*. 7(1): 13.
- Didu, L., M. Kasim., dan Emiyarti. 2019. Komposisi Jenis dan Kepadatan Makrobiofouling pada Jaring Kantung Apung dengan dan Tanpa Menggunakan Sintetik Anti Fouling Hubungannya dengan Pertumbuhan *Kappapycus alvarezii* di Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*. 4(2) : 116.
- Dwijendra, I.M., D.S. Wewengkang., dan F. Wehantou. 2014. Aktivitas Antibakteri dan Karakterisasi Senyawa Fraksi Spons *Lamellodysidea herbacea* yang Diperoleh dari Teluk Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 3(4):5.
- Egan. S. 2001. Production and regulation of fouling inhibitory compounds by the marine bacterium. School of Microbiology and Immunology. Faculty of Life Science. The University of New South Wales. Sydney. Australia.
- Eka, R., Moerfiah., dan Triastinurmiatiningsih. 2018. Potensi Ekstrak Daun Karuk (*Piper sarmentosum*) sebagai Insektisida Nabati Hama Ulat Grayak. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*. 18(2).
- Estika, Anisa. 2010. Penanggulangan Biofouling di Dasar Kapal dengan Organisme Laut sebagai Alternatif TBT (Tri-n-butyl tin). *Skripsi*. Jakarta: Universitas Al Azhar Indonesia Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Bioteknologi.

- Hakim, M.F.H.N., I. Widowati., dan A. Sabdono. 2018. Aktivitas Antifouling dan Karakteristik Fitokimia Ekstrak Rumpuk Laut *Sargassum* sp. dari Perairan Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Marine Research*. 7(3): 202.
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. *Info Teknis EBONI*. 11(1): 41.
- Hanin, N.N.F., dan R. Pratiwi. 2017. Kandungan Fenolik, Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Paku Laut (*Acrostichum auereum* L.) Fertil dan Steril. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnologi*. 02:53.
- Hardiningtyas, S.D., S. Purwaningsih., dan E. Ekowati Handharyani. 2020. Efek Durasi Waktu Ekstraksi dan Fraksinasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Bakau Api-api Putih (*Avicennia marina*). *JPB Kelautan dan Perikanan*. 15(2): 100-102.
- Ilyas, A.2013. *Kimia Organik Bahan Alam*. Makassar:Alauddin University Press.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*. 2021:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_valu=89687#null. Diakses 2 Juli 2021.
- Jacoeb, A.M., S. Purwaningsih., dan Rinto. 211. Anatomi, Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Daun Mangrove Api-api (*Avicennia marina*). *Jurnal Pengolahan hasil Perikanan Indonesia*. 14(2): 149.
- Javandira, C., Widnyana, I. K., dan Suryadarmawan, I. G. A.2016. Kajian fitokimia dan potensi ekstrak daun tanaman mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) sebagai pestisida nabati. *Prosiding Semnas Hasil Penelitian*.
- Jayadi, F., Sukainah, A., dan Rais, M. 2020. Pemanfaatan Tepung Daun Mangrove Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) Sebagai Pengawet Alami Bakso Ayam. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 1-13.
- Johanes, E., S. Suhadiyah., dan A.I. Latunra. 2017. Bioaktivitas Ekstrak Daun *Avicennia Marina* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*.8(15):38.
- Julianti, E., M. Litaay., dan D. Priosambodo. 2018. Komposisi dan Kelimpahan Biota Penempel Pada Dermaga Kayu di Pantai Karang-Karangan Kecamatan Bua Kabupaten Luwu. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 9(18):55.

- Kasitowati, R.D., Ade, Y., Mila, S. Potensi Antioksidan dan Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* Pilang Probolinggo. *Journal of Fisheries and Marine Science*. 1(1):74.
- Khotimah, K. 2016. Krining Fitokimia dan Identifikasi Metabolit Sekunder Senyawa Karpain pada Ekstrak Metanol Daun *Carica pubescens* Lenne dan K.Koch dengan LC/MS (*Liquid Chromatograph-tandem Mass Spectrometry*). *Skripsi*. Malang: Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Khusni, A.F.2018. Karakterisasi Morfologi Tumbuhan Mangrove Di Pantai Mangkang Mangunharjo dan Desa Bedono Ddemak Sebagai Sumber Belajar Berbentuk Herbarium Pada Mata Kuliah Sistematika Tumbuhan. *Skripsi*. Semarang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri walisongo.
- Kohlmeyer, J dan B Bebout. 1986. On the occurrence of marine fungi in the diet of *Littorina angulifera* and observations on the behavior of the periwinkle. *Mar. Ecol.* 7: 333-343.
- Kurniawan, N., Yulianti, & Rachmadiarti, F. (2013). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (*Toona sinensis*) terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi Hijau. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 2(3).
- Levinton, Jeffrey. S. 1995. *Marine Biology Function, Biodiversity, Ecology*. New York Oxford: Oxford University Press.
- Madin, J., Chong, V. C., & Basri, B. 2009. Development and short-term dynamics of macrofouling assemblages on fish-cage nettings in a tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 83(1), 19-29.
- Mahmiah., G.W Sudjarwo., dan Hukmiyah OM, M. U. 2017. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Dari Fraksi Etil Asetat Kulit Batang *Rhizopora mucronata* L. *Seminar Nasional Kelautan XII*.
- Mamonto, R.D. Rumampuk., dan M.T. Lasut. 2017. Pendugaan Dampak Pencemaran Tributyltin Menggunakan Gejala Imposeks Pada Gastropoda Di Perairan Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(2): 8-9.
- Marhaeni, Bintang. 2012. Biofouling Pada Beberapa Jenis Substrat Permukaan Kasar dan Halus. *Sains Akuatik Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Perairan*.14(1). 41-41.

