

p-ISSN: 2550-1232  
e-ISSN: 2550-0929

**JURNAL**

**SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK**

**Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan**

**Volume 5, Nomor 2, Mei 2021**



Foto ©MBRAI & Bionesia



**Diterbitkan oleh:**  
**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**  
**UNIVERSITAS PAPUA**  
**MANOKWARI**



# **JURNAL**

## **SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK**

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

**Volume 5, Nomor 2, Mei 2021**

Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik adalah berkala ilmiah hasil penelitian dan telaah pustaka bidang perikanan dan kelautan, diterbitkan oleh Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) – Universitas Papua (UNIPA). Terbit pertama kali pada bulan Mei 2017 dalam versi cetak dan online. Sejak tahun 2021, jurnal ini diterbitkan 4 (dua) kali setahun pada bulan Februari, Mei, Agustus dan November. Redaksi menerima sumbangan artikel dengan ketentuan seperti yang tercantum pada halaman akhir.

### **PENGELOLA JURNAL**

*Penanggung Jawab*

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - UNIPA

*Editor Utama*

Dr. A. Hamid A. Toha, M.Si

*Sekretaris*

Tresia S. Tururaja, S.Ik., M.Si

*Bendahara*

Nurhani Widiastuti, S.Pi., M.Si

*Editor Pelaksana*

Simon P.O. Leatemala, S.Pi, M.Si

Muhammad Dailami, S.Si, M.Si

Dandy Saleki, S.Ik, M.Si

Anastasia Gustiarini, S.Hut., M.Si

Aradea Bujana Kusuma, S.Si., M.Si

Bayu Pranata, S.Pi., MP

Novelina Tampubolon, S.Hut., M.Si

Susana Endah Ratnawati, S.Pi., M.Si

*Alamat Redaksi*

Gedung Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) – UNIPA

Jl. Gunung Salju Amban, Kampus UNIPA Manokwari 98314

Telp (0986) 211675, 212165; Fax (0986) 211675

e-mail: [admin@ejournalfpikunipa.ac.id](mailto:admin@ejournalfpikunipa.ac.id)

website: <http://ejournalfpikunipa.ac.id/index.php/jsai>

Informasi berlangganan, korespondensi dan pengiriman artikel dapat menghubungi redaksi ke alamat di atas.

Print ISSN : 2550-1232

Elektronik ISSN : 2550-0929



# JURNAL

## SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

Volume 5, Nomor 2, Mei 2021

### DAFTAR ISI

<b>Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (<i>Caulerpa microphysa</i> dan <i>Codium</i> sp) dari Perairan Kepulauan Riau</b> <i>Aidil Fadli Ilhamdy, Jumsurizal Jumsurizal, Azwin Azwin, Satrio Manggala Bahari, Ginanjar Pratama</i>	<b>119 – 126</b>
<b>Kelulushidupan Biota pada Sistem Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Padi</b> <i>Hamsiah, Indra Cahyono, Heriansah, Wayan Kantun, Arnold Kabangnga</i>	<b>127 - 136</b>
<b>Rancang Bangun Media Pertumbuhan Karang Dengan Menggunakan Metode Bioreeftek</b> <i>Kismanto Koroy, Iswandi Wahab, Safyan Popa</i>	<b>137 - 144</b>
<b>Pola Sebaran dan Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera (<i>Hemiscyllium halmahera</i>) di Teluk Weda Maluku Utara, Indonesia</b> <i>Mu'min Mu'min, Nebuchadnezzar Akbar, Abdurrachman Baksir, Irmalita Tahir, Rommy M. Abdullah, Yunita Ramili, Firdaut Ismail, Rustam E Paembonan, Ikkal Marus, Eko S Wibowo, Hawis Madduppa, Beginer Subhan, Iswandi Wahab</i>	<b>145 - 156</b>
<b>Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis Arduino</b> <i>I Gusti Made Ngurah Desnanjaya, I Made Aditya Nugraha, Samsul Hadi</i>	<b>157 - 168</b>
<b>Mikroplastik dalam Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) pada Ukuran yang Berbeda di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura</b> <i>Nesi Wahyu Listiani, Insafitri Insafitri, Wahyu Andy Nugraha</i>	<b>169 - 180</b>
<b>Strategi Pengelolaan Perikanan Udang Pasca Moratorium Perikanan Di Provinsi Papua Barat</b> <i>Zulkifli Henan, Selvi Tebay, Roni Bawole, Ridwan Sala, Paulus Boli, Gandi Y.S. Purba</i>	<b>181 – 192</b>

<b>Pemanfaatan Bahan Lokal Biji Pala (<i>Myristica</i> sp.) Sebagai Bahan Anestesi Pada Kegiatan Budidaya Ikan Hias Blue Devil (<i>Chrysiptera cyanea</i>)</b> <i>Muhammad Aris, Fatma Muchdar</i>	<b>193 – 200</b>
<b>Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua</b> <i>Ridwan Sala, Roni Bawole, Rimer Haigen Hein Biloro, Mudjirahayu Mudjirahayu</i>	<b>201 – 212</b>
<b>Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Ekowisata Bahari Pulau Mansinam Kabupaten Manokwari</b> <i>Muhammad Arsyad, Vera Sabariah, Roni Bawole, Nurhani Widiastuti</i>	<b>213 – 228</b>

## Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (*Caulerpa microphysa* dan *Codium* sp) dari Perairan Kepulauan Riau

Chemical Characteristics of Green Seaweed (*Caulerpa microphysa* and *Codium* sp) from Riau Islands

Aidil Fadli Ilhamdy<sup>1</sup>, Jumsurizal<sup>1</sup>, Satrio Manggala Bahari<sup>1</sup>, Azwin<sup>1</sup>,  
Ginjar Pratama<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29111, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, 42122, Indonesia

\*Korespondensi: ginjarpratama@untirta.ac.id

### ABSTRAK

Rumput laut hijau merupakan salah satu komoditas unggulan hasil laut dari Provinsi Kepulauan Riau. Jenis rumput laut hijau seperti *Caulerpa microphysa* dan *Codium* sp. memiliki potensi sebagai makanan fungsional dan farmasetika, tetapi pemanfaatannya belum optimal di wilayah Kepulauan Riau. Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik kimia dari rumput laut jenis *C. microphysa* dan *Codium* sp. serta perhitungan total energinya. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah sampling rumput laut di beberapa perairan Natuna dan Tanjungpinang yang merupakan wilayah Kepulauan Riau dengan komoditas rumput laut hijau yang melimpah. Metode selanjutnya yaitu analisis proksimat dari rumput laut kering yang meliputi analisis kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat serta perhitungan total energi dan energi dari lemak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan proksimat *C. microphysa* dan *Codium* sp masing-masing untuk kadar air yaitu  $19,88 \pm 0,14$  dan  $11,29 \pm 0,08\%$ , kadar abu yaitu  $30,74 \pm 0,27$  dan  $55,51 \pm 0,41\%$ , protein yaitu  $8,97 \pm 0,08$  dan  $6,84 \pm 0,12\%$ , lemak total yaitu  $1,20 \pm 0,01$  dan  $1,09 \pm 0,01\%$ , karbohidrat yaitu  $39,22 \pm 0,32$  dan  $25,28 \pm 0,37\%$ , energi dari lemak yaitu  $10,76 \pm 0,06$  dan  $9,77 \pm 0,06$  Kkal/100g, energi total yaitu  $203,49 \pm 1,68$  dan  $138,23 \pm 2,02$  Kkal/100g. Hasil ini menunjukkan bahwa rumput laut jenis *C. microphysa* lebih baik bila dibandingkan dengan *Codium* sp. secara komposisi kimia dan energi totalnya.

**Kata kunci:** *Caulerpa microphysa*, *Codium* sp., Komposisi kimia

### ABSTRACT

Green seaweed is one of the leading marine products from the Riau Islands Province. Types of green seaweed such as *Caulerpa microphysa* and *Codium* sp. have potential as functional and pharmaceutical food, but their utilization is not optimal in the Riau Islands region. This study aims to examine the proximate characteristics of seaweed types *C. microphysa* and *Codium* sp. The method used in this research is seaweed sampling in the coastal of Natuna and Tanjungpinang, which are the Riau Islands region with abundant green seaweed commodities. The next method is the proximate analysis of dried seaweed, which includes analysis of water content, ash, protein, fat, and carbohydrates and calculating the total energy and energy from fat. The results showed that the proximate content of *C. microphysa* and *Codium* sp. respectively for moisture content was  $19.88 \pm 0.14$  and  $11.29 \pm 0.08\%$ , the ash content was  $30.74 \pm 0.27$  and  $55.51 \pm 0.41\%$ , protein is  $8.97 \pm 0.08$  and  $6.84 \pm 0.12\%$ , total fat is  $1.20 \pm 0.01$  and  $1.09 \pm$

0.01%, carbohydrates are  $39.22 \pm 0.32$  and  $25.28 \pm 0.37\%$ , energy from fat is  $10.76 \pm 0.06$  and  $9.77 \pm 0.06$  Kcal / 100g, total energy is  $203.49 \pm 1.68$  and  $138.23 \pm 2.02$  Kcal / 100g. These results indicate that the type of seaweed *C. microphysa* is better than *Codium* sp. in chemical composition and total energy.

**Keywords:** *Caulerpa microphysa*, *Codium* sp., Chemical composition

## PENDAHULUAN

Berdasarkan data empiris rumput laut hijau jenis *Caulerpa microphysa* dan *Codium* sp. merupakan jenis rumput laut yang mudah ditemukan di perairan Kepulauan Riau khususnya di wilayah Natuna dan Tanjungpinang (BPS, 2019). Pada umumnya rumput laut hijau jenis *Caulerpa* sp. hidup di perairan yang jernih sehingga sinar matahari dapat dengan mudah masuk dan digunakan untuk proses fotosintesis rumput laut (Ceccherelli et al., 2002). Rumput laut jenis *Caulerpa* sp. dan *Codium* sp. merupakan makroalga yang mudah beradaptasi di semua jenis substrat, termasuk menempel di bagian karang hidup yang mengalami pelapukan, tumbuh memencar dan berkompetisi dengan komunitas karang hidup (Dijkstra et al., 2017).

