

ISSN 1693-6442

JURNAL

# ILMU-ILMU PERIKANAN DAN BUDIDAYA PERAIRAN

Volume 14, Nomor 1, Juni 2019



Fakultas Perikanan  
Universitas PGRI Palembang

# JURNAL ILMU – ILMU PERIKANAN DAN BUDIDAYA PERAIRAN

ISSN : 1693-6442

E-ISSN : 2620-4622

Volume 14, Nomor 1, Juni 2019

## DAFTAR ISI

- SEBARAN DAERAH PENANGKAPAN ALAT TANGKAP SONDONG DI SELAT RUPAT PERAIRAN KOTA DUMAI** 1-6  
*Distribution of Sondong Capture Arrangement Areas in the Water Rupert City of Dumai*  
Deni Sarianto, Suci Asrina Ikhsan, Rangga Bayu Kusuma Haris, Tyas Dita Pramesthy, dan Djunaidi
- KOMBINASI MAGGOT PADA PAKAN KOMERSIL TERHADAP PERTUMBUHAN, KELANGSUNGAN HIDUP, FCR DAN BIAYA PAKAN IKAN PATIN SIAM (*Pangasius hypophthalmus*)** 7-16  
*The Combination of Maggot On Commercial Feeding on Growth, Survival, FCR and Seed Feed Costs Catfish (*Pangasius hypophthalmus*)*  
Widya Romadhona Putri, Helmi Harris, dan Rangga Bayu Kusuma Haris
- KOMBINASI UJI AKTIVITAS ANTIFOULING (*Rhizophora apiculata*) DI KABUPATEN PULAU MOROTAI** 17-22  
*Antifouling Activity of *Rhizophora apiculata* In Pulau Morotai Regency*  
Rinto M. Nur dan Rahmawati
- UJI ORGANOLEPTIK SAGU LEMPENG DENGAN PENAMBAHAN DAGING IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DAN PENYEDAP RASA** 23-29  
*Organoleptik Testing Of Sagu Lempeng With Meat Of Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) and Pepper and Flavoring Powder*  
Asy'ari dan Jana Sidin
- PEMBESARAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) DENGAN SISTEM MONOSEKS DAN CAMPURAN TERHADAP PERTUMBUHAN, KELANGSUNGAN HIDUP, DAN FCR** 30-36  
*Giant Freshwater Prawns Enhancement (*Macrobrachium rosenbergii* De Man), Using Monosex and Mixed Systems To Growth, Survival, and FCR*  
Derri Syatriawan, Indah Anggraini Yusanti, dan Syaeful Anwar
- TINGKAT PERTUMBUHAN DAN KECERAHAN WARNA IKAN KOMET (*Carassius auratus*) DENGAN PENAMBAHAN KONSENTRASI TEPUNG *Spirulina* sp PADA PAKAN** 37-44  
*Level of Growth and Brightness Comet (*Carassius auratus*) Color with Additional Concentration Flour *Spirulina* sp on Feed*  
Muhammad Mbarep Rosid, Indah Anggraini Yusanti, dan Dian Mutiara
- KARAKTERISTIK RENGGINANG DENGAN PENAMBAHAN SURIMI IKAN PATIN (*Pangasius hypophthalmus*) PADA KOMPOSISI YANG BERBEDA** 45-53  
*Rengginang Characteristics with the Addition of Catfish Surimi (*Pangasius hypophthalmus*) on Different Compositions*  
H.B. Fiertarico, Helmi Harris dan Fitra Mulia Jaya
- INDEKS PREVALENSI DAN INTENSITAS EKTOPARASIT PADA IKAN BOTIA (*Chromobotia macracanthus*) DI SUMATERA SELATAN** 54-61  
*Index of Prevalence and Intensity of Ectoparasites on Botia Fish (*Chromobotia macracanthus*) in South Sumatra*  
Erik Ariyanto, Syaeful Anwar dan Sofian

**KOMBINASI UJI AKTIVITAS ANTIFOULING (*Rhizophora apiculata*)  
DI KABUPATEN PULAU MOROTAI***Antifouling Activity of Rhizophora apiculata In Pulau Morotai Regency***Rinto M. Nur<sup>1</sup> dan Rahmawati<sup>2</sup>**<sup>1)</sup> Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, Unipas Morotai, Maluku Utara, 97771, Indonesia<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Unipas Morotai, Maluku Utara, 97771, IndonesiaEmail : [rintomnur777@gmail.com](mailto:rintomnur777@gmail.com)**Abstrak**

Penggunaan cat yang mengandung TBT sebagai pelapis dan antifouling sering dilakukan untuk mengurangi dampak penempelan biota pada permukaan bangunan maupun benda yang selalu terendam air. Hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran kimia di perairan yang lambat laun akan terakumulasi dan membahayakan biota maupun lingkungan. Namun, penggunaan bahan alami dari suatu organisme sebagai bioantifouling dapat mengurangi pencemaran kimia di perairan. Beberapa jenis mangrove mengandung senyawa bioaktif yang memiliki daya antifouling. *Rhizophora apiculata* merupakan salah satu jenis mangrove yang dilaporkan memiliki aktivitas anti-microfouling. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi *R. apiculata* dan senyawa bioaktifnya sebagai bahan antifouling. Sampel *R. apiculata* diambil dari Perairan Pulau Morotai. Ekstraksi dan identifikasi golongan senyawa bioaktif *R. apiculata* dilakukan di Laboratorium FPIK, Unipas Morotai. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi berulang selama 48—72 jam menggunakan pelarut metanol. Pengujian antifouling dilakukan dengan mengecat ekstrak *R. apiculata* di permukaan papan ( $10 \times 10 \times 2$  cm<sup>3</sup>) kemudian direndam dalam laut selama 12 minggu. Sebagai pembanding, juga digunakan cat yang umumnya digunakan untuk mengecat perahu dan bangunan lainnya. Masing-masing pengujian dibuat dalam 3 kali ulangan. Pengamatan dilakukan setiap minggu dengan melihat jumlah biota yang melekat pada papan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan Anova. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perolehan rendemen ekstrak metanol daun *R. apiculata* (EDRA) sebesar 8,2%. Hasil uji antifouling menunjukkan EDRA memiliki aktivitas antifouling. Identifikasi senyawa bioaktif menunjukkan bahwa daun *R. apiculata* mengandung senyawa bioaktif flavonoid, saponin, steroid, dan quinon.

**Kata Kunci :** *antifouling, rhizophora apiculata, senyawa bioaktif, makrofouling***Abstract**

*The use of paint containing TBT as a coating and antifouling are often done to reduce the impact of sticking biota on the surface of buildings and objects that are always submerged in water. This has become one of the causes of chemical pollution in water which will gradually accumulate and endanger the biota and the environment. However, the use of natural ingredients from an organism as bio antifouling can reduce chemical pollution in waters. Some types of mangroves contain bioactive compounds that have antifouling power. Rhizophora apiculata is a type of mangrove that is reported to have anti-microfouling activity. This study aimed to explore the potential of R. apiculata and their bioactive compounds as antifouling agents. The samples of R. apiculata were taken from the waters in Pulau Morotai. Extraction and identification of R. apiculata bioactive compounds were carried out at the FPIK laboratory, Universitas Pasifik. The extraction was carried out by repeated maceration methods from 48 to 72 hours using methanol as a solvent. Antifouling testing is done by painting the R. Apiculata extract on the board surface then immersing it in the sea for 12 weeks. As a comparison, this test also uses paint which is generally used to paint boats and other buildings. Each test was made in three replications of observations conducted every week by looking at the number of biotas attached to the board. The data were analyzed by using ANOVA. The results showed that the yield of R. Apiculata leaves methanol extract was 8,2 %. Antifouling test results showed EDRA has antifouling activity. Bioactive compounds identified as R. apiculata leaf samples contain bioactive compounds flavonoid, saponins, steroids and quinon.*

**Keywords:** *antifouling, rhizophora apiculata, bioactive compounds, macrofouling*

## I. PENDAHULUAN

Biofouling merupakan penempelan organisme di permukaan benda atau bangunan yang terendam air, sehingga dapat merusak struktur bangunan tersebut. Implikasi fenomena biofouling sangat bervariasi terutama sektor perikanan dan perkapalan harus menghadapi konsekuensinya (Plougerné dkk., 2010). Biofouling dapat menyebabkan korosif dan menambah berat perahu atau kapal, sehingga daya tarikan kapal meningkat dan berakibat pada efisiensi penggunaan bahan bakar. Selain itu, Sabdono (2007) juga menjelaskan bahwa biofouling dapat menyebabkan kerusakan struktur kayu karena aktivitas *wood borers*. Lebih lanjut Hellio dkk. (2014) melaporkan bahwa secara umum, kerugian akibat biofouling mencapai \$ 150.000.000.000 setiap tahun.

Pada umumnya, masyarakat atau nelayan mengendalikan biofouling dengan mengecat permukaan perahu/kapal maupun bangunan yang terendam air yang diperoleh dari pasar. Penggunaan cat yang mengandung logam berat sebagai pelapis dan antifouling sering dilakukan untuk mengurangi dampak penempelan biota pada permukaan bangunan maupun benda yang selalu terendam air. Hal ini menjadi salah satu penyebab pencemaran logam berat di perairan yang lambat laun akan terakumulasi dan membahayakan biota maupun lingkungan. Cat antifouling yang beredar di pasaran saat ini adalah cat yang komponen utamanya *tributyltin* (TBT) dan *copper sulfat*. Park dkk (2012), melaporkan bahwa TBT dapat menyebabkan imposex, penurunan index gonad dan pertumbuhan tertunda pada spesies *Gomphina veneriformis*. Sedangkan Hellio dkk (2014), melaporkan bahwa *copper sulfat* dapat menyebabkan kematian pada beberapa biota laut dan memicu migrasi ikan salmon. Mengingat penggunaan TBT yang dapat membahayakan lingkungan, maka sejak tanggal 1 Januari 2008, Organisasi Maritim Internasional (IMO) mengusulkan penghapusan penggunaan cat antifouling berbahan TBT.

Salah satu solusi alternatif pengendalian biofouling tanpa menggunakan cat berbahan TBT adalah dengan mengisolasi bahan antifouling alami dari organisme laut. Secara alami, beberapa jenis organisme laut mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder (bioaktif) yang mampu menghalangi organisme fouling melekat pada permukaan substrat. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa beberapa biota laut memiliki aktivitas antifouling (Plougerné dkk., 2010; Habsah

dkk., 2011; Santi dkk., 2014; Fitianingrum dkk., 2016).

Beberapa jenis mangrove dilaporkan memiliki aktivitas antifouling (Manilal dkk., 2009; Nandhini dan Revathi, 2016; Prabhakaran dkk., 2016). Mangrove yang banyak ditemukan di Kabupaten Pulau Morotai adalah jenis-jenis *Rhizophora*. Nandhini dan Revathi (2016) melaporkan bahwa ekstrak kulit batang, akar dan daun *R. apiculata* memiliki aktivitas anti-mikrofouling. Bagian dari mangrove yang bisa digunakan sebagai antifouling adalah daun. Daun pada mangrove diduga memiliki metabolit sekunder yang lebih banyak dibandingkan dengan jaringan lain. Dalam penelitian sebelumnya telah dilakukan pengujian antifouling *R. apiculata* dengan menggunakan bakteri (microfouling). Sehingga penelitian ini menerapkan secara langsung ekstrak kasar daun *R. apiculata* pada media papan yang direndam dalam air laut. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk menganalisis daya antifouling ekstrak metanol *R. apiculata* dan untuk mengetahui golongan senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya

## III. METODE PENELITIAN

### 1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai dari survey dan pengambilan sampel mangrove (*Rhizophora apiculata*) di Desa Daruba dan Pandanga, Pulau Morotai. Ekstraksi dan identifikasi golongan senyawa bioaktif mangrove dilakukan di Laboratorium FPIK Unipas Morotai, serta pengujian daya antifouling dilakukan di Perairan Pantai Juanga, Pulau Morotai

### 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan yaitu:

- A : Pengecatan dengan ekstrak metanol daun *R. apiculata* (EDRA)
- B : Pengecatan dengan EDRA+cat kayu
- C : Pengecatan dengan cat kayu
- D : Pengecatan dengan EDRA+verniss
- E : Pengecatan dengan verniss
- F : Tanpa pengecatan

### 3. Prosedur Penelitian

#### a. Preparasi dan ekstraksi sampel *R. apiculata*

Sampel daun *R. apiculata* yang diperoleh dicuci dan dikeringanginkan. Selanjutnya, sampel dipotong kecil dan diblender. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi berulang menggunakan pelarut metanol (perbandingan 1:5 w/v) selama 48-72 jam. Selanjutnya disaring dan filtrat diuapkan dengan *waterbath*. Ekstrak

yang diperoleh ditimbang dan disimpan dalam botol flakon.

#### **b. Uji daya antifouling ekstrak *R. apiculata***

Uji daya antifouling ekstrak daun *R. apiculata* (EDRA) dilakukan dengan mencampurkan EDRA dengan vernis untuk mengetahui kemampuan senyawa bioaktif dalam melindungi struktur dari penempelan organisme fouling. Disiapkan beberapa blok kayu (papan) berukuran 10×10×2 cm<sup>3</sup> dan dibuat perlakuan yang terdiri dari campuran EDRA+Vernis dan EDRA+Cat kayu. Sebagai kontrol/pembanding digunakan vernis, cat, EDRA, dan tanpa perlakuan pengecatan (masing-masing perlakuan dibuat 3 kali ulangan). Selanjutnya, masing-masing blok kayu dicat sesuai perlakuan dan dikeringkan selama ± 3 hari. Blok kayu tersebut diikat dengan tali dan dipasang di bawah jembatan. Blok tersebut dipasang 50 cm di bawah permukaan laut pada surut terendah selama 8 minggu. Pengamatan dilakukan tiap minggu untuk dihitung jumlah organisme foulingnya.

#### **c. Uji fitokimia ekstrak *R. apiculata***

Ekstrak kasar *R. apiculata* selanjutnya dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui kandungan golongan senyawa bioaktif yang terkandung dalam sampel.

##### **1) Uji Alkaloid**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak dicampur dengan 5 ml kloroform dan 5 ml amoniak kemudian dipanaskan, dikocok dan disaring. Ditambahkan 5 tetes asam sulfat 2 N pada masing-masing filtrat, kemudian dikocok dan didiamkan. Bagian atas dari masing-masing filtrat diambil dan diuji dengan pereaksi Meyer, Wagner, dan Dragendorf. Terbentuknya endapan jingga, coklat, dan putih menunjukkan adanya alkaloid.

##### **2) Uji Saponin**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak dididihkan dengan 20 ml air dalam penangas air. Filtrat dikocok dan didiamkan selama 10 menit. Terbentuknya busa yang stabil berarti terdapat saponin.

##### **3) Uji Flavonoid**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak ditambahkan 20 ml air, dididihkan selama 5 menit kemudian disaring. Filtrat sebanyak 5 ml ditambahkan serbuk Mg 0,05 mg dan 3 tetes HCl pekat pada masing-masing filtrate, kemudian dikocok. Terbentuknya warna merah, kuning atau jingga menunjukkan adanya flavonoid.

##### **4) Uji Steroid/Triterpenoid**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak dilarutkan dalam 20 ml eter selama 2 jam, kemudian disaring. Selanjutnya 5 ml filtrat yang diperoleh diuapkan dalam cawan penguap

sampai kering. Kemudian ditambahkan 2 tetes asam sulfat pekat dan 2 tetes asam asetat anhidrat. Perubahan warna dari ungu ke biru atau hijau menunjukkan adanya steroid, sedangkan terbentuknya warna merah menunjukkan adanya senyawa triterpenoid.

##### **5) Uji Fenol**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak ditambahkan 10 tetes FeCl 1 %. Ekstrak positif mengandung fenol apabila menghasilkan warna hijau, merah, ungu, biru, atau hitam pekat.

##### **6) Uji Quinon**

Sebanyak 0,1 gram ekstrak ditambahkan 10 ml etanol, dididihkan selama 5 menit dan di saring. Selanjutnya 5 ml filtrat ditambahkan 5 tetes larutan NaOH. Apabila terbentuk warna merah menunjukkan adanya quinon.

#### **4. Analisis Data**

Data hasil uji antifouling dianalisa menggunakan *analysis of varian* dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Mulyrange Test* (DMRT) dengan menggunakan software SPSS 22. Data uji fitokimia dianalisis secara deskriptif

## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Ekstraksi Senyawa Bioaktif *R. apiculata***

Sampel daun *R. apicula* diperoleh dari Desa Daruba dan Desa Pandanga. Sampel kemudian dicuci bersih dan dikeringkan. Sampel daun *R. apiculata* yang telah kering dihaluskan dan dimaserasi menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan simplisia:pelarut 1:5. Maserasi pertama dilakukan selama 2 hari, selanjutnya filtrat disaring dan diuapkan, sedangkan ampasnya diremaseri dengan metanol (selama 3 hari). Filtrat yang telah kering dan membentuk pasta (ekstrak) kemudian dikerok dan disimpan dalam botol. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa perolehan rendemen ekstrak metanol daun *R. apiculata* (EDRA) sebesar 8,2%, berbentuk pasta dan berwarna hijau kekuningan. Melki dkk. (2011) melaporkan bahwa perolehan rendemen ekstrak metanol daun *R. apiculata* sebesar 7,46%. Selain itu, dalam ekstrak juga diperoleh butiran kristal. Nur dan Nugroho (2018) juga melaporkan bahwa dalam ekstrak metanol daun terdapat butiran bening seperti kristal.

### **2. Pengujian Daya Antifouling**

Ekstrak metanol daun *R. apiculata* (EDRA) memiliki aktivitas antifouling. Hal ini ditunjukkan dengan tidak ditemukannya organisme fouling pada plat yang diberi perlakuan EDRA+Vernis setelah perendaman 8 minggu (Tabel 1).

Tabel 1. Aktivitas antifouling ekstrak daun *Rhizophora apiculata*

Perlakuan	Rerata Persentase Tutupan (%)*
EDRA	100 c
EDRA+Cat kayu	95 b
Cat kayu	100 c
EDRA+Vernis	0 a
Vernis	100 c
Tanpa pengecatan	100 c

Ket: \* angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

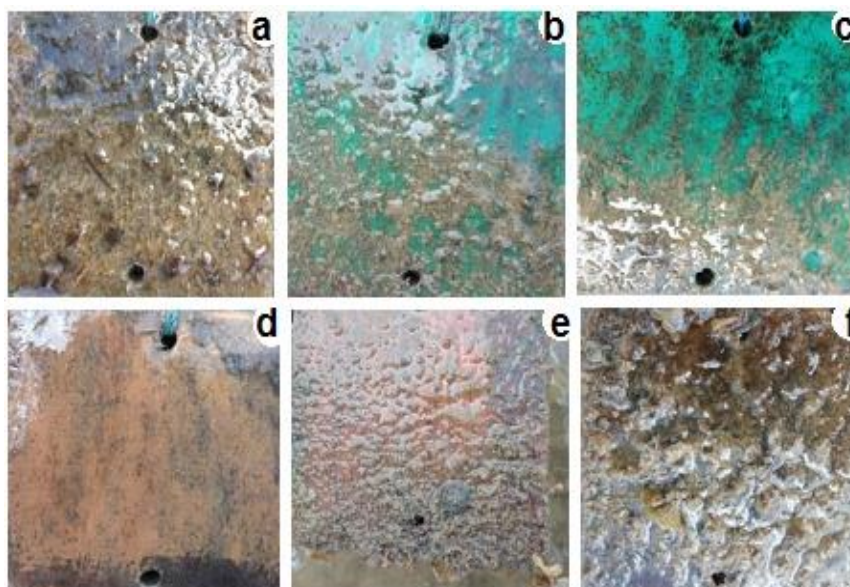
Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa *Rhizophora apiculata* memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri biofilm (*antimicrofouling*). Ravikumar dkk (2010), melaporkan bahwa ekstrak *R. apiculata* memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* sp. dan *Staphylococcus aureus*. Darlian dkk. (2011) dan Usman (2017) juga melaporkan bahwa ekstrak *R. apiculata* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus*. Nandhini dan Revathi (2016), melaporkan bahwa ekstrak kulit batang, akar dan daun *Rhizophora apiculata* memiliki aktivitas antifouling.

Dari hasil pengamatan ditemukan 4 jenis biota makrofouling yang terdiri dari jenis-jenis

makroalga. Makroalga yang pertama kali ditemukan menempel pada plat uji yaitu *Ectocarpus* sp. (Phaeophyta) pada pengamatan minggu ke 2 dan diikuti oleh jenis *Cladophora* sp. (Chlorophyta) pada pengamatan minggu ke 3. Pada pengamatan minggu ke 5 ditemukan tambahan 2 jenis makroalga baru yaitu *Padina australis* (Phaeophyta) dan *Enteromorpha* sp. (Chlorophyta). Jenis-jenis makroalga dapat dilihat dalam Tabel 2. Rejeki (2009), berhasil mengidentifikasi macrofouling berupa makroalga (*Demesteria* sp., *Enteromorpha clathrata*, *Ectocarpus* sp., *Enteromorpha* sp., dan *Pterosiphonia* sp.) dari jaring keramba apung.

Tabel 2. Jenis Organisme Fouling 8 Minggu Perendaman

Perlakuan	Devisi	Jenis
EDRA	Chlorophyta	<i>Cladophora</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Ectocarpus</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Padina australis</i>
EDRA+Cat kayu	Chlorophyta	<i>Cladophora</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Ectocarpus</i> sp.
Cat kayu	Phaeophyta	<i>Ectocarpus</i> sp.
	Chlorophyta	<i>Padina australis</i>
	Chlorophyta	<i>Cladophora</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Enteromrpha</i> sp.
EDRA+Vernis	-	-
Vernis	Chlorophyta	<i>Cladophora</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Ectocarpus</i> sp.
	Chlorophyta	<i>Padina australis</i>
	Phaeophyta	<i>Enteromrpha</i> sp.
Tanpa pengecatan	Chlorophyta	<i>Cladophora</i> sp.
	Phaeophyta	<i>Ectocarpus</i> sp.
	Chlorophyta	<i>Padina australis</i>



Gambar 1. Plat kayu yang direndam dalam laut selama 8 minggu. a) EDRA; b) cat kayu; c) EDRA+cat kayu; d) EDRA+Vernis; e) Vernis; f) tanpa pengecatan.

### 3. Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak *Rhizophora apiculata*

Identifikasi senyawa bioaktif ekstrak metanol daun *R. apiculata* (EDRA) menunjukkan bahwa EDRA mengandung senyawa bioaktif flavonoid, saponin, steroid, dan quinon. Ravikumar dkk. (2010) melaporkan bahwa ekstrak *R. apiculata* mengandung senyawa bioaktif alkaloid, triterpenoid, flavonoid, katchin, tanin, dan antroquinon.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol daun *Rhizophora apicuata* (EDRA) memiliki aktivitas antifouling dengan aktivitas tertinggi dari perlakuan EDRA+Vernis. Hasil identifikasi senyawa bioaktif menunjukkan bahwa EDRA mengandung senyawa flavonoid, saponin, steroid, dan quinon.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jernderal Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas bantuan dana penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) pendanaan tahun 2019. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada LPPM Unipas Morotai dan mahasiswa yang membantu selama pengambilan data penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Darlian L., Imran G. dan Fachruddin. 2011. Skrining bioaktivitas ekstrak kulit akar bakau merah (*Rhizophora apiculata* BI.) terhadap daya hambat pertumbuhan koloni bakteri *Streptococcus* sp. *J. Prog.Kim.Si*, 1(2): 73—82.
- Fitrianingrum N., A. Sabdono dan I. Widowati. 2016. Aktivitas ekstrak kasar rumput laut (*Sargassum echinocarpum*) dan ZnO sebagai pigmen aktif pada cat antifouling. *Journal of Marine Research*. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>.
- Hellio C., M. N. Nguyena, C. B. Tanguya, J. P. Maréchalb, dan A. Margailan. 2014. Optimized silyl ester diblock methacrylic copolymers: a new class of binders for chemically active antifouling coatings. *Progress in Organic Coatings*, 77 (2014): 665– 673.
- Manilal A., S. Sujith, G. S. Kiran, J. Selvin, dan C. Shakir. 2009. Biopotentials of mangroves collected from the southwest coast of India. *J. Biotechnol. Biochem*, 4(1): 59–65.
- Nandhini S. dan K. Revathi. 2016. Antifouling activity of extracts from mangroves against biofouling bacteria isolated from boats in Royapuram, Chennai, India. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 5(8): 324–335.
- Park K., R. Kim, J. J. Park, H. C. Shin, J. S. Lee, J. Kim, dan I. S. Kwak. 2012.

- Ecotoxicological evaluation of tributyltin toxicity to the equilateral venus clam, *Gomphina veneriformis* (Baivanvia: Veneriade). *Fish Shellfish Immunol*, 32 (3): 426-433.
- Plouguerné E., C. Hellio, C. Cesconetto, M. Thabard, K. Mason, B. Véron, R. C. Pereira, dan B.A. P. da Gama. 2010. Antifouling activity as a function of population variation in *Sargassum vulgare* from the littoral of Rio de Janeiro (Brazil). *J Appl Phycol*, 22: 717724.
- Prabhakaran S., R. Rajaram, V. Balasubramanian, dan K. Mathivanan. 2012. Antifouling potentials of extracts from seaweeds, seagrasses and mangroves against primary biofilm forming bacteria. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 2(1): S316–S322.
- Ravikumar S., M. Gnanadesigan, P. Suganthi, dan A. Ramalakshmi. Antibacterial potential of chosen mangrove plants against isolated urinary tract infectious bacterial pathogens. *International journal of medicine and medical sciences*, 2(3): 94–99.
- Rejeki S. 2009. Suksesi penempelan makro marine-biofouling pada jaring keramba apung di Teluk Harun Lampung. *Ilmu kelautan*, 14(2): 112--117.
- Sabdon A. 2007. Pengaruh ekstrak antifouling bakteri karang pelagiobacter variabilis strain USP3.37 terhadap penempelan bernakel di perairan Pantai Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan*, 12(1) : 18-23.
- Santi I. W., O. K. Radjasa dan I. Widowati. 2014. Potensi rumput laut *Sargassum duplicatum* sebagai sumber senyawa antifouling. *Journal of Marine Research*, 3(3): 274-284.
- Usman. 2017. Uji fitokimia dan uji antibakteri dari akar mangrove *Rhizophora apiculata* terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal kimia dan pendidikan kimia*, 2(3): 169—177.