- Monalisa, D., Handayani, T., dan Sukmawati, D. 2011. Uji Daya Antibakteri Ekstrak daun Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Bioma*, 9(2), 13-20.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2):362.
- Murniati, E., Notowinarto, N., dan Ramses, R. 2015. Distribusi dan Keragaman Populasi *Biofouling* Pada Tanaman Rumput Laut Budidaya Di Perairan Bulalangi Batam. *SIMBIOSA*, 4(1).
- Muthmainnah, B. 2017. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etanol Buah Delia (*Punica granatum* L.) dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 13(2):3.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Jakarta : Djambatan.
- Noor, S.Y., I.F.M. Rumengan., dan M.T. Lasut. 2013. Pendugaan Pengaruh Bioakumulasi Tributyltin (TBT) dengan Menggunakan Karakter Imposeks pada Gastropoda Laut (*Thais tuberosa* dan *Monodotna labio*). *Aquatic Science dan Management*. 1(1) : 57.
- Noor, Y.R., M. Khazali., I.N.N. Suryadiputra. 2012. *Panduan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PHKA/WI-IP.
- Novita, Miszora. 2018. Keanekaragaman Mollusca di Ekosistem Mangrove Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar Sebagai Referensi Pendukung Materi Keanekaragaman Hayati Di SMAN 1 Baitussalam. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam: Banda Aceh.
- Nuraeni, Y dan W. Darwiati. 2021. Pemanfaatan Metabolit Sekunder Tumbuhan Sebagai Pestisida Nabati Pada Hama Tanaman Hutan
- 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):19.
- Nybakken. 1982. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan ekologis*. Jakarta: Gramedia.
- Panjaitan, M. F., 2011. Analisis Penggunaan Arus Searah (DC) pada Immersed Current Antifouling (ICM) sebagai Pencegahan Fouling pada Sistem. *Tugas Akhir*. Surabaya; Program Studi S1 Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Paputungan, Z., D. wonggo., dan B.e. Kaseger. 2017. Uji Fitokimia dan aktivitas Antioksidan Buah Mangrove *Sonneratia alba* Di Desa Nunuk Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *Jurnal Medis Teknologi Hasil Perikanan*. 5(3):190.
- Peck, L. S., Clark, M. S., Power, D., Reis, J., Batista, F. M., dan Harper, E. M. 2015. Acidification effects on biofouling communities: winners and losers. *Global change biology*, 21(5), 1907-1913.
- Prabowo, Y., Irawan, H., dan Pratomo, A. 2014. Ekstraksi senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada daun mangrove *Xylocarpus granatum* dengan pelarut yang berbeda. *Repository UMRAH*.
- Pratama, R.N., I.W.R. Widarta., dan L.P.T. Darmayanti. 2017. Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Ekstraksi dengan Metode Soxhletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Scientific Journal of Food Technology*. 4(2): 86.
- Putri, H. L., Retnowati, R., dan Suratmo, S. 2015. Fraksi N-heksana dari Ekstrak Metanol Daun Mangga Kasturi (*Mangifera Casturi* Koesterm) dan Uji Fitokimia. *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya*, 1(1), pp-772.
- Oktavianus, Satria. 2013. Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Mangrove Jenis *Avicennia marina* Terhadap Bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. *Skripsi*. Makassar: Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Railkin, A. I.2003. *Marine makrofouling: colonization processes and defenses*. CRC press.
- Rainbow, P. S. 1984. An introduction to the biology of British littoral barnacles. *Field studies*, 6(1), 1-51.
- Ramadhani, H.M. 2016. Studi Pengaruh Variasi Kedalaman Air Laut Tropis Terhadap Penempelan Biofouling pada Material Bambu Laminasi. *Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Razak, Hamidah. 2004. Kandungan Senyawa Butiltin (BT) Dalam Air Laut dan Sendimen Di Perairan Teluk Banten. *Makara SAINS*. 8(2): 65-66.
- Renaldi., Rozirwan., dan T.Z. Ulqodry. 2018. Bioaktivitas Senyawa Bioaktif pada Mangrove *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorrhiza* Sebagai Antibakteri yang Diambil dari Pulau Payung dan Tanjung Api-api. *Maspari Journal*. 10(1): 74.