Terdapat sebanyak 125 spesies *Codium* yang tersebar luas di lingkungan pesisir laut di seluruh dunia (Chang et al., 2002) Terdapat 3 kelompok monofiletik utama dari rumput laut *Codium* yaitu: Clade A dengan spesies yang memiliki sifat rimbun, tidak bercabang, dan kebanyakan dengan *utricles* kecil yang berkelompok; Clade B terdiri dari spesies dengan sifat tegak dengan cabang silindris dan *utricles* individu yang besar; dan Clade C terdiri dari spesies tegak dengan silindris cabang yang agak pipih, dan memiliki *utricles* individu berukuran sedang (de Oliveira-Carvalho et al., 2010). Genus *Caulerpa* terdiri lebih dari 100 anggota, Genus ganggang hijau *Caulerpa* bersifat koenositik, dan talus hanya terdiri dari satu sel dengan banyak inti. Alga hijau termasuk *Caulerpa* sp. berpotensi untuk dieksplorasi sebagai makanan fungsional dan farmaseutika (Nurjanah et al., 2016)

Kandungan polisakarida yang kaya pada *Codium* sp. sebagai sumber aktivitas antibakteri dan antioksidan (Fernández et al., 2015). Polisakarida *Codium* sp. menunjukkan zona hambat sebesar 19 mm terhadap *Bacillus cereus* dan 12 mm dari zona hambat *Xanthomonas* sp. Rumput laut *Codium* sp. memiliki potensi untuk digunakan sebagai zat pencegah radikal bebas dengan kandungan antioksidan sebanyak  $85,53 \pm 0,25\%$  dan nilai uji radikal DPPH sebesar  $71,18 \pm 0,54\%$  (Kallswari et al., 2016).

Sebanyak empat belas senyawa bioaktif unik terdeteksi di *Caulerpa* sp., selain itu jenis ini mengandung asam amino penting sangat berguna bagi tubuh manusia. Aktivitas senyawa bioaktif dari *Caulerpa* sp. memiliki potensi untuk dijadikan sebagai senyawa antioksidan, antimikroba dan anti-inflamasi (Nagappan & Vairappan, 2014). Pada *C. microphysa* ditemukan aktivitas antikanker. Jenis komponen bioaktif dari genus *Caulerpa* sebagai antikanker yaitu caulerpenyne (Cyn), caulerpin, caulersin, dan racemosin (Mehra et al., 2019).

Mengingat banyaknya manfaat dari rumput laut jenis *C. microphysa* dan *Codium* sp, maka perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik kimia pada jenis rumput laut tersebut di wilayah Kepulauan Riau. Hal itu penting adanya mengingat kedua jenis rumput laut tersebut sangat melimpah di daerah Kepulauan Riau khususnya di Natuna dan Tanjungpinang akan tetapi pemanfaatannya belum optimal.

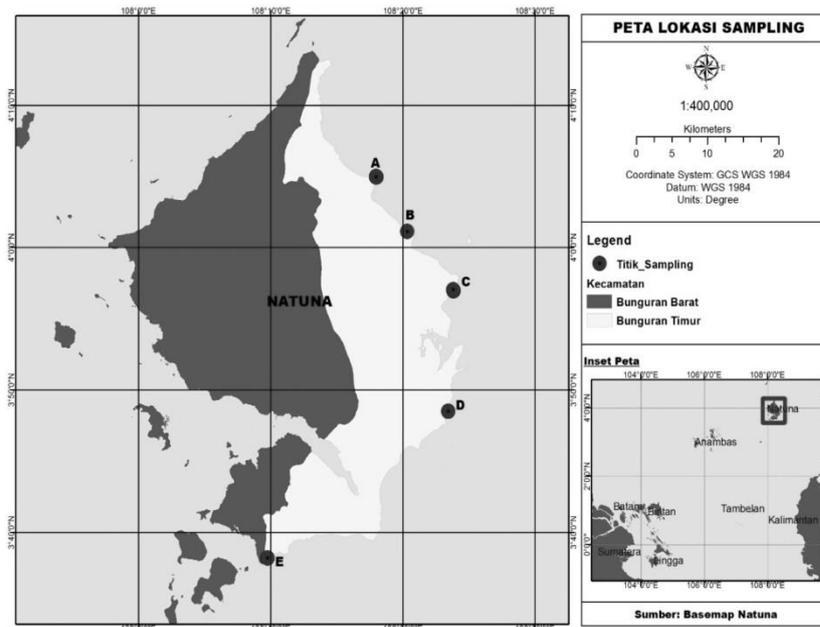
## METODE PENELITIAN

Sampel *C. microphysa* dan *Codium* sp. dikumpulkan dari berbagai tempat di sepanjang perairan Natuna dan Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau

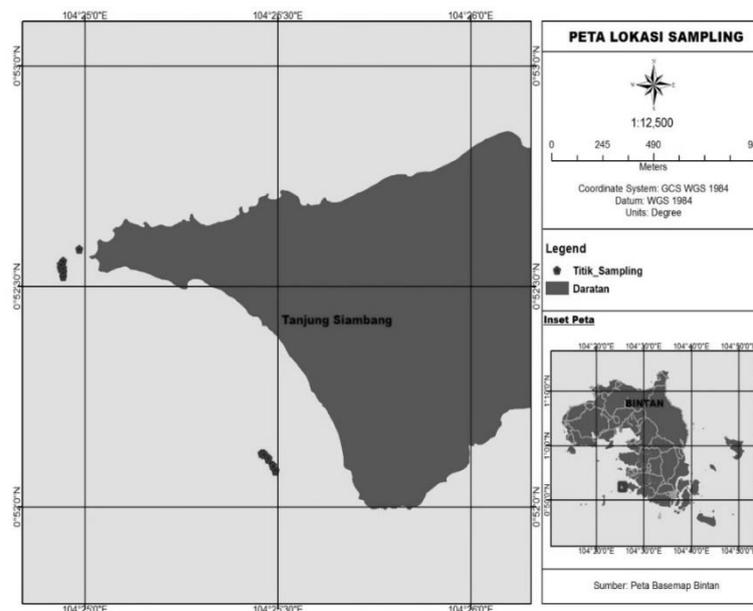
(Gambar 1 & 2). Sampel kemudian dibersihkan menggunakan air laut agar terbebas dari zat pengotor kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Sampel yang telah kering kemudian digunakan untuk keperluan analisis proksimat menggunakan metode AOAC (2005).

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut hijau jenis *Caulerpa microphysa* dan *Codium* sp. Bahan lain yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Merck, 99%), NaOH (Merck, 67%), asam borat (Merck, 99%) dan n-heksana (Merck, 99%).



Gambar 1. Lokasi pengambilan rumput laut *Caulerpa microphysa*



Gambar 2. Lokasi pengambilan rumput laut *Codium* sp.

### **Alat**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah oven (Memmert UN55), tanur (Thermolyne F6010), Kjeldahl analisis (KjelFlex K-360) dan soxhlet (IWAKI Soxh Set 1000).

### **Kadar Air (AOAC 2005)**

Sebanyak 2g sampel rumput laut kering dimasukkan ke dalam cawan yang telah bebas lemak lalu ditimbang dan dicatat, kemudian cawan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam. Cawan kemudian ditimbang.

### **Kadar Abu (AOAC 2005)**

Sebanyak 2 g sampel rumput laut kering dimasukkan ke dalam cawan dan dimasukkan ke dalam tanur dengan suhu 600°C, selama 5 jam. Cawan kemudian ditimbang dan dicatat.

### **Kadar Protein (AOAC 2005)**

Sampel rumput laut kering ditimbang sebanyak 0,1 g, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl kemudian ditambahkan 0,65 g campuran Selenium dan 2,5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Larutan diencerkan dengan menambahkan akuades sebanyak 10 mL. Larutan dipindahkan ke dalam alat destilasi dan dibilas dua atau tiga kali dengan 3 mL akuades. Larutan di tambahkan 10 mL NaOH 67%, uap air dialirkan melewati alat destilasi dan destilat ditampung ke dalam erlenmeyer yang berisi 10 mL asam borat dan 2-3 tetes indikator BCG/MM (1:1), waktu destilasi ditentukan selama 5 menit. Erlenmeyer yang berisi sulingan dititar dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 N, kemudian dicatat sebagai volume contoh.

### **Kadar Lemak (AOAC 2005)**

Sampel sebanyak 5 gram (W1) dimasukkan ke dalam selongsong lemak kemudian dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet dan bagian atas

disambungkan dengan kondensor sedangkan bagian bawah tabung soxhlet disambungkan dengan labu lemak yang sudah ditimbang beratnya (W2). Labu lemak berisi pelarut n-heksana dipanaskan pada suhu 40°C selama 6 jam. Pelarut n-heksana yang tertampung dalam labu lemak kemudian didestilasi hingga menguap sempurna, kemudian labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C, kemudian labu lemak dimasukkan ke dalam desikator sampai beratnya konstan dan ditimbang (W3).

### **Perhitungan Energi (Diniyyah & Nindya 2017)**

Hasil analisis proksimat kemudian dijadikan sebagai nilai untuk menghitung Angka Kecukupan Energi (AKE) dan Lemak (AKL). Hubungan kecukupan asupan energi dan makronutrien dengan status gizi dilakukan dengan analisis bivariat dua variabel kategori dikotom menggunakan uji Fisher dengan selang kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Proksimat**

Hasil analisis komposisi kimia *C. microphysa* dan *Codium* sp. menunjukkan perbedaan. Ate et al., (2017) menyebutkan bahwa kualitas rumput laut dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal seperti umur, suhu, cahaya, kadar garam, musim, panen, gerakan air dan zat hara. Habitat rumput laut dapat memengaruhi proses fotosintesis yang secara tidak langsung akan memengaruhi kandungan protein, lemak, dan karbohidrat rumput laut. Karakterisasi komposisi kimia rumput laut hijau jenis *C. microphysa* dan *Codium* sp dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan untuk bentuknya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumput laut hijau, (a) *Codium* sp., (b) *Caulerpa microphysa*

Tabel 1. Karakteristik rumput laut *Caulerpa microphysa* dan *Codium* sp.

Parameter	<i>Codium</i> sp.	<i>Codium</i> sp.*	<i>Caulerpa microphysa</i>	<i>Caulerpa</i> sp.*
Kadar Air (%)	11,29 ± 0,08	25,24	19,88 ± 0,14	15,62
Kadar Abu (%)	55,51 ± 0,41	7,89	30,74 ± 0,27	36,88
Protein (%)	6,84 ± 0,12	8,07	8,97 ± 0,08	8,00
Lemak Total (%)	1,09 ± 0,01	2,92	1,20 ± 0,01	1,72
Karbohidrat (%)	25,28 ± 0,37	55,88	39,22 ± 0,32	37,78
Energi dari lemak (Kkal/100 g)	9,77 ± 0,06	-	10,76 ± 0,06	-
Energi Total (Kkal/100 g)	138,23 ± 2,02	-	203,49 ± 1,68	-

\*Sumber: Nome *et al.*, (2019)

Pada penelitian ini nilai kadar protein dalam rumput laut *Codium* sp (6,84 %) lebih rendah daripada nilai kadar protein yang terkandung dalam rumput laut *C. microphysa* (8,97 %). Kadar protein dari *Codium* sp. yang rendah dapat disebabkan oleh proses pengeringan yang menggunakan sinar matahari langsung, menurut penelitian Tapotubun (2018), nilai kadar protein rumput laut *Caulerpa lentilifera* yang dikeringkan menggunakan sinar matahari lebih rendah daripada nilai kadar protein rumput laut *C. lentilifera* yang dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

Nilai kadar protein dari *Codium* sp. ini lebih tinggi daripada nilai kadar protein dari spesies *Codium intricatum* yang dilaporkan oleh Arguelles, (2020) yaitu 5,03%. Kadar protein rumput laut

dari kedua genus tersebut lebih tinggi daripada rumput laut dari Kepulauan Seribu dengan kadar protein *Caulerpa racemosa* (1,18%) (Hidayat *et al.*, 2018).

Hasil uji kadar abu dari *Codium* sp. dan *C. microphysa* sangat tinggi yaitu sebesar 55,51% dan 30,74%. Kadar abu yang tinggi ini diduga disebabkan oleh tingginya suhu selama pengeringan sehingga banyaknya kadar air yang teruapkan dari sampel serta habitat tumbuhnya yang merupakan perairan bebas dengan salinitas dan mineral yang tinggi serta bahan pangan yang beragam. Variasi kandungan abu dapat dikaitkan dengan jumlah dari senyawa anorganik dan garam yang terkandung dalam suatu perairan sehingga biota tersebut menyesuaikan habitatnya (Kumar *et al.*, 2011; Musa *et al.*, 2017; Tapotubun, 2018)

Nilai kadar lemak merupakan nilai paling kecil dari analisis proksimat rumput laut *Codium* sp. dan *C. microphysa*. Nilai lemak total dari *Codium* sp. dan *C. microphysa* hanya 1,09 dan 1,95%. Nilai ini lebih tinggi daripada nilai kadar lemak *C. racemosa* yang dilaporkan oleh Indayani et al., (2019) yaitu 0,39-0,42%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khairy & El-Shafay, (2013) yang menyatakan bahwa rumput laut tidak kaya akan lemak. Tidak seperti hewan yang menyimpan cadangan makanan pada lemak, rumput laut dan tumbuhan pada umumnya menyimpan cadangan makanan pada karbohidrat terutama polisakarida (Fernández et al., 2015).

Hasil pengujian kadar air pada sampel rumput laut *Codium* sp. dan *C. microphysa* berturut-turut adalah 11,29 dan 19,88%. Tinggi rendahnya kadar air tergantung pada proses pengeringan sampel, rumput laut *Sargassum* sp. yang dikeringkan dengan cara diangin-anginkan memiliki kadar air lebih tinggi yaitu 22,31% bila dibandingkan dengan kedua rumput laut dari penelitian ini. Tapotubun, (2018) membuktikan bahwa pengeringan dengan cara diangin-anginkan dalam waktu yang lama lebih efektif mengurangi kadar air pada sampel daripada pengeringan dibawah sinar matahari langsung.

Hasil pengujian karbohidrat rumput laut *Codium* sp. dan *C. microphysa* didapati nilai 22,28% dan 39,22%. Hal ini sesuai dengan nilai yang dilaporkan oleh Nome et al., (2019) yaitu kadar karbohidrat dari makroalga *Ulva* sp., *Codium* sp., *Halimeda* sp., *Caulerpa* sp. dan *Enteromorpha* sp. memiliki kandungan karbohidrat terkandung berkisar antara 18,12-55,88% dimana dari jenis makroalga hijau yang paling banyak memiliki kandungan karbohidrat tertinggi dan terendah terdapat pada makroalga jenis *Codium* sp (55,88%) dan makroalga jenis *Enteromorpha* sp (18,12%).

Perbedaan kandungan karbohidrat berkaitan erat dengan kondisi lingkungan, salah satunya adalah

konsentrasi nutrien dalam medium pertumbuhan. Kandungan karbohidrat rumput laut *Codium* sp. dan *C. microphysa* di perairan Provinsi Kepulauan Riau lebih rendah dibanding tiga jenis *Caulerpa* dari pesisir pantai Vereval Gujarat India yaitu 37,23-48,95% dan dari kolam budidaya di Taiwan yaitu 64,00%, tetapi lebih tinggi dibandingkan kandungan karbohidrat *Sargassum wightii* yaitu 6,65%-15,18% (Murugaiyan et al., 2012; Kumar et al., 2011; Nguyen et al., 2011).

### Asupan Energi

Berdasarkan penelitian Kumar et al., (2011) menunjukkan bahwa kandungan energi pada *C. racemosa* lebih tinggi bila dibandingkan dengan *Caulerpa veravelensis* dan *Caulerpa scalfoliformis*, sedangkan pada penelitian ini jenis *C. microphysa* (203,49 Kkal/100 g) memiliki energi total yang lebih tinggi dari *Codium* sp. (138,23 Kkal/100 g). Hal itu juga sesuai dengan energi dari lemak yang memiliki nilai bahwa *C. microphysa* lebih tinggi daripada *Codium* sp. Total energi yang tinggi didapatkan dari protein dan karbohidrat selain dari lemak (Diniyyah & Nindya, 2017). Pada jenis rumput laut hijau total energi dengan serat pangan yang tinggi dapat digunakan sebagai makanan fungsional bagi orang-orang yang mempunyai masalah dengan obesitas (Sánchez-Machado et al., 2004)

### KESIMPULAN

Berdasarkan karakteristiknya rumput laut jenis *C. microphysa* yang berasal dari perairan Natuna nilai analisis proksimat dan asupan energinya lebih tinggi dibandingkan dengan rumput laut *Codium* sp. Namun, untuk kadar abu *C. microphysa* lebih rendah bila dibandingkan dengan *Codium* sp. Perbedaan tersebut sangat dipengaruhi oleh habitatnya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan

Kebudayaan Republik Indonesia atas pemberian dana dengan skema “Penelitian Dosen Pemula”.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2005). Official of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Mayland (USA): The Association of Official Analytical of Chemist.
- Arguelles, E. D. (2020). Evaluation of nutritional composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities of *Codium intricatum* Okamura from Ilocos Norte (Philippines). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 13(3), 375-382.
- Ate, J. N. B., & da Costa, J. F. (2017). Analisis kandungan nutrisi *Gracilaria edule* (SG Gmelin) PC Silva dan *Gracilaria coronopifolia* J. Agardh untuk pengembangan perekonomian masyarakat pesisir. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(2), 94-103.  
<https://doi.org/10.30650/jik.v5i2.57>
- BPS. (2019). Kepulauan Riau Dalam Angka Tahun 2019. Tanjungpinang: BPS Provinsi Kepulauan Riau.
- Ceccherelli, G., Piazzzi, L., & Balata, D. (2002). Spread of introduced *Caulerpa* species in macroalgal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 280(1-2), 1-11.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00336-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00336-2)
- Chang, J. S., Dai, C. F., & Chang, J. (2002). A taxonomic and karyological study of the *Codium geppiorum* complex (Chlorophyta) in southern Taiwan, including the description of *Codium nanwanense* sp. nov. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 43(2), 161-170.
- de Oliveira-Carvalho, M. D. F., Pereira, S. M. B., & Pedroche, F. F. (2010). Taxonomy and distribution of the green algal genus *Codium* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. *Nova Hedwigia*, 91(1-2), 87-109. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2010/0091-0087>
- Dijkstra, J. A., Harris, L. G., Mello, K., Litterer, A., Wells, C., & Ware, C. (2017). Invasive seaweeds transform habitat structure and increase biodiversity of associated species. *Journal of Ecology*, 105(6), 1668-1678.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.12775>
- Diniyyah, S. R., & Nindya, T. S. (2017). Asupan energi, protein dan lemak dengan kejadian gizi kurang pada balita usia 24-59 bulan di Desa Suci, Gresik. *Amerta Nutrition*, 1, (4), 341-350.  
<http://dx.doi.org/10.20473/amnt.v1i4.2017.341-350>
- Fernández, P. V., Raffo, M. P., Alberghina, J., & Ciancia, M. (2015). Polysaccharides from the green seaweed *Codium decortiatum*. Structure and cell wall distribution. *Carbohydrate polymers*, 117, 836-844.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.039>
- Hidayat, T., Nurjanah, Nurilmala, N., Anwar, E. (2018) Karakterisasi rumput laut tropika dari Kepulauan Seribu sebagai sumber bahan baku kosmetik. *CR Journal*, 4(2), 49-62.  
<http://dx.doi.org/10.34147/crj.v4i02.165>
- Indayani, M. K., Asnani, A., & Suwarjoyowirayatno, S. (2019). Pengaruh metode pengeringan yang berbeda terhadap komposisi kimia, vitamin C dan aktivitas antioksidan anggur laut *Caulerpa racemosa*. *Jurnal Fish Protech*, 2(1), 100-108.
- Kallswari, G., Mahendran, S., Subalakshmi, P., Shankar, T., & Ponmanickam, P. (2016). Purification, characterization and antioxidant activity of green seaweed *Codium* sp. *Advances in Pharmacology and Pharmacy*, 4(2), 16-21.  
<https://doi.org/10.13189/app.2016.040202>
- Khairy, H. M., & El-Shafay, S. M.

- (2013). Seasonal variations in the biochemical composition of some common seaweed species from the coast of Abu Qir Bay, Alexandria, Egypt. *Oceanologia*, 55, (2), 435-452. <https://doi.org/10.5697/oc.55-2.435>
- Kumar, M., Gupta, V., Kumari, P., Reddy, C. R. K., & Jha, B. (2011). Assessment of nutrient composition and antioxidant potential of Caulerpaceae seaweeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 270-278. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.07.007>
- Mehra, R., Bhushan, S., Bast, F., & Singh, S. (2019). Marine macroalga *Caulerpa*: role of its metabolites in modulating cancer signaling. *Molecular Biology Reports*, 46, 3545-3555. <https://doi.org/10.1007/s11033-019-04743-5>
- Murugaiyan, K., Narasimman, S., & Anatharaman, P. (2012). Proximate composition of marine macro algae from Seeniappa Dharka, Gulf of Mannar region, Tamil Nadu. *International Journal of Research in Marine Sciences*, 1(1), 1-3.
- Musa, S., Sanger, G., & Dien, H. A. (2017). Komposisi kimia, senyawa bioaktif dan angka lempeng total pada rumput laut *Gracilaria edulis*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 90-95. <https://doi.org/10.35800/mthp.5.3.2017.16865>
- Nagappan, T., & Vairappan, C. S. (2014). Nutritional and bioactive properties of three edible species of green algae, genus *Caulerpa* (Caulerpaceae). *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 1019-1027. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0147-8>
- Nguyen, V. T., Ueng, J. P., & Tsai, G. J. (2011). Proximate composition, total phenolic content, and antioxidant activity of seagrape (*Caulerpa lentillifera*). *Journal of Food Science*, 76, (7), 950-958. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02289.x>
- Nome, W., Salosso, Y., & Eoh, C. B. (2019). Analisis metabolit sekunder dan kandungan nutrisi dari makroalga hijau (*Chlorophyceae*) di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Aquatik*, 2(1), 100-112.
- Nurjanah, Nurilmala, M., Hidayat, T., & Sudirdjo, F. 2016. Characteristics of seaweed as raw materials for cosmetics. *Aquatic Procedia*, 7, 177-180. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.024>
- Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J., & Paseiro-Losada, P. (2004). Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry*, 85, (3), 439-444. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.001>
- Tapotubun, A. M. (2018). Komposisi kimia rumput laut (*Caulerpa lentillifera*) dari Perairan Kei Maluku dengan metode pengeringan berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 13-23. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21257>

## Kelulushidupan Biota pada Sistem *Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Padi*

The Survival Rate of Biota in Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Paddy System

Hamsiah<sup>1</sup>, Indra Cahyono<sup>1\*</sup>, Heriansah<sup>1\*</sup>, Wayan Kantun<sup>1</sup>,  
Arnold Kabangnga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sumber Daya Akuatik, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Makassar, 90245, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Makassar, 90245, Indonesia

\*Korespondensi: [indracahyono@stitek-balikdiwa.ac.id](mailto:indracahyono@stitek-balikdiwa.ac.id), [heriansah@stitek-balikdiwa.ac.id](mailto:heriansah@stitek-balikdiwa.ac.id)

### ABSTRAK

Kelulushidupan merupakan faktor determinan keberhasilan pada budidaya multibiota. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelulushidupan biota yang dipelihara pada berbagai kombinasi pada sistem *Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Padi*. Tiga kombinasi (K) biota dan tiga ulangan, yaitu ikan bandeng dan padi (K-2), ikan bandeng, udang windu, dan padi (K-3), dan ikan bandeng, udang windu, dan kerang kijing (K-4) diinvestigasi secara eksperimental lapangan dengan model tambak terpal. Biota dipelihara selama 80 hari dengan kepadatan masing-masing 30 individu yang diintegrasikan dengan 30 rumpun padi metode apung. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan persentase kelulushidupan ikan bandeng pada K-2 ( $97,8 \pm 1.91\%$ ), K-3 ( $94,4 \pm 1.96\%$ ), dan K-4 ( $98,9 \pm 1.90\%$ ) berada pada kisaran 1,1-3,6% yang secara statistik tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Kelulushidupan udang windu pada K-4 ( $88,9 \pm 1.91\%$ ) secara deskriptif lebih tinggi 2,2% daripada K-3 ( $86,7 \pm 1.90\%$ ). Kelulushidupan kerang pada K-4 biota sebesar  $85,6 \pm 1.90\%$ . Kualitas air selama pemeliharaan berada pada kisaran yang dapat ditolerir oleh masing-masing biota. Lebih banyak penelitian yang lebih mendalam perlu dilakukan untuk mengoptimalkan potensi budidaya sistem *IMTA-Padi* di perairan payau.

**Kata kunci:** *IMTA-Padi*, kelulushidupan, ikan bandeng, udang windu, kerang

### ABSTRACT

Survival rate is a determinant factor of success in multibiota cultivation. This study aims to determine the survival rate of biota cultivated in various combinations in the *Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Paddy* system. Three combinations (K) of biota and three replications, namely milkfish and paddy (K-2), milkfish, tiger prawns, and paddy (K-3), and milkfish, tiger prawns, and shellfish (K-4) were investigated experimentally in the field using a tarpaulin pond model. Biota was reared for 80 days with a density of 30 individuals each integrated with 30 clumps of rice by floating method. The results showed that the difference in the survival rate of milkfish at K-2 ( $97.8 \pm 1.91\%$ ), K-3 ( $94.4 \pm 1.96\%$ ), and K-4 ( $98.9 \pm 1.90\%$ ) was in the range of 1.1- 3.6% which was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). The survival rate of tiger prawns in K-4 ( $88.9 \pm 1.91\%$ ) was descriptively 2.2% higher than K-3 ( $86.7 \pm 1.90\%$ ). The survival rate of shellsfish on K-4 biota is  $85.6 \pm 1.90\%$ . Water quality during experimental is in the range that can be tolerated by each biota. More research is needed which in-depth to optimize the *IMTA-Paddy* system in brackishwater.

**Keywords:** *IMTA-paddy*, survival rate, milkfish, shrimp tiger, shellfish

## PENDAHULUAN

Studi budidaya sistem minapadi dan Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) sudah banyak dilakukan tetapi masih terpisah dan terfokus pada masing-masing sistem. Budidaya sistem minapadi yang telah diaplikasikan, antara lain minapadi ikan nila (Anam et al., 2017), minapadi ikan tawes dan ikan mas, dan ikan nila (Rozen et al., 2019), minapadi ikan mas, ikan lele, ikan gurame, dan udang air tawar (Li et al., 2019), minapadi udang galah dan ikan mas (Tahir & Pasaribu, 2003), dan beberapa penelitian minapadi lainnya.

Budidaya sistem IMTA juga telah banyak dilaporkan, antara lain penerapan di perairan laut dengan menggunakan kombinasi organisme yang berbeda, antara lain ikan bawal, abalon, rumput laut (Radiarta & Erlania, 2015), udang windu, tiram, rumput laut (Astriana, 2015), ikan tuna, teripang, dan rumput laut (Zhang et al., 2019), udang vaname, ikan baronang, rumput laut (Verdian et al., 2020), dan beberapa penelitian lainnya. Sistem IMTA di perairan payau juga telah banyak dilaporkan, antara lain udang windu, ikan bandeng, dan rumput laut (Murachman et al., 2010), ikan bandeng, nila, udang vaname, kerang hijau, dan rumput laut (Rejeki et al., 2016), udang vaname, nila, kerang, rumput laut (Sahrijanna & Septiningsih, 2017), ikan belanak, udang windu, tiram, dan rumput laut (Biswas et al., 2019), dan beberapa penelitian lainnya. Penerapan IMTA di air tawar dilaporkan dari beberapa peneliti, antara lain udang air tawar, ikan tambakan, kangkung (Setijaningsih & Gunadi, 2016), ikan mas, siput, nila, dan bayam (Uddin et al., 2018), ikan mas, lele, siput, dan kangkung (Kibria & Haque, 2018), dan beberapa penelitian lainnya.

Studi integrasi antara IMTA dan minapadi (IMTA-Padi) sejauh ini belum ada, baik di perairan payau, tawar, maupun laut. Sistem budidaya minapadi dan IMTA secara prinsip merupakan sistem budidaya yang sudah terpadu.

Studi ini merupakan upaya rekayasa sistem budidaya dengan mengintegrasikan sistem terpadu IMTA dan minapadi berbasis biota multitrofik di perairan payau.

Rekayasa teknologi budidaya multibiota (IMTA-Mina Padi) pada penelitian ini terdiri dari empat biota budidaya, yaitu ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) sebagai *fed species*, kerang kijing (*Glauconome virens*) sebagai spesies ekstraktif organik, dan padi (*Oryza sativa*) sebagai spesies ekstraktif anorganik. Penelitian yang mengintegrasikan antara komoditas perikanan multitrofik dengan komoditas pertanian sangat strategis dilakukan sebagai upaya menunjang ketahanan pangan. Realisasi budidaya padi dengan menggunakan air payau saat ini telah didukung oleh tersedianya varietas padi yang toleran salinitas (Jamil et al., 2016).

Kombinasi biota merupakan faktor penentu keberhasilan pada budidaya multibiota (Wahab et al., 2011) karena terdiri dari banyak biota yang masing-masing memiliki karakteristik tersendiri. Kombinasi yang tepat dapat mengoptimalkan sinergitas antar biota yang berimplikasi terhadap kelulushidupannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelulushidupan ikan bandeng, udang windu, dan kerang kijing yang dibudidayakan dengan berbagai kombinasi melalui sistem IMTA-Mina Padi. Kelulushidupan biota yang optimal dapat meningkatkan produksi dan pendapatan pembudidaya melalui sistem budidaya yang berkelanjutan.

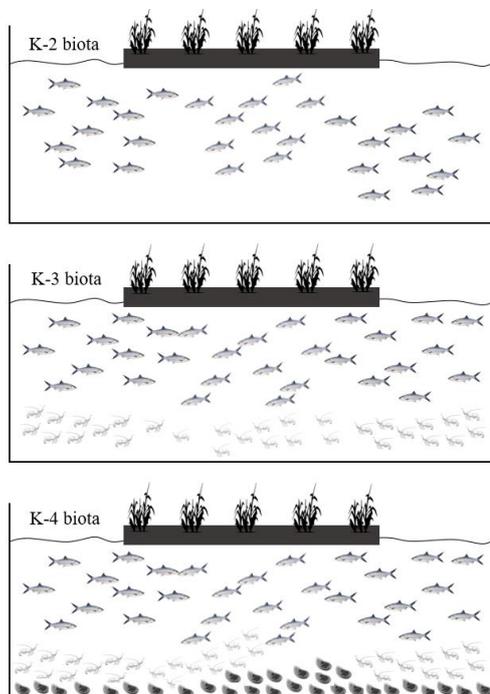
## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimental lapangan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2020 dengan model terpal di tambak masyarakat Desa Lerang, Kecamatan Lanrisang, Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Tiga kombinasi (K) biota yang masing-masing terdiri atas tiga ulangan merupakan perlakuan pada penelitian ini (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan penelitian

Perlakuan	Kombinasi Biota
K-2 biota	Ikan bandeng dan padi
K-3 biota	Ikan bandeng, udang windu, dan padi
K-4 biota	Ikan bandeng, udang windu, kerang, dan padi

Wadah pemeliharaan kolam terpal ukuran 200x200x100 cm diletakkan dipermukaan tambak dengan volume 280 L. Kepadatan ikan bandeng, udang windu, dan kerang masing-masing 30 ekor per wadah. Sebanyak 30 rumpun benih padi yang telah disemai ditanam dengan menggunakan substrat ijuk dan tanah pada wadah jaring hapa berukuran 100x100 cm dari kerangka bambu. Wadah tanam padi diapungkan diatas wadah pemeliharaan ikan, udang, dan kerang (Gambar 1). Metode apung sudah banyak diaplikasikan pada pemeliharaan monokultur padi (Irianto et al., 2018; (Srivastava et al., 2017).



Gambar 1. Unit Penelitian

Bobot awal benih ikan bandeng  $12,27 \pm 0,11$  g, udang windu  $0,37 \pm 0,04$  g, dan kerang  $30,98 \pm 0,19$  g. Benih ikan

bandeng dan udang windu diperoleh dari unit pendederan di sekitar lokasi penelitian. Kerang dikumpulkan dari muara sungai Lanrisang. Biota akuatik ini diadaptasikan terlebih dahulu dengan media pemeliharaan dan pakan komersil selama 3 hari. Benih padi Inpari 42 Agritan GSR sebelum ditanam terlebih dahulu disemai di lokasi tambak sampai ketinggian  $17,8 \pm 0,10$  cm. Benih padi diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Sereal Maros.

Ikan bandeng dan udang windu selama 80 hari pemeliharaan diberikan pakan 3 kali sehari (06.00, 12.00, dan 18.00 WITA) sebanyak 5% dari biomassa. Ikan bandeng dan udang windu diukur dengan timbangan digital Camry EHA401 ketelitian 0,01 g setiap 10 hari untuk menentukan jumlah pakan mingguan. Pakan komersil yang digunakan berdasar-kan label kemasan mengandung protein (min) 21%, lemak (min) 8%, dan serat (max) 9%. Aerasi menggunakan blower yang dihubungkan melalui pipa ke setiap unit penelitian.

Kualitas air selama pemeliharaan dimonitor dan dipertahankan pada kisaran yang optimal. Suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan pH diukur setiap hari (insitu) dengan menggunakan termometer digital CE, refraktometer ATC, DO meter Lutron DO-5509, Lutron PH-201 digital masing-masing dengan ketelitian  $0,1^{\circ}\text{C}$ , 1 mg/L, 1 mg/L, dan 0,1. Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) diukur pada awal, tengah, dan akhir penelitian di Laboratorium Kualitas Air Politeknik Pertanian Negeri Pangkep dengan menggunakan spektrofotometer ketelitian 0,0001 mg/L.

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah kelulushidupan setiap biota dengan menggunakan rumus (Biswas et al., 2012) sebagai berikut :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Kelulushidupan (%)

Nt = Jumlah biota akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah biota awal penelitian (ekor)

Kelulushidupan ikan bandeng dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada tingkat signifikan 95% ( $P < 0,05$ ). Data kelulushidupan telah diuji homogenitas varians yang menunjukkan bahwa data berasal dari populasi yang homogen. Analisis ragam menggunakan software IBM SPSS V25. Oleh karena udang windu hanya terdapat pada 2 perlakuan dan kerang kijing 1 perlakuan, maka kelulushidupan kedua biota ini dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelulushidupan ikan bandeng, udang windu, dan kerang kijing dengan berbagai kombinasi biota relatif bervariasi. Tabel 2 menunjukkan bahwa kelulushidupan ikan bandeng tertinggi diperoleh pada K-4 biota, disusul K-2 biota, dan terendah pada K-3 biota. Perbedaan persentase kelulushidupan ikan bandeng pada setiap kombinasi biota berada pada kisaran 1,1-3,6%. Namun demikian, secara statistik analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan kelulushidupan tersebut tidak berbeda nyata (nilai Sig. 0,067) ( $P > 0,05$ ). Secara deskriptif, kelulushidupan udang windu pada K-4 biota lebih tinggi 2,2% dibandingkan K-3 biota.

Dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu, tingkat kelulushidupan ikan bandeng sebesar 94,4-98,9% pada penelitian IMTA-Padi ini lebih tinggi. Kelulushidupan ikan bandeng yang dikokultur dengan kepiting bakau hanya 68,0% (Mondal et al., 2020) dan 76,9% (Anand et al., 2018), ikan

bandeng dipolikultur bersama dengan udang windu sebesar 48,6% (Biswas et al., 2012). IMTA ikan bandeng bersama ikan belanak, udang kelong, dan tiram sebesar 71,0% (Balasubramanian et al., 2018). *Silvofishery* ikan bandeng dan ikan nila pada ekosistem mangrove *Avicennia* sebesar 41% dan pada ekosistem *Rhizophora* sebesar 47% (Budihastuti et al., 2012).

Kelulushidupan udang windu sebesar 86,7-88,9% pada penelitian IMTA-Padi ini juga lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian terdahulu. Polikultur udang bersama ikan bandeng hanya memiliki kelulushidupan sebesar 48,0% (Biswas et al., 2012). Kelulushidupan udang windu yang dipelihara bersama rumput laut *Gracillaria* sp. berada pada kisaran 56,67-78,75% (Azizah et al., 2018). Udang windu yang diintegrasikan dengan rumput laut *Sargassum polycistum* dan *G. verrucosa* menghasilkan kelulushidupan masing-masing 84,7% dan 88,7% (Izzati, 2011). Kelulushidupan udang windu berada pada kisaran 86,7-98,3% yang dikokultur dengan *G. tenuistipitata* (Anh et al., 2018).

Keberadaan padi sebagai spesies ekstraktif pada setiap kombinasi biota diduga menjadi penyebab kelulushidupan yang tidak berbeda nyata. Hal ini pula yang memungkinkan kelulushidupan pada penelitian ini cukup tinggi karena kontribusi padi terhadap pemulihan kualitas air.

Tabel 2. Kelulushidupan biota pada sistem IMTA-Padi selama 80 hari pemeliharaan

Perlakuan	Kelulushidupan (%) (rata-rata $\pm$ SD)			
	Ikan bandeng	Udang windu	Kerang kijing	Padi
K-2 biota	97,8 $\pm$ 1.91 <sup>a</sup>	-	-	-
K-3 biota	94,4 $\pm$ 1.96 <sup>a</sup>	86,7 $\pm$ 1.90	-	-
K-4 biota	98,9 $\pm$ 1.90 <sup>a</sup>	88,9 $\pm$ 1.91	85,6 $\pm$ 1.90	-

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ( $P > 0,05$ )

Sisa pakan dan feses ikan bandeng dan udang windu sebagai sumber  $\text{NH}_3$  yang berbahaya bagi ke-hidupan organisme akuatik dimanfaatkan oleh padi yang memiliki kemampuan menyerap N anorganik melalui batang dan akarnya sebagai nutrisi (Li et al., 2019). Akar padi juga melepaskan senyawa organik yang dapat merangsang nitrifikasi bakteri (Bi et al., 2019) dan mendegradasi polutan organik (Rehman et al., 2017).

Budidaya padi metode apung dapat mengasimilasi nutrisi dan menurunkan total nitrogen terlarut secara efektif melalui akarnya (Srivastava et al., 2017). Li & Li (2009) melaporkan 30,6% penghilangan total nitrogen pada polikultur ikan dengan kangkung metode apung. Feng et al., (2016) mendapatkan  $\text{NH}_3$  pada budidaya ikan bersama padi lebih rendah 60,27% daripada monokultur ikan. Padi secara signifikan mengurangi 25,4%  $\text{NH}_3$  pada tambak udang (Li et al., 2019). Sistem aerasi pada penelitian ini memungkinkan N organik berada dipermukaan perairan sehingga dapat diserap oleh akar padi. Kemampuan padi dalam menyerap N terindikasi pada kadar  $\text{NH}_3 < 0.3 \text{ mg/L}$  (Tabel 3) yang aman untuk organisme akuatik (Pantjara et al., 2015).

Oksigen terlarut merupakan elemen kritis kelulushidupan organisme akuatik. Tanaman padi berkontribusi dalam menghasilkan oksigen terlarut pada penelitian ini, selain dari proses aerasi. Padi meningkatkan difusi oksigen

dari atmosfer ke dalam air melalui daun ke akar (Li et al., 2019) yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan organisme akuatik serta dekomposisi bahan organik. Selain itu, daun padi yang mengibas oleh angin mendorong difusi oksigen di permukaan air (Foster-Martinez & Variano, 2016). Indikasi kontribusi padi terlihat pada kandungan oksigen terlarut  $> 5 \text{ mg/L}$  (Tabel 3) selama penelitian. Kadar oksigen terlarut ini berada pada kisaran yang optimal untuk kehidupan organisme di perairan payau (Pantjara et al., 2015).

Tanaman padi juga berkontribusi terhadap suhu  $27,6-28,9^\circ\text{C}$  selama penelitian (Tabel 3). Suhu ini berada pada kisaran terbaik untuk organisme akuatik  $26-29^\circ\text{C}$  (Anh et al., 2018). Naungan daun padi dapat mencegah suhu yang tinggi (Li et al., 2019) sehingga dampak suhu tinggi bagi organisme akuatik, terutama kompetisi dan kebutuhan oksigen yang tinggi dapat diminimalisir. Metode apung pada penelitian ini semakin menciptakan kondisi suhu yang kondusif karena menjadi tepat terlindung dari radiasi sinar matahari. Hal ini yang memungkinkan pH selama pemeliharaan  $6,6-7,1$  (Tabel 3) yang berada pada kisaran yang optimal bagi biota perairan  $7,5-8,5$  (Anh et al., 2018). Padi juga dapat menurunkan pH karena adanya asam organik pada akar padi (Bacilio-Jiménez et al., 2003) yang dapat menghambat produksi amonia yang tidak terikat dalam air tambak (Li et al., 2019).

Tabel 3. Kualitas air sistem IMTA-Padi selama 80 hari pemeliharaan

Parameter	Kisaran setiap Perlakuan		
	K-2 biota	K-3 biota	K-4 biota
Suhu ( $^\circ\text{C}$ )	27,6-28,9	27,6-28,7	27,7-28,7
Salinitas (ppt)	9-15	9-15	9-15
Oksigen terlarut (mg/L)	5,5-6,9	5,6-6,8	5,5-7,0
pH	6,7-7,0	6,6-7,0	6,7-7,1
Amoniak (mg/L)	0,0013-0,0429	0,0015-0,0598	0,0014-0,0320

Keterangan : Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf kepercayaan 95%

Simbiosis mutualisme antara ikan bandeng, udang windu, kerang, dan padi nampaknya berkontribusi dalam menghasilkan kelulushidupan yang tinggi pada penelitian ini. Kombinasi biota, baik K-2, K-3, maupun K-3 memiliki sinergitas tinggi dan antagonis rendah yang merupakan faktor kritis pada budidaya multibiota (Wahab et al., 2011). Pada penelitian ini, ikan bandeng dan udang windu yang diberi pakan buatan menghasilkan limbah berupa sisa pakan dan feses. Limbah dalam bentuk organik dimanfaatkan oleh kerang (Zhang et al., 2019) dan padi memanfaatkan limbah anorganik (Li et al., 2019) sebagai sumber energinya.

Ikan bandeng secara spasial menempati kolom perairan dan udang windu menempati dasar perairan (Aubin et al., 2015). Meskipun kerang juga menempati dasar perairan, tetapi kerang bersifat menetap sehingga persaingan ruang kedua biota ini dapat diabaikan. Perbedaan ruang ini dapat meminimalkan persaingan untuk mendapatkan makanan. Lebih dari itu, budidaya sistem IMTA-Padi ini dapat meningkatkan produktivitas budidaya (Zhang et al., 2019).

Sisa pakan, feses, dan hasil ekskresi dari ketiga hewan akuatik pada penelitian ini dapat memicu pertumbuhan makanan alami berupa plankton dan klekap (Pantjara & Hendradjat, 2011). Klekap tumbuh dengan baik pada penelitian ini dan ikan bandeng nampaknya mendominasi makanan alami tersebut, selain plankton dan pakan buatan. Udang windu memakan detritus dan organisme kecil lainnya (Aubin et al., 2015) serta pakan yang tenggelam di dasar perairan. Ketersediaan makanan yang cukup bagi biota pada penelitian ini juga diduga berkontribusi pada kelangsungan hidup.

Kelulushidupan kerang kijing pada penelitian ini tidak dapat dibandingkan antar kombinasi biota karena kerang hanya diintegrasikan pada satu perlakuan saja. Namun demikian, kelulushidupannya cukup tinggi di atas 85%. Hal ini memungkinkan karena

tersedianya nutrisi dari sisa pakan dan feses ikan bandeng dan udang windu serta nutrisi alami dari media pemeliharaan. Sebagian besar kerang merupakan filter feeder serta deposit feeder dan suspension feeder (Hastuti et al., 2012; Zhang et al., 2019). Kerang pada sistem IMTA berperan sebagai penyerap nutrisi organik yang tersuspensi dan terdeposit (Radiarta & Erlania, 2015).

Sejauh ini belum diperoleh informasi kemampuan kerang kijing menyerap nutrisi organik. Sebagai gambaran, Li et al. (2010) melaporkan efisiensi penghilangan total N pada budidaya integrasi kerang Asia pada tanaman sistem rakit apung sebesar 45,1%. Srisunont & Babel (2016) melaporkan efisiensi penyerapan nutrisi kerang hijau sebesar 62,1% N dan mampu menghilangkan partikel N 13,5 mg per hari per individu. Nampaknya kerang kijing juga menyerap nutrisi organik dari sisa pakan dan feses. Indikasi dugaan ini dapat dilihat dari kandungan  $\text{NH}_3$  yang relatif pada kombinasi biota yang dilengkapi kerang (K-4) (Tabel 3) yang berimplikasi pada kelangsungan hidup yang lebih tinggi (Tabel 2). Namun temuan ini masih perlu dibuktikan lebih lanjut untuk memastikan kemampuan serap nutrisi kerang kijing.

Diskusi di atas semakin menguatkan konsep IMTA yang tidak hanya mempertimbangkan jumlah biota, tetapi biota harus memiliki fungsi yang berbeda berdasarkan level trofiknya (Zhang et al., 2019). Ikan bandeng, udang windu, dan kerang kijing memungkinkan dibudidayakan bersama padi yang dipelihara dengan metode apung. Ini merupakan temuan penting dalam mengembangkan budidaya sistem IMTA-Padi apung di perairan payau. Untuk itu diperlukan lebih banyak penelitian yang lebih mendalam untuk mengembangkan sistem budidaya terintegrasi ini.

## KESIMPULAN

Budidaya ikan bandeng, udang windu, dan kerang kijing bersama padi dalam sistem IMTA-Padi menghasilkan kelulushidupan yang tinggi pada masing-masing biota. Kombinasi yang terdapat biota kerang menghasilkan kandungan  $\text{NH}_3$  yang lebih rendah dan kelulushidupan yang lebih tinggi. Penelitian lebih lanjut harus dilakukan untuk menginvestigasi lepasan dan serapan nutrisi pada setiap biota.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN atas dana Hibah Penelitian Tesis Magister Tahun Anggaran 2020 serta pihak lain yang telah berkontribusi pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. K., Basuki, F., & Widowati, L. L. (2017). Performa pertumbuhan, kelulushidupan, dan produksi biomassa ikan nila dengan debit air yang berbeda pada sistem budidaya minapadi di Dusun Kandhangan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 52–61.
- Anand, S. P. S., Balasubramanian, C. P., Lalramchhani, C., Panigrahi, A., Gopal, C., Ghoshal, T. K., & Vijayan, K. K. (2018). Comparison of mudcrab-based brackishwater polyculture systems with different finfish species combinations in Sundarban, India. *Aquaculture Research*, 49(9), 2965–2976. <https://doi.org/10.1111/are.13755>
- Anh, N. N. T., Hong Ngan, L. T., Vinh, N. H., & Hai, T. N. (2018). Co-culture of red seaweed (*Gracilaria tenuistipitata*) and black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) with different feeding rations. *IJSRP*, 8(9), 269–277. <https://doi.org/10.29322/ijsrp.8.9.2018.p8138>
- Astriana, B. H. (2015). Konseptual modul dinamika nitrogen dalam sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) menggunakan *Penaeus monodon*, *Crassostrea* sp. dan *Gracilaria* sp. *BioWallacea*, 1(3), 159–165.
- Aubin, J., Baruthio, A., Mungkung, R., & Lazard, J. (2015). Environmental performance of brackish water polyculture system from a life cycle perspective: A Filipino case study. *Aquaculture*, 435, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.019>
- Azizah, I., Rejeki, S., & Ariyati, R. W. (2018). Performa pertumbuhan udang yang dibudidayakan bersama rumput laut dengan padat tebar yang berbeda menerapkan sistem Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(2), 1–11.
- Bacilio-Jiménez, M., Aguilar-Flores, S., Ventura-Zapata, E., Pérez-Campos, E., Bouquelet, S., & Zenteno, E. (2003). Chemical characterization of root exudates from rice (*Oryza sativa*) and their effects on the chemotactic response of endophytic bacteria. *Plant and Soil*, 249(2), 271–277. <https://doi.org/10.1023/A:1022888900465>
- Balasubramanian, C. P., Mhaskar, S. S., Sukumaran, K., Panigrahi, A., Vasagam, K., Kumararaja, P., Thigale, D., Sawant, R., Vijayan, K. K., & Vasudevan, N. (2018). Development of Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) for tropical brackishwater species in Sindhudurg district, Maharashtra, west coast of India. *Indian Journal of Fisheries*, 65(1), 59–64. <https://doi.org/10.21077/ijf.2018.65.1.70128-10>
- Bi, R., Zhou, C., Jia, Y., Wang, S., Li, P., Reichwaldt, E. S., & Liu, W. (2019). Giving waterbodies the treatment they need: A critical review of the application of constructed floating wetlands.

- Journal of Environmental Management*, 238(October 2018), 484–498. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.064>.
- Biswas, G., Ananda Raja, R., De, D., Sundaray, J. K., Ghoshal, T. K., Anand, S., Kumar, S., Panigrahi, A., Thirunavukkarasu, A. R., & Ponniah, A. G. (2012). Evaluation of productions and economic returns from two brackishwater polyculture systems in tide-fed ponds. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(1), 116–122. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01909.x>.
- Biswas, Gouranga, Kumar, P., Kailasam, M., Ghoshal, T. K., Bera, A., & Vijayan, K. K. (2019). Application of Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA) Concept in Brackishwater Ecosystem: The First Exploratory Trial in the Sundarban, India. *Journal of Coastal Research*, 86(sp1), 49–55. <https://doi.org/10.2112/SI86-007.1>
- Budihastuti, R., Anggoro, S., & Saputra, S. W. (2012). The Application of Silvofishery on Tilapia and milkfish fattening within mangrove ecosystem of the Northern coastal area of Semarang City. *J. of Coastal Development*, 16(1), 1410–5217.
- Feng, J., Li, F., Zhou, X., Xu, C., & Fang, F. (2016). Nutrient removal ability and economical benefit of a rice-fish co-culture system in aquaculture pond. *Ecological Engineering*, 94(359), 315–319. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.06.002>.
- Foster-Martinez, M. R., & Variano, E. A. (2016). Air-water gas exchange by waving vegetation stems. *J. of Geo. Research: Biogeosciences*, 121(7), 1916–1923. <https://doi.org/10.1002/2016JG003366>.
- Hastuti, Y. P., Nirmala, K., & Setioaji, T. (2012). Kemampuan penyerapan nitrogen dan fosfor dalam lingkungan budidaya oleh kijing Taiwan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1), 86–95.
- Irianto, H., Mujiyo, Riptanti, E. W., & Qonita, A. (2018). The land use potential of flood-prone rice fields using floating rice system in Bojonegoro regency in East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 142(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/142/1/012072>.
- Izzati, M. (2011). The role of seaweeds *Sargassum polycystum* and *Gracilaria verrucosa* on growth performance and biomass production of tiger shrimp. *Journal of Coastal Development*, 14(3), 235–241.
- Jamil, A., Mejaya, M., Praptana, R., Subekti, N., Aqil, M., Musaddad, A., & Putri, F. (2016). Deskripsi Varietas Unggul Tanaman Pangan 2010-2016. In <http://pangan.litbang.pertanian.go.id> (p. 142).
- Kibria, A. S. M., & Haque, M. M. (2018). Potentials of Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) in freshwater ponds in Bangladesh. *Aquaculture Reports*, 11(April), 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.05.004>.
- Li, F., Feng, J., Zhou, X., Xu, C., Haissam Jijakli, M., Zhang, W., & Fang, F. (2019). Impact of rice-fish/shrimp co-culture on the N<sub>2</sub>O emission and NH<sub>3</sub> volatilization in intensive aquaculture ponds. *Science of the Total Environment*, 655, 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.440>.
- Li, W., & Li, Z. (2009). In situ nutrient removal from aquaculture wastewater by aquatic vegetable *Ipomoea aquatica* on floating beds. *Water Science and Technology*, 59(10), 1937–1943. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.191>.
- Li, X. N., Song, H. L., Li, W., Lu, X. W., & Nishimura, O. (2010). An integrated ecological floating-bed employing plant, freshwater clam and biofilm carrier for purification

- of eutrophic water. *Ecological Engineering*, 36(4), 382–390. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.11.004>.
- Mondal, A., Bhattacharya, S., Mitra, A., Sundaray, J. K., & Mohanty, R. K. (2020). Performance evaluation of mud crab co-culture with different fish species in confined brackishwater ponds. *Aquaculture*, 522(January), 735125. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735125>.
- Murachman, Hanani, N., Soemarno, & Muhammad, S. (2010). Model polikultur udang windu, ikan bandeng dan rumput laut secara tradisional. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 1(1), 1–10.
- Pantjara, B., & Hendradjat, E. A. (2011). Produksi bandeng melalui aplikasi pupuk organik. *J. Riset Akuakultur*, 6(2), 253. <https://doi.org/10.15578/jra.6.2.2011.253-262>.
- Pantjara, B., Syafaat, M. N., & Kristanto, A. H. (2015). Effect of dynamical water quality on shrimp culture in the IMTA. *Indonesian Aquaculture Journal*, 10(1), 81. <https://doi.org/10.15578/iaj.10.1.2015.81-90>.
- Radiarta, I. N., & Erlania, E. (2015). Indeks kualitas air dan sebaran nutrien sekitar budidaya laut terintegrasi di perairan Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat: Aspek penting budidaya rumput laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1), 141. <https://doi.org/10.15578/jra.10.1.2015.141-152>
- Rehman, F., Pervez, A., Khattak, B. N., & Ahmad, R. (2017). Constructed Wetlands: Perspectives of the oxygen released in the rhizosphere of macrophytes. *Clean - Soil, Air, Water*, 45(1). <https://doi.org/10.1002/clen.201600054>
- Rejeki, S., Ariyati, R. W., & Widowati, L. L. (2016). Application of integrated multi tropic aquaculture concept in an abraded brackish water pond. *Jurnal Teknologi*, 78(4–2), 227–232. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8213>
- Rozen, N., Anwar, A., & Kristina, N. (2019). The effect of fish type and variety on growth and results through the application of Minapadi-SRI. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 327(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/327/1/012023>
- Sahrijanna, A., & Septiningsih, E. (2017). Variasi waktu kualitas air pada tambak budidaya udang dengan teknologi IMTA di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(2), 52–57. <https://doi.org/10.20956/jal.v8i16.2991>
- Setijaningsih, L., & Gunadi, B. (2016). Eektivitas substrat dan tumbuhan air untuk penyerapan hara nitrogen dan total fosfat pada budidaya ikan berbasis sistem IMTA. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2016*, 169–176.
- Srisunont, C., & Babel, S. (2016). Estimating the carrying capacity of green mussel cultivation by using net nutrient removal model. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1–2), 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.012>
- Srivastava, A., Chun, S. J., Ko, S. R., Kim, J., Ahn, C. Y., & Oh, H. M. (2017). Floating rice-culture system for nutrient remediation and feed production in a eutrophic lake. *J. of Environmental Management*, 203, 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.08.006>
- Tahir, A. T., & Pasaribu, A. M. (2003). Kajian adaptasi udang galah dan ikan mas dengan sistem mina padi jajar legowo di lahan sawah irigasi. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 6(2), 167–175.
- Uddin, N., Kibria, A. S., & Haque, M. M. (2018). Assessment of primary productivity of integrated multi-trophic aquaculture ponds.

- International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(3), 306–314.
- Verdian, A. H., Effendi, I., Budidardi, T., & Diatin, I. (2020). Production performance improvement of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture with integrated multi trophic aquaculture system in Seribu Islands, Jakarta, Indonesia. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(3), 1415–1427. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2019.120676>
- Wahab, M. A., Kadir, A., Milstein, A., & Kunda, M. (2011). Manipulation of species combination for enhancing fish production in polyculture systems involving major carps and small indigenous fish species. *Aquaculture*, 321(3–4), 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.020>
- Zhang, J., Zhang, S., Kitazawa, D., Zhou, J., Park, S., Gao, S., & Shen, Y. (2019). Bio-mitigation based on Integrated Multi-Trophic Aquaculture in temperate coastal waters: Practice, assessment, and challenges. In *Latin American Journal of Aquatic Research* (Vol. 47, Issue 2). <https://doi.org/10.3856/vol47-issue2-fulltext-1>

## Rancang Bangun Media Pertumbuhan Karang dengan Menggunakan Metode Bioreeftek

*Design of Coral Growth Media Using Bioreeftek Method*

**Kismanto Koroy<sup>1\*</sup>, Iswandi Wahab<sup>2</sup>, Safyan Popa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pasifik Morotai, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pasifik Morotai, Indonesia

\*Korespondensi: kismantokoroy@gmail.com

### ABSTRAK

Terumbu karang merupakan salah satu hewan avertebrata yang mendiami suatu ekosistem dan terdapat berbagai biota perairan. Ekosistem terumbu karang memiliki peranan penting baik secara ekologis untuk biota perairan, juga secara fisik sebagai penahan gelombang laut yang menuju ke daerah pantai. Media terumbu buatan (*bioreeftek*) merupakan metode yang telah lama dikembangkan, namun penelitian ini dimodifikasikan dengan menggunakan bambu dan tempurung kelapa dengan posisi tempurung tertutup menghadap kebawah. Tujuan penelitian yaitu mengetahui tingkat ketahanan rancang bangun media pertumbuhan karang (*bioreeftek*). Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus - Oktober 2020, dengan melakukan perancangan media *bioreeftek* terumbu karang dimulai dengan mempelajari metode rancang bangun media *bioreeftek*, pengumpulan alat dan bahan, sampai dengan pembuatan dan penempatan media pada lokasi yang telah di tentukan. Pembuatan media *bioreeftek* sebanyak 8 media, dengan tiang bambu sebanyak 81 (9 tiang untuk satu media) dan tempurung kelapa sebanyak 243 yang disiapkan. Dari Hasil pengamatan saat penempatan dan pengamatan pertama sampai pengamatan ke dua didapatkan keutuhan media sebesar 100% yang menunjukkan konstruksi media yang cukup efisien.

**Kata kunci:** Rancang bangun, *Bioreeftek*, Terumbu karang

### ABSTRACT

Coral reefs are one of the invertebrates that inhabit an ecosystem, and there is various aquatic biota. Coral reef ecosystems have an essential role both ecologically for aquatic biota and physically as a barrier to sea waves leading to coastal areas. Artificial reef media (*bioreeftek*) is a new technology in developing of transplantation methods using natural materials such as coconut shell waste and bamboo. The research objective is about the resistance level of the design of coral growth media (*bioreeftek*). This research was conducted from August to October 2020 by designing the coral reef *bioreeftek* media, starting with studying the *bioreeftek* media design method, collecting tools and materials, to making and placing the media in a predetermined location. Making *bioreeftek* media as many as eight media, with 81 bamboo poles (9 poles for one medium) and 243 coconut shells were prepared. From the observations' results when placing and the first observation to the second observation with the integrity of 100%, which indicates a reasonably efficient media construction.

**Keywords:** Design, *Bioreeftek*, Coral reef

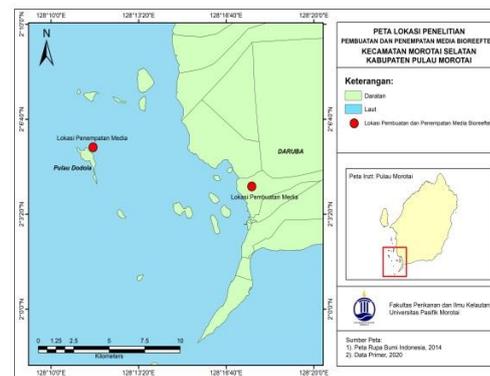
## PENDAHULUAN

Terumbu karang sebagai elemen penting dalam kelangsungan sumberdaya laut yang berfungsi sebagai tempat hidup biota laut juga sebagai pendukung kelangsungan hidup masyarakat nelayan dan penangkal terjadinya kerusakan ekologi laut seperti abrasi pantai untuk masyarakat pesisir (Mompala *et al.*, 2017). Terumbu karang dan segala kehidupan yang ada didalamnya merupakan salah satu kekayaan alam dimiliki bangsa Indonesia yang tidak ternilai harganya. Kerusakan terumbu karang pada umumnya disebabkan oleh faktor alam yang terjadi secara alami dan kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (*antropogenik*), pengambilan ikan dengan cara-cara yang tidak ramah lingkungan hingga mengakibatkan terumbu karang berada dalam kondisi sangat memprihatinkan didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Wahidin, 2015). Akibat dari kerusakan ini hingga cepat atau lambat upaya penyelamatan perlu dilakukan (Kambe, 2013). Rata-rata penutupan karang hidup memiliki persentase sebanyak 31,41 % yang termasuk dalam kategori sedang. Hal ini sejalan dengan pengesahan *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) yang menyatakan bahwa ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem khas tropik yang dilindungi di Indonesia. Upaya pelestarian serta pemulihan ekosistem terumbu karang terus dilakukan melalui program penelitian maupun pengabdian. Salah satunya adalah kegiatan transplantasi terumbu karang. Transplantasi terumbu karang merupakan teknik perbanyak koloni karang dengan memanfaatkan reproduksi aseksual karang secara fragmentasi (Subhan *et al.*, 2014). Transplantasi bertujuan untuk memulihkan kembali terumbu karang yang telah rusak dan mengembalikan fungsi terumbu karang. Bentuk media yang dibuat sesuai dengan memperhatikan hal - hal seperti bahan-bahan yang ramah lingkungan dan mudah didapatkan.

Bioreeftef sebagai metode transplantasi terumbu karang merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan bahan alami berupa tempurung kelapa dan bambu sebagai media dapat membantu pertumbuhan karang, penempelan larva planula karang, sampai membentuk koloni/individu baru (Mahmud & Luthfi, 2016). Teknologi *bioreeftef* mulai dikembangkan oleh Tim Perubahan Iklim (Tim Konservasi Laut) BPOL sejak tahun 2008 (Nasution & Munandar, 2018). Pengembangan teknik transplantasi yang menjadikan rumah baru berbahan alami dan ramah lingkungan (tempurung kelapa dan bambu) untuk kelangsungan hidup bagi ekosistem terumbu karang. Penelitian ini dilakukan dengan melihat ketahanan rancang bangun media pertumbuhan karang bioreeftef, guna sebagai informasi tambahan bagi penelitian.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2020 sedangkan tempat peletakan media transplantasi berlokasi di perairan pulau Dodola.



Gambar 1. Peta lokasi pembuatan dan peletakan media bioreeftef  
Sumber: Data Olahan (ArcGis, 2020)

Prosedur pelaksanaan kerja pembuatan media Bioreeftef dengan tahap awal mempelajari metode transplantasi berbagai sumber sampai pada tahap pembuatan sehingga hasil yang

didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Tahapan proses pelaksanaan dalam pembuatan media Bioreeftek pertama perancangan media bioreeftek, persiapan alat dan bahan, pembuatan media bioreeftek dan tahapan terakhir peletakan media bioreeftek.

Untuk melihat kerentanan media terhadap kondisi fisik lingkungan berupa arus dan gelombang, diamati secara visual pada saat media digunakan. Dan untuk mengetahui kondisi bioreeftek dilakukan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh dengan menggunakan rumus menurut (Nasution & Munandar, 2018).

$$PB = \frac{\sum TI}{T0} \times 100\%$$

Keterangan:

PB: Presentase kondisi bioreeftek

T1: Jumlah tiang bioreeftek yang masih baik

T0: Jumlah awal tiang bioreeftek

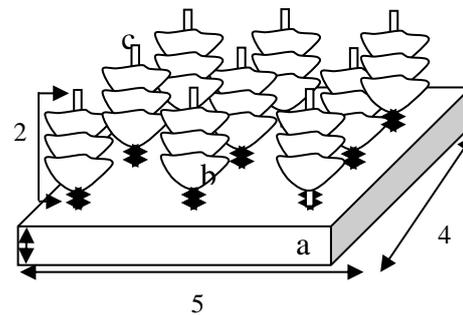
Analisis dilakukan dengan perhitungan jumlah tiang bambu pada media secara periodik dengan memperhatikan kondisi media pada saat pembuatan sampai peletakan hingga pengamatan. Jumlah tiang bambu yang ada pada setiap media bioreeftek sebanyak yang telah ditentukan diletakkan pada lokasi dan kedalam yang sama. Perhitungan jumlah tiang bambu akan didasarkan pada jumlah bambu saat awal (T<sub>0</sub>) peletakan/penggunaan media bioreeftek sampai pada waktu akhir penentuan pengukuran (T<sub>2</sub>). Selanjutnya data pengukuran ditulis pada lembar data penelitian yang terbagi atas setiap jumlah tiang bambu pada media.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancangan media bioreeftek

Kegiatan rancang bangun media transplantasi dilakukan secara terstruktur, mulai dari tahapan awal perencanaan, persiapan sampai pada tahap finishing.

Rancang bangun media yang disiapkan/direncanakan.



Keterangan:

a. Beton

b. Tempurung kelapa

c. Tiang bambu

Gambar 2. Sketsa rancangan media bioreeftek

Rancangan media *bioreeftek* dengan kombinasi bahan alami seperti tempurung kelapa dan bambu merupakan hasil modifikasi dari model media transplantasi yang dikembangkan oleh Balai Penelitian Observasi Laut (BPOL) Kementerian Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2008. Rancangan media *bioreeftek* yang dimodifikasi pada penelitian ini yaitu penggunaan tiang paralon diganti dengan tiang bambu, sedangkan tempurung kelapa diletakkan pada posisi terbuka tanpa diberi campuran semen.

Sketsa rancangan media bioreeftek pada gambar 2 terdiri dari beton, tempurung kelapa, tiang bambu dan kerangka besi. Beton berfungsi sebagai pemberat yang terbuat dari campuran bahan seperti semen, pasir kerikil dan air dengan memiliki ukuran panjang 50 cm, lebar 40 cm dan tebal 5 cm. Tempurung kelapa dengan diameter ± 20-30 cm diletakkan pada tiang bambu yang berfungsi sebagai media utama transplantasi bioreeftek. Tiang bambu berukuran ±1,5 inc yang dipancang pada beton berfungsi sebagai media untuk mