

**UJI AKTIVITAS EKSTRAK DAUN *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.
SEBAGAI ANTIFOULING ALAMI UNTUK MACROFOULING DI
DERMAGA SUNGSANG, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

EMERDA KHAIRATI

08041181722017



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

2023

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Aktivitas Ekstrak Daun *Sonneratia caseolaris* (L.)
Engl. sebagai *Antifouling* Alami untuk *Macrofouling* di
Dermaga Sungsang, Sumatera Selatan

Nama : Emerda Khairati

NIM : 08041181722017

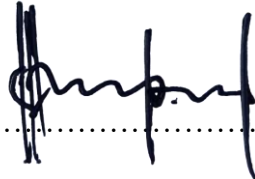
Jurusan : Biologi

Telah disidangkan pada tanggal 20 Maret 2023.

Indralaya, Maret 2023

Pembimbing:

1. Dr. Sarno, M.Si.
NIP. 196507151992031004



(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Aktivitas Ekstrak Daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. sebagai *Antifouling* Alami untuk *Macrofouling* di Dermaga Sungsang, Sumatera Selatan

Nama Mahasiswa : Emerda Khairati

NIM : 08041181722017


Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Maret 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Maret 2023

Pembimbing :

1. Dr. Sarno, M.Si.
NIP. 196507151992031004

(..........)

Pembahas :

1. Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si.
NIP. 197109111999031004

(..........)

2. Dr. Salni, M.Si.
NIP. 196608231993031002

(..........)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Judul Skripsi : Uji Aktivitas Ekstrak Daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. sebagai *Antifouling* Alami untuk *Macrofouling* di Dermaga Sungsang, Sumatera Selatan.

Nama : Emerda Khairati

NIM : 08041181722017

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, Maret 2023

Penulis



Emerda Khairati
NIM. 08041181722017

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Emerda Khairati
NIM : 08041181722017
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 Ekstrak Daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. sebagai *Antifouling* Alami untuk *Macrofouling* di Dermaga Sungsang, Sumatera Selatan”

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, Maret 2023



Emerda Khairati
NIM. 08041181722017

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

-Ayah, Ibu dan Adik Tercinta

-Rekan, Sahabat dan Almamater

-Diri Sendiri

- QUOTES –

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 6)

*“Dan barangsiapa bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan membukakan jalan
keluar baginya”*

(Q.S. At-Talaq: 2)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulisan Skripsi yang berjudul **“Uji Aktivitas Ekstrak Daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. sebagai *Antifouling* Alami untuk *Macrofouling* di Dermaga Sungsang, Sumatera Selatan”** 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. 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. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.S.C.E. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S. Si., M. Sc., Ph. D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Arum Setiawan, M. Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Sarno, M. Si., selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Laila Hanum, M. Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
6. Bapak Singgih Tri Wardana, S. Si., M. Si. dan Bapak Dr. Salni, 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. Kedua Orangtuaku tercinta, Ayah dan Ibu serta saudari perempuanku yang selalu setia mendukung dan mendoakan.
10. Rekan Biologi 2017, dan teman sejawat lainnya yang telah memberikan semangat serta dukungan selama perkuliahan dan penelitian.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat dalam penyusunan dan menyelesaikan skripsi ini.
12. Terakhir terima kasih untuk diriku sendiri yang sudah percaya dan yakin kalau aku bisa bertahan sampai akhir, terima kasih untuk tidak menyerah, dan terus berusaha.

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, Maret 2023

Penulis,



Emerda Khairati

NIM. 08041181722017

**ACTIVITY TEST OF *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. LEAF EXTRACT AS
NATURAL ANTIFOULING FOR MACROFOULING AT SUNGSANG
PIER, SOUTH SUMATERA**

**Emerda Khairati
NIM: 08041181722017**

RESUME

Biofouling is formed due to the accumulation of microorganisms, plants and animals attached to the surface of the substrate submerged in seawater. Compounds that have potential as antifouling are alkaloids, phenolics, steroids and terpenoids. Fouling organisms such as barnacles and clams are known to be the dominant organisms causing biofouling. This research was conducted to examine the effect of mangrove leaf extract of *S. caseolaris* (L.) Engl. as a natural antifouling agent mixed with wood paint on a substrate in the form of wooden plates, this material was chosen because most of the boats used by the community are made of wood which is also the substrate for biofouling to stick to. The method used in this research is experimental method. The design of this study used a completely randomized design (CRD). For comparison of area and biomass macrofouling will be analyzed using the Anova test with a 95% level of confidence and followed by Duncan's test. Based on the research that has been done, the results of *S. caseolaris* (L.) Engl. positive for containing alkaloids, steroids, flavonoids, saponins and tannins. The lowest average percentage of attachment area and macrofouling biomass was 42% and 3.17 g at an extract concentration of 2000 ppm. *S. caseolaris* (L.) Engl. leaf extract potential as antifouling by reducing the average percentage of the area of macrofouling attachment after 4 weeks of immersion of the test plate by 62.7%, 57.1%, 53.1%, 48.7% and 42% respectively and by reducing biomass by 17.75 g, 11.47 g, 8.09 g, 5.92 g and 3.17 g at concentrations of 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm and 2000 ppm. The type of macrofouling attached to the test plate is *Balanus amphitrite*.

Keywords: Biofouling, *Balanus amphitrite*. Macrofouling, secondary metabolite compounds, *Sonneratia caseolaris*.

**UJI AKTIVITAS EKSTRAK DAUN *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.
SEBAGAI ANTIFOULING ALAMI UNTUK MACROFOULING DI
DERMAGA SUNGSANG, SUMATERA SELATAN**

**Emerda Khairati
NIM: 08041181722017**

RINGKASAN

Biofouling terbentuk akibat adanya akumulasi mikroorganisme, tumbuhan dan hewan yang menempel pada permukaan substrat yang terendam di air laut. Senyawa yang memiliki potensi sebagai *antifouling* yaitu senyawa golongan alkaloid, fenolat, steroid dan terpenoid. Organisme *fouling* seperti teritip dan kerang diketahui menjadi organisme yang mendominasi sebagai penyebab *biofouling*. Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh ekstrak daun mangrove *S. caseolaris* (L.) Engl. sebagai bahan *antifouling* alami yang dicampurkan dengan cat kayu pada substrat berupa plat kayu, bahan ini dipilih karena kapal yang digunakan masyarakat sebagian besar terbuat dari kayu yang juga menjadi substrat tempat menempelnya *biofouling*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode eksperimental. Rancangan penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk perbandingan luasan dan biomassa *macrofouling* akan dianalisis dengan menggunakan uji Anova dengan taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil ekstrak daun *S. caseolaris* (L.) Engl. positif mengandung senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin dan tanin. Rata-rata persentase luasan penempelan dan biomassa *macrofouling* terendah sebesar 42% dan 3,17 g pada konsentrasi ekstrak 2000 ppm. Ekstrak daun *S. caseolaris* (L.) Engl. berpotensi sebagai *antifouling* dengan mengurangi rata-rata persentase luasan penempelan *macrofouling* setelah 4 minggu perendaman plat uji berturut-turut sebesar 62,7%, 57,1%, 53,1%, 48,7% dan 42% dan mengurangi biomassa berturut-turut sebesar 17,75 g, 11,47 g, 8,09 g, 5,92 g dan 3,17 g pada konsentrasi 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, dan 2000 ppm. Jenis *macrofouling* yang menempel pada plat uji yaitu *Balanus amphitrite*.

Kata Kunci: *Biofouling*, *Balanus amphitrite*, *Macrofouling*, senyawa metabolit sekunder, *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	.vi
DAFTAR TABELvii
DAFTAR LAMPIRANviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Hipotesis	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. <i>Biofouling</i>	7
2.2. Proses Pembentukan <i>Biofouling</i>	9
2.3. Faktor yang Mempengaruhi Penempelan <i>Biofouling</i>	10
2.4. Cat <i>Antifouling</i> Komersial Berbahan Dasar Kimia	11
2.5. <i>Antifouling</i> Alami	13
2.6. Definisi Mangrove Secara Umum	14
2.7. <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.....	15
2.7.1. Klasifikasi <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	16
2.7.2. Morfologi <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	16
2.7.3. Senyawa Metabolit Sekunder Daun <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	19
2.8. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat.....	21
3.2. Alat dan Bahan	23

3.3. Metode	23
3.4. Rancangan Penelitian.....	24
3.5. Cara Kerja.....	24
3.5.1. Pengambilan Sampel	24
3.5.2. Ekstraksi Daun <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.....	24
3.5.3. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.	25
3.5.3.1. Skrining Fitokimia	25
3.5.4. Preparasi Plat Uji	25
3.5.5. Pengecatan dan Penambahan Ekstrak.....	27
3.5.6. Pengukuran Parameter Lingkungan.....	28
3.5.7. Proses Pemasangan Plat Uji	28
3.5.8. Pengukuran Luasan Penempelan dan Biomassa <i>Macrofouling</i> ...29	
3.6. Parameter Pengamatan.....	30
3.7. Penyajian Data	30
3.8. Analisis Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Analisis Fitokimia.....	31
4.2. Aktivitas <i>Antifouling</i> Ekstrak Daun <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.....	36
4.2.1. Biomassa <i>Macrofouling</i>	37
4.2.2. Luas Penempelan <i>Macrofouling</i>	41
4.3. Identifikasi <i>Macrofouling</i> di Dermaga Sungsang.....	45
4.3.1 Klasifikasi <i>Balanus amphitrite</i>	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Hewan Laut yang Menempel Pada Substrat Keras	8
Gambar 2.2. Struktur Waktu Penempelan <i>Biofouling</i> Pada Substrat.....	9
Gambar 2.3. Morfologi <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.....	17
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pulau Payung	21
Gambar 3.2. Peta Lokasi Dermaga Sungsang.....	22
Gambar 3.3. Lokasi Peletakan Plat Uji.....	22
Gambar 4.1. Rata-rata Biomassa <i>Macrofouling</i> Setelah diberi Perlakuan Ekstrak <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.....	38
Gambar 4.2. Degradasi dan Penambahan Ukuran <i>Macrofouling</i>	41
Gambar 4.3. Rata - rata Persentase Luasan Penempelan <i>Macrofouling</i> Setelah diberi Perlakuan Ekstrak <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	43
Gambar 4.4. <i>Balanus amphitrite</i>	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Kategori Persentase Penutupan <i>Macrofouling</i> Terhadap Plat Uji	29
Tabel 4.1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.....	31
Tabel 4.2. Biomassa <i>macrofouling</i> pada Berbagai Konsentrasi <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.....	38
Tabel 4.3. Luasan Penempelan <i>Macrofouling</i> pada Berbagai Konsentrasi <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.	38
Tabel 4.4. Hasil Analisis Anova Rata-rata Luasan Penempelan <i>Macrofouling</i>	40
Tabel 4.5. Luasan Penempelan <i>Macrofouling</i> pada Berbagai Konsentrasi <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl	42
Tabel 4.6. Data Parameter Lingkungan Di Dermaga Sungsang	48

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Pengambilan Sampel Daun <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl. di Pulau Payung	61
Lampiran 2. Preparasi Pembuatan Simplisia Daun <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.....	61
Lampiran 3. Ekstraksi Daun <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.....	62
Lampiran 4. Skrining Fitokimia Ekstrak Daun <i>S. caseolaris</i> (L.) Engl.....	63
Lampiran 5. Preparasi Plat Uji dan Pemasangan Plat Uji.....	64
Lampiran 6. Pengukuran Faktor Lingkungan di Lapangan	65
Lampiran 7. Penempelan <i>Macrofouling</i>	65
Lampiran 8. Hasil Perhitungan Biomassa <i>Macrofouling</i>	66
Lampiran 9. Hasil Perhitungan Persentase Luas Penempelan <i>Macrofouling</i>	66
Lampiran 10. Hasil Uji Anova dan Uji Duncan.....	68
Lampiran 11. Laporan Hasil Pengujian Fitokimia.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Biofouling terbentuk akibat adanya akumulasi mikroorganisme, tumbuhan dan hewan yang menempel pada permukaan substrat yang terendam di air laut. Berdasarkan ukurannya *biofouling* atau organisme penempel dibedakan menjadi 2, diantaranya *microfouling* yang terdiri dari bakteri dan alga dengan ukuran yang mikroskopis dan *macrofouling* yang terdiri dari organisme berukuran makroskopis seperti teritip, remis, dan cacing polychaeta (Syahputra dan Almuqaramah., 2019). Akumulasi organisme penempel menyebabkan masalah global yang serius dalam bidang industri maritim karena dapat menghancurkan substrat secara struktural (Hakim *et al.*, 2018).

Jenis kerusakan yang umum terjadi akibat *biofouling* berupa rusaknya lambung kapal, tersumbatnya saluran pendingin dan saluran pembuangan limbah pada stasiun pembangkit listrik (Majik *et al.*, 2014). Keberadaan organisme penempel di permukaan benda yang terendam di air laut sangat merugikan. Menurut Liu *et al.* (2017), *biofouling* dapat mempercepat biokorosi, meningkatkan hambatan hidrodinamik yang mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar dan berpotensi meningkatkan penyebaran spesies invasif.

Permasalahan mengenai *biofouling* awalnya diatasi dengan menggunakan cat *antifouling*, namun penggunaan cat *antifouling* ini menimbulkan permasalahan

baru karena terbukti mengandung bahan yang berbahaya bagi kelangsungan hidup ekosistem laut dan manusia. Menurut Chen *et al.* (2008), cat *antifouling* yang mengandung trybutyltin (TBT) dan tributyltin oxide (TBTO) banyak digunakan untuk mengendalikan *biofouling* secara efektif, namun di sisi lain penggunaan bahan kimia ini juga terbukti beracun bagi banyak organisme laut non target sehingga pada bulan September tahun 2008 *International Maritim Organization* (IMO) melarang penggunaan cat *antifouling* berbasis TBT.

Penggunaan TBT pada cat *antifouling* telah menyebabkan pencemaran pada air laut. Senyawa logam berat yang terkandung di dalam TBT tidak dapat didegradasi dan akan terakumulasi di dalam sedimen laut dan terbiomagnifikasi di dalam rantai makanan (Hakim *et al.*, 2018). Biosida aktif pada cat *antifouling* yang umum digunakan oleh masyarakat saat ini mengandung Cu, diuron, *zinc pyrithione*, *copper pyrithione*, *chlorothalonil* dan *SeaNine 211* yang dapat menyebabkan pencemaran serius pada lingkungan dan organisme laut yang meliputi organisme *fouling* maupun *non fouling* (Majik *et al.*, 2014).

Penggunaan cat *antifouling* berbahan dasar TBT dan biosida aktif lainnya meningkatkan terjadinya pencemaran di perairan, sehingga saat ini sangat dibutuhkan alternatif baru yang lebih ramah lingkungan dan tetap efektif untuk mengendalikan organisme penempel yang dapat diperoleh dari alam atau dikenal dengan *Nature Product Antifoulants* (NPA). NPA merupakan salah satu alternatif terbaik pengganti TBT (Raveendran dan Mol, 2009).

Sonneratia caseolaris (L.) Engl. banyak ditemukan di daerah sungai dengan kadar salinitas rendah atau cenderung tawar di Indonesia. Tumbuhan ini

mengandung berbagai macam senyawa metabolit sekunder yang dapat dimanfaatkan dalam bidang industri maupun farmatika diantaranya adalah saponin, tanin, steroid, dan, flavonoid (Lutfitasari *et al.*, 2016).

Bahan alam yang bisa digunakan sebagai *antifouling* salah satunya adalah mangrove *S. caseolaris* (L.) Engl. *Antifouling* yang berasal dari bahan alam memiliki sifat antibakteri atau antimikroba (Lim *et al.*, 2006). Daun mangrove *S. caseolaris* (L.) Engl. diketahui memiliki sifat antibakteri atau antimikroba. Berdasarkan penelitian Helda *et al.* (2020), ekstrak daun *S. caseolaris* (L.) Engl. dengan konsentrasi 70%, 80% dan 90% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* secara in vitro.

Senyawa yang memiliki potensi sebagai *antifouling* yaitu senyawa golongan alkaloid, fenolat, steroid dan terpenoid (Aulia dan Sulistyaningsih, 2019) serta tanin (Halimu *et al.*, 2017). Menurut Idora *et al.* (2015), tanin pada mangrove *Rhizophora apiculata* memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *biofouling* pada permukaan logam meski dalam konsentrasi rendah. Menurut Chen *et al.* (2008), kandungan senyawa *diterpene* pada akar mangrove *Ceriop tagal* mampu menghambat pertumbuhan larva *Balanus albicostatus* dan *B. albicostatus* dewasa. Menurut Cahyaningtyas *et al.* (2017), senyawa aktif berupa fenol pada *Avicennia marina* berpotensi sebagai *antifouling* yang mampu menghambat produksi byssus *Perna viridis*.

Faktor lingkungan berupa lokasi tumbuh, ketinggian, suhu, waktu paparan sinar matahari, curah hujan, iklim dan kondisi serta jenis substrat dapat mempengaruhi hasil metabolit sekunder tumbuhan. Menurut Utomo *et al.* (2020),

proses produksi metabolit sekunder tumbuhan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kandungan metabolit yang berbeda-beda akan menimbulkan aktivitas senyawa metabolit sekunder yang berbeda pula. Maka dari itu sebelum dilakukannya penelitian terkait uji aktivitas tumbuhan ini, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekundernya, salah satunya yaitu dengan menggunakan uji skrining fitokimia.

Uji skrining fitokimia dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman yang diteliti. Hasil uji skrining fitokimia salah satunya dipengaruhi oleh pemilihan pelarut dan metode ekstraksi (Kristanti *et al.*, 2008). Senyawa *antifouling* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari ekstrak daun *S. caseolaris* (L.) Engl. Proses ekstraksi sampel uji dilakukan dengan menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol. Pelarut metanol dikenal sebagai pelarut universal. Menurut Astarina *et al.* (2013), metanol memiliki gugus hidroksil dan metil yang memiliki kecenderungan dapat menarik analit-analit yang bersifat polar maupun non polar.

Pulau Payung terletak di Desa Sungsang, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Pulau ini berada di antara muara Sungai Musi dan muara Sungai Telang (Riyanti *et al.*, 2019). Pulau Payung memiliki kawasan mangrove yang luas dan masih terjaga dengan alami. Pulau ini dipengaruhi oleh pasang surut Sungai Musi. Berdasarkan wawancara dengan Bapak Syamsudin yang merupakan warga Desa Sungsang pada tanggal 09 Oktober 2020, waktu optimal untuk mengunjungi Pulau Payung berada pada pukul 17.00 WIB sampai pukul

06.00 WIB, namun hal tersebut tidak baku, sehingga bisa saja air baru surut menjelang tengah malam atau sekitar pukul 02.00 WIB.

Lokasi yang dipilih untuk peletakkan plat uji berada di Desa Sungsang. Desa Sungsang berada di Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Desa ini terletak di wilayah paling ujung Provinsi Sumatera Selatan yang mengarah ke Selat Bangka yang merupakan salah satu wilayah lintasan perairan Sungai Musi. Sebagian besar warga di Desa Sungsang memiliki kapal untuk menjalankan aktivitas dan pekerjaan baik sebagai penyedia jasa transportasi antar pulau maupun nelayan, hal ini menyebabkan terjadinya pencemaran di sungai akibat penggunaan cat *antifouling* yang meningkat.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh ekstrak daun mangrove *S. caseolaris* (L.) Engl. sebagai bahan *antifouling* alami yang dicampurkan dengan cat kayu pada substrat berupa plat kayu, bahan ini dipilih karena kapal yang digunakan masyarakat sebagian besar terbuat dari kayu yang juga menjadi substrat tempat menempelnya *biofouling*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Apa saja golongan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.?
2. Bagaimana pengaruh ekstrak daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. pada konsentrasi 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dalam menghambat luasan penempelan dan biomassa *macrofouling* pada plat uji?

3. Apa saja jenis *macrofouling* yang menempel pada plat uji?

1.3. Hipotesis Penelitian

Penelitian ini memiliki hipotesis sebagai berikut:

1. H0: Tidak ada pengaruh tingkatan konsentrasi terhadap luas penempelan dan biomassa *macrofouling*

H1: Ada pengaruh tingkatan konsentrasi terhadap luas penempelan dan biomassa *macrofouling*.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui golongan senyawa metabolit sekunder apa saja yang terdapat pada ekstrak daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.
2. Mengetahui pengaruh ekstrak daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. pada konsentrasi yang berbeda dalam menghambat luasan penempelan dan biomassa *macrofouling* pada plat uji
3. Mengetahui jenis *macrofouling* yang menempel pada plat uji.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang potensi ekstrak daun *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. sebagai bahan *antifouling* alami untuk menggantikan senyawa *antifouling* berbahan kimia yang berbahaya bagi lingkungan dan biota laut lainnya. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi bagi tersedianya bahan alternatif *antifouling* berbahan dasar alami yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abarzua, S., dan Jakubowski, S. 1995. *Biotechnological investigation for the Prevention of Biofouling*. I. Biological and Biochemical principles for the prevention of *biofouling*. Marine Ecology Progress Series. 123. Germany: Inter Research.
- Afriyani, A., Fauziyah, F., Mazidah, M., Ratih, W. 2017. Keanekaragaman Vegetasi Hutan Mangrove Di Pulau Payung Sungsang Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 6(2):113-119.
- Agustina, S., Ruslan., dan Wiraningtyas, A. 2016. Skrining Tanaman Obat di Kabupaten Bima. *Journal of Applied Chemistry*. 4(1): 71-76.
- Agustina, W., Nurhamidah., dan Handayani, D. 2017. Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Beberapa Fraksi Dari Kulit Batang Jarak (*Ricinus communis* L.). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 1(7): 117-122.
- Al-Kautsar, W., Perdanawati, R. A. dan Noverma. 2020. Laju Penempelan *Macrofouling* pada Tiang Pancang Jembatan Suramadu. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 3(2): 211-221.
- Amin, M. K. 2017. Uji Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Sebagai Bahan Antifouling Alami pada Plat Baja di Perairan PT Dok dan Perkapalan Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 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
- Anwar, K., Rahmanto, B., Triyasmono, L., Rizki, M.I., Halwani, W., dan Lestari, F. 2017. The Influence of Leaf Age on Total Phenolic, Flavonoids, and Free Radical Scavenging Capacity of *Aquilaria beccariana*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 8(1S): 129-133.
- Arief, A. 2003. *Hutan Mangrove; Fungsi dan Manfaatnya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W. dan Warditiani, N. 2013. Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb). *Jurnal Farmasi Udayana*. 2(4): 1-6.

- Aulia, R.N., dan Sulistiyarningsih, R. 2019. Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Senyawa Bioaktif Tumbuhan Mangrove Preparat (*Sonneratia alba*). *Farmaka*. 7(3): 151-156.
- Backer, A and Brink, V.D.B. 1965. Flora of Java (Spermatophytes Only) Volume I. N.V.P. The Netherlands, Noordhoff-Groningen.
- Bengen, D.G. 2002. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Berge, J.A and Walday, M. 1999. *Alternatives to The Use of TBT as an Antifouling Agent on The Hull of Ships with Special Reference to Methods Not Involving Leaching of Toxic Compounds to the Water*. Report No. O-98149. Norwegian Institute for Water Research pp. 1- 34.
- Boesono, H. 2008. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Organisme Penempel dan Modulus Elastisitas pada Kayu. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 13(3): 177-180.
- Buamona, D., Djamaluddin, R., dan Windarto, A.B. 2017. 36 Indeks Daun *Sonneratia alba* pada Zona Tumbuh Berbeda di Pesisir Desa Tiwoho Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 36-40.
- Cahyaningtyas, G.A., Iranawatia, F., dan Dewia, C.S.U. 2017. Aktivitas *Antifouling Avicennia marina* Terhadap Macrofouler *Perna viridis*. *Journal of Fisheries and Marine Science*. 1(1): 1-5.
- Chambers, L.D., Stokes, K.R., Walsh, F.C. Wood, R.J.K. 2013. Modern Approachesto Marine *Antifouling* Coating. *Jurnal Surface and Coatings Technology*. 201(2006): 3642-3652.
- Cannell, R. J. P. 1998. *Natural products isolation Vol. 4*. Springer Science & Business Media.
- Chen, J.D., Feng, D.Q., Yang, Z.W., Wang, Z.C., Qiu, Y., dan Lin, Y.M. 2008. *Antifouling* Metabolites From the Mangrove Plant *Ceriops tagal*. *Molecules*. 13(2): 212-219.
- Clare, A.S., Ward, S.C., Rittschof, D. and Wilbur, K.M. 1994. Growth Increments of The Barnacle *Balanus amphitrite amphitrite* Darwin (cirripedia). *J Crustacean Biol*. 14: 27–35.
- Cohen, A. N., Calder, D. R., Carlton, J. T., Chapman, J. W., Harris, L. H., Kitayama, T., Lambert, C. C., Piotrowski, C., Shouse, M. and Solórzano,

- L.A. 2004. *Rapid Assessment Shore Survey for Exotic Species in San Francisco*. Oakland: San Francisco Estuary Institute. 1-32.
- Cowan, M. M. 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin Microbio Review*. 12(4): 564-82.
- Creswell, J. W. 2014. *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods*. Approaches: Fourth Edition. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Cushnie, T.P.T. and Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial Activity of Flavonoids. *Int. Journal antimicrobe. Agents*. 26, 343-356.
- Desai, D.V., Anil, A.C., Venkat, K., 2006. Reproduction in *Balanus amphitrite* Darwin (Cirripedia:Thoracica): Influence of Temperature and Food Concentration. *Mar. Biol*. 149: 1431-1441.
- Dewi, I.P., Nursalam., dan Bawaihi, M. 2021. Pengolahan Buah Rambai *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. Sebagai Minuman Penguat Imunitas Tubuh di Masa Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*. Banjarbaru.
- Estika, A. 2010. Organisme Laut Penghasil Antifoulant Pengganti TBT Penanggulangan *Biofouling* di Dasar Kapal. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Bioteknologi, Universitas Al Azhar Indonesia.
- Fajri, M. A., Surbakti, H., & Putri, W. A. E. (2011). Laju Penempelan Teritip pada Media dan Habitat yang Berbeda di Perairan Kalianda Lampung Selatan. *Maspri Journal: Marine Science Research*. 3(2): 63-68.
- Fitriyyah, B., Fatiqin, A., Utami, S., dan Kurnaso, A. 2020. Keanekaragaman Tanaman Mangrove di Taman Nasional Berbak Sembilang. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. Palembang.
- Gizer, G., Önal, U., Ram. M. dan Sahiner, N. 2022. Biofouling and Mitigation Methods: A Review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 3(2): 1-25.
- Gunarto. 2004. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23(1): 15-21.
- Hakim, M.F.H., Widowati, I., dan Sabdono, A. 2018. Aktivitas *Antifouling* dan Karakteristik Fitokimia Ekstrak Rumput Laut *Sargassum* sp. dari Perairan Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Marine Research*. 7(3): 201-211.

- Halimu, R.B., Sulistijowati, R.S., dan Mile, L. 2017. Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneratia alba*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 5(4): 93-97.
- Handayani, S. 2018. Identifikasi Jenis Tanaman Mangrove Sebagai Bahan Pangan Alternatif di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pangan* 12(2): 33-46.
- Helda, H., Didit, A., dan Setyawardhana, R.H.D. 2020. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Rambai (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) Konsentrasi 70%, 80%, dan 90% Terhadap *Streptococcus mutans* In Vitro.
- Hertiani, T., Edrada-Ebel, R., Ortlepp, S., van Soest, R. W., de Voogd, N. J., Wray, V. and Proksch, P. 2010. From Anti-Fouling to Biofilm Inhibition: New Cytotoxic Secondary Metabolites From Two Indonesian *Agelas sponges*. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*. 18(3): 1297-1311.
- Howlader, M.S.I., Dey, S.K., Hira, A., and Ahmed, A. 2012. Evaluation of Antinociceptive and Antioxidant Properties of The Ethanolic Extract of *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. Leaves. *Der Pharmacia Sinica*. 3(5): 536-541.
- Hurriyani, Y., dan Lestari, A.D. 2020. Peningkatan Manajemen Usaha Ekowisata Mangrove pada Kelompok Sadar Wisata Polaria Tanjung pagar di Desa Mendalok. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*. 5(1): 405-412.
- Hutomo, M., Romimohtarto, K. dan Burhanuddin. 1997. Pengamatan Biologis di Perairan Muara Karang Dengan Catatan Tentang Perikanan di Daerah Tersebut. Proyek Penelitian Potensi Sumber Daya Ekonomi Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI. Jakarta.
- IMO (The International Maritime Organization). *International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships*. www.imo.org (Diakses pada tanggal 10 Juli 2020).
- Idora, M.S.N., Ferry, M., Wan Nik, W.B., dan Jasnizat, S. 2015. Evaluation of Tannin From *Rhizophora apiculata* as Natural Antifouling Agents in Epoxy for Marine Application. *Progress in Organic Coating*. 81: 125-131.
- Jubaidah, S., Syamsul, E. S. dan Supomo. 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Akut Ekstrak Etanol Daun Pidada Merah (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. L) pada Mencit Putih (*Mus musculus* L). *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 7(2): 257.

- Kamyab, E., Goebeler, N., Kellermann, M. Y., Rohde, S., Reverter, M., Striebel, M., dan Schupp, P. J. (2020). Anti-Fouling Effects of Saponin-Containing Crude Extracts From Tropical Indo-Pacific Sea Cucumbers. *Marine drugs*. 18(4): 181.
- 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.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51. Tahun 2004 Lampiran III Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Jakarta.
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., and Baba, S. 1997. *Handbook of mangroves in Indonesia: Bali and Lombok*. JICA/ISME, The Development of Sustainable Mangrove Management Project. Saritaku: Indonesia.
- Kon-ya, K and Miki, W. 1994. Effects of Environmental Factors on Larval Settlement of the Barnacle *Balanus amphitrite* Reared in the Laboratory. *Fisheries Science*. 60(5): 563-565.
- Koroy, P.Z., Muhammad, S.H., Nurafni dan Boy, N. 2020. Pola Zonasi Vegetasi Ekosistem Mangrove di Desa Juanga Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indofasifik*. 4(1): 11-22.
- Kristanti, K., dan Novi, A. 2008. *Buku Ajar Fitokimia*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Kurang, R. Y. dan Malaipada, N. A. 2021. Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Methanol Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*). *Sebatik*. 25(2): 769.
- Kurniawan, A. W. 2016. Pengaruh Ekstrak Kulit *Durio zibethinus* Terhadap Luas Penempelan dan Biomassa *Biofouling* pada Permukaan Plat Kapal Di PT Dok dan Perkapalan Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kurniawan, H. dan Ropiqa, M. 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida* Burm.f.) dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*. 3(2): 52-62.
- Kusbiantoro, D., dan Purwaningrum, Y. 2018. Pemanfaatan Kandungan Metabolit Sekunder pada Tanaman Kunyit dalam Mendukung Peningkatan Pendapatan Masyarakat. *Jurnal Kultivasi*, 17(1): 544-549.

- Larasati, T., Yassi, R.M., dan Malis, E. 2021. Pengaruh jenis Pelarut dalam Ekstraksi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Daya Mortalitas Larva (*Aedes aegypti*). *Jurnal Crystal*. 3(1): 12-25.
- Lathifah, S., Chatri, M., Advinda, L. dan Anhar, A. 2022. Potensi Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis* Park.) sebagai Antifungi Terhadap Pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* Secara In-Vitro. *Jurnal Serambi Biologi*, 7(3), 283-289.
- Lau, S. C. and Qian, P. Y. 2000. Inhibitory Effect of Phenolic Compounds and Marine Bacteria on Larval Settlement of The Barnacle *Balanus amphitrite amphitrite* Darwin. *Biofouling*, 16(1): 47-58.
- Liu, C., Ma, C., Xie, Q., dan Zhang, G. 2017. Self-repairing Silicone Coating For Marine Anti-biofouling. *Journal of Materials Chemistry A*. 5: 15855-15861.
- Lim, S.H., Darah, I., and Jain, K. 2006. Antimicrobial Activities of Tannins Extracted From *Rhizophora apiculata* Barks. *Journal of Tropikal Forest Science*. 18(1): 59-65.
- Lutfiasari, N., Aminarti, S., dan Ajizah, A. 2016. Pengaruh Pemberian Infusa Buah Rambai (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Secara In Vitro.
- Mahardika, G. R., Pratikno, H., dan Titah, H. S. 2018. Analisis Ketahanan Microalga pada Material Baja AH 36 dengan Menggunakan Metode *Impressed Current* Anti Fouling (ICAF). *Jurnal Teknik ITS*. 7(2): 145-150.
- Majik, M.S., C. Rodrigues, S. Mascarenhas, dan L. D'Souza. 2014. Design and Synthesis of Marine Natural Product-Based 1H-indole-2,3-dione Scaffold as a New *Antifouling*/Antibacterial Agent Against Fouling Bacteria. *Bioorganic Chemistry*. 54C: 89-99.
- Maryanto, H., A.M. Janah., dan D.S. Mulia. 2018. Penghambatan Ekstrak Metanol Daun dan Batang Tumbuhan Mangrove *Rhizophora mucronata* Terhadap Pertumbuhan Beberapa Strain Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Proceeding Biology Education Conference*. 15(01):838.
- Mamonto, R., Rumampuk, N.D., Lasut, M.T. 2017. Pendugaan Dampak Pencemaran Tributyltin Menggunakan Gejala Imposeks pada Gastropoda di Perairan Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(2): 8-13.

- Marhaeni, B. 2012. *Biofouling* pada Beberapa Jenis Substrat Permukaan Kasar dan Halus. *Sains Akuatik*. 14(1): 41 – 47.
- Martuti, N.K.T. 2013. Keanekaragaman Mangrove di Wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA*. 36(2): 123-130.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. 7(2): 361-367.
- Murniasih, T. 2003. Metabolit Sekunder dari Spons Sebagai Bahan Obat-Obatan. *Oseana*. 18(3): 27-33.
- Muthmainnah, B. 2017. Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum* L.) dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 13(2): 3.
- Nasmi, J. 2014. Kelimpahan Teritip (*Balanomorpha*) pada Lambung Kapal Penumpang di Pelabuhan Kijang, Tanjungpinang, Provinsi Riau. *Skripsi*. Jatinangor: Universitas Padjadjaran.
- Ngajow M., Abidjulu, J. dan Kamu V. S. 2013. Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. 2(2): 128-32.
- Ningsih, W. 2021. Uji Aktivitas Ekstrak Daun *Rhizophora apiculata* Blume Terhadap Makrofouling pada Plat Baja di Sungsang. *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Nofiani, R. 2008. Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia*. 10(2): 120-125.
- Noer, S., Pratiwi, R. D. dan Gresinta, E. 2019. 19 Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Ilmu-ilmu MIPA*. 8(1): 19-29.
- Noor, R, Yus., Khazali, M., Suryadiputra I.N.N. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WIIP. Bogor.
- Nur, R.M., dan Rahmawati, R. 2019. Kombinasi Uji Aktivitas *Antifouling* (*Rhizophora apiculata*) di Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 14(1): 17-22.
- Pursetyo, K.T., Tjahyaningsih, W., Andriyanto, S. 2013. Analisis Potensi *Sonneratia* sp. di Wilayah Pesisir Pantai Timur Surabaya Melalui Pendekatan Ekologi dan Sosial Ekonomi. *Jurnal ilmiah perikanan dan kelautan*. 5(2):129-136.

- Railkin, A. I. 2004. *Marine Biofouling; Colonization Processes and Defence*. Florida: *CRC Press*. 302p.
- Raveendran, T.V., and Mol, V.P.L. 2009. Natural Product Antifoulants. *Current Science*. 97(4): 508-520.
- Riyanti, I., Putri, W. A. E., Ulqodry, T. Z., dan Santeri, T. 2019. Akumulasi Logam Berat Zn dan Pb pada Sedimen, Akar, dan Daun Mangrove *Avicennia alba* di Pulau Payung, Sumatera Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal Lands*. 8(2): 141-147.
- Romimohtarto, K dan Juwana, S. 2007. *Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Sahromi. 2011. *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.: Jenis Mangrove yang Hidup di kebun Raya Bogor. *Warta Kebun Raya*. 11(1).
- Safruddin, S., Dewiyanti, I. dan Agustina, S. 2019. Kelimpahan dan Pola Sebaran *Balanus amphitrite* yang Berasosiasi dengan Gropozag di Perairan Pantai Ujung Batee Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 4(2): 99-105.
- Sapara, T. U., Waworuntu, O. dan Juliatri. 2016. Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.) Terhadap Pertumbuhan *Porphyromonas gingivalis*. *Pharmakon*. 5(4): 1-19.
- Saparinto, C. 2007. *Pendayagunaan Ekosistem Mangrove*. Semarang: Penerbit Dhara Prize.
- Saputra, A. 2021. Analisis Pemanfaatan Senyawa Tannin Sebagai Antifouling Agent Untuk Menekan Pertumbuhan Teritip (*Balanus* sp.) di Muara Angke, Jakarta Utara. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Sasongko, S. 2008. Pengaruh Warna Cat Anti Corrosion (AC) Terhadap Penempelan Vortex pada Bagian Badan Kapal. *Undergraduate Thesis Teknik Perkapalan Ekstensi*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Setiawan, E., Effendi, R., dan Herawati, N. 2016. Pemanfaatan Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) dalam Pembuatan Selai. *Jom Faperta*: 3(1): 1-14.
- Setyowati, H., Hanifah H. Z., Nugraheni R. P. dan Setyani, W. 2013. Krim Kulit Buah Durian (*Durio zibethinus* L.) Sebagai Obat Herbal Pengobatan Infeksi Jamur *Candida albicans*. *Media Farmasi Indonesia*. 8(2): 5-570.

- Shofiana, I. 2020. Uji Aktivitas Antibakteri pada Bakteri *Salmonella* sp. dengan Ekstrak Kulit Batang, Daun dan Buah Mangrove *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. *Skripsi*. Surabaya: Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Sugandi, S. Anggelia, F., dan Riniwasih, L. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Rambai (*S. caseolaris* (L.) Engl., Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*. 2(1): 73-80.
- Supomo, S., Warnida, H., dan Sahid, B.M. 2019. Perbandingan Metode Ekstrak Umbi Bawang Rambut (*Allium chinense* G. Don.) Menggunakan Pelarut Etanol 70% Terhadap Rendemen dan Skrining Fitokimia. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*. 1(1): 30-40.
- Suryelita., Etika, S. E. dan Kurnia, V. S. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Steroid Dari Daun Cemara Natal (*Cupressus funebris* Endl.). *Eksakta*. 18(1): 86-94.
- Syahputra, F. dan Almuqaramah, T.M.H. 2019. Penambahan Ekstrak Larutan Kulit Mangrove pada Cat Minyak Sebagai *Antifouling*. *Journal Aquatic Sciences*. 6(1): 37-40.
- Toreh, P.T.J., N. Gustaf F. Mamangkey, N.G.F., Boneka, F.B., Kussen, J.D., Lumuindong, F., dan Lumenta, C. 2018. Inventarisasi Jenis dan Pengukuran Berat Biota Pengotor pada Kerang Mutiara *Pinctada margaritifera* dari Perairan Arakan, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 6:(2): 106-113.
- Triwibisono, A. Ranu, I.K., dan Sarwito, S. 2012. Analisa Penggunaan Impressed Current Anti Fouling (ICAF) sebagai Pencegahan Fouling di Linier Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut. *Jurnal Teknik Pomits* 1(1): 1-7.
- Utama, A. 2021. Analisis Pemanfaatan Senyawa Flavonoid sebagai *Antifouling Agent* untuk Menekan Pertumbuhan Teritip. *Skripsi*: Bogor: Departemen Budidaya Perairan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Utomo, D.S., Kristiani, E. B. E. dan Mahardika, A. 2020. Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid, Fenolik, Klorofil, Karotenoid dan Aktivitas Antioksidan pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*). *Bioma*. 22(2): 143-149.
- Vargashe, J.K., Belzik, N., Nisha, A. R., Resiyah, S., Resmi, S. dan Silvipriya, K. S. 2010. Pharmacognostical and Phytochemical Studies of Mangroves

- (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) From Kochi of Kerala state in India. *Journal of pharmacy research*. 3(11): 2625-2627.
- Vedaprakash, L., Dineshram, R., Ratnam, K., Lakshmi, K., Jarayaj, K., Mahesh, S., Venketesan, R., dan Shanmugam, A. 2013. Experimental Studies on The Effect of Different Metallic Substrates on Marine *Biofouling*. *Colloids and surface B: Biointerface*. 106: 1-10.
- Widyanto, S. S., Ma'muri. dan Prasetiawan, N. R. 2019. Desain Prototipe Antifouling Pada Pengembangan Teknologi Pemantauan untuk Budidaya Laut di Wakatobi. Makalah disajikan pada *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS) ke-IV*. Wakatobi.
- Winarti, W., Rahardja, B.S., dan Sudarno. 2019. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mangrove *S. caseolaris* (L.) Engl. Berdasarkan Tingkat Kematangan Daun. *Journal of Marine and Coastal Science*. 8(3): 130-138.
- Wulandari, A.P., Sunnah, I. dan Dianingati, R.S. 2021. Optimasi Pelarut Terhadap Parameter Spesifik Ekstrak Kitolod (*Isotoma longiflora*). *Journal of Research in Pharmacy*. 1(1): 10-15.
- Xiangrong, Z., and Guiqiao, H. 2005. *Evaluations and classification of seawater corrosiveness by Environmental Factor*. China: Qingdao Marine Institut.
- Yuda, P.E.S.K., E. Cahyaningsih., N.L.P. Yuni., dan Winariyathi. 2017. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Tanaman Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.). *Medicamento*. 3(2):63.
- 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.
- Zhang, J., Liang, Y., Wang, K. L., Liao, X. J., Deng, Z. and Xu, S. H. 2014. Antifouling Steroids From The South China Sea Gorgonian Coral *Subergorgia suberosa*. *Steroids*. 79: 1-6.