- Ridianingsih, D. S., Pujiastuti, P., dan Hariani, S. A. 2017. Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Pos Rowobendo-Ngagelan Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 3(2), 20-30.
- Rinto. 2012. Deskripsi Histologi, Komponen Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Pada Daun Mangrove Api-Api (*Avicennia marina*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rizwan., I. Setiawan., S.A.E. Rahimi., I. Dewiyanti., dan N. Rizki. 2017. Desain dan Studi Konstruksi Kapal *Purse Seine* Bermaterial Kayu Di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Lampulo. *Seminar Nasional II USM*. 1:94.
- Rombe, K. H., Yasir, I., dan Amran, M. A. 2016. Komposisi Jenis dan Laju Pertumbuhan Makroalga Fouling pada Media Budidaya Ganggang Laut di Perairan Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Rumpun Laut Indonesia*, 1(1).
- Ruslan, Ahmad Faisal. 2014. Kepadatan dan Keragaman Macrobiofouling Pada Dermaga Beton dan Dermaga Kayu di Pulau Balanglombo. Kec. Mattiro Sompe. Kab. Pangkep. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sain, U., D.N. Sukma., B.S. Simatupang. 2020. Potensi Daun Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Ilmiah manuntung*. 6(1). 135-142.
- Salni, H. Marisa., dan R.W. Mukti. 2011. Isolasi Senyawa Antibakteri dari Daun Jengkol (*pithecolobium lobatum Benth*). *Jurnal Penelitian Sains*. 14(1):39.
- Sani, R. N., Nisa, F. C., Andriani, R. D., dan Maligan, J. M. 2013. Analisis rendemen dan skrining fitokimia ekstrak etanol mikroalga laut *Tetraselmis chunii* [in press april 2014]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2), 121-126.
- Santi, I.w., O.K. Radjasa., dan I. Widowati. 2014. Potensi Rumput Laut *Sargasum duplicatum* Sebagai Sumber Senyawa Antifouling. *Journal of Marine Research*. 3(3):275.
- Schmidt, P. S., & Rand, D. M. (1999). Intertidal microhabitat and selection at Mpi: interlocus contrasts in the northern acorn barnacle, *Semibalanus balanoides*. *Evolution*, 53(1), 135-146.
- Sidhartan, M., and H.W. Shin. 2007. Influence of Fiver Organic Antifouling Candidates On Spore Attachement and Germination Of a Fouling Alga *Ulva petrusa*. *Journal of Environmental Biology*. 28(1): 39.

- Souhoka, J., & Patty, S. I. (2013). Hydrology monitoring in conjunction with the condition of coral reefs in the waters of Talise Island, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3), 138-147.
- Syahputra, F., dan T. M.H. Almuqaramah. 2019. Penambahan Ekstrak Larutan Kulit Mangrove pada Cat Minyak sebagai Antifouling. *Aquatic Sciences Journal*.6(1): 38.
- Trepos, R., Pinori, E., Jonsson, P. R., Berglin, M., Svenson, J., dan Coutinho, R. 2014. Innovative approaches for the development of new copper-free marine antifouling paints. *Journal of Ship and Ocean Technology*, 9(4), 7-18.
- Triwibisono, A., Indra, R.K., Sardono, S. 2012. Analisa Penggunaan Impressed Current Antifouling (ICAF) Sebagai Pencegah Fouling di Linier Generator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus laut. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1):2
- Tussa'diyyah, H., Purwoko, A., dan Kamal, M. 2018. Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Musi Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 20(2), 63-69.
- Vedaprakash, L., R. Dineshram., K. Lakshmi., K. Jayaraj., S.M. Babu., R. venkatesan., dan A. Shanmugam. 2013. Experimental studies on the effect of different metallic substrates on marine biofouling. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*.106:2.
- Xiangrong, Z., dan H. Guiqiao. 2005. Evaluation and Classification of Seawater Corrosiveness by Environmental Factor. *Chinese of Oceanology and Limnology*. 23(1): 45.
- Yudhatama, J. I., dan Abdulgani, N.2012. Pengaruh Campuran Ekstrak Debu Tembakau Terhadap Luasan dan Biomassa Biofouling Pada Substrat Baja di Perairan Dermaga PT DOK Surabaya. Jurusan Biologi FMIPA : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Yunita, E. A., Suparpti, N. H., dan Hidayat, J. W.2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Bioma*, 11(1), 11-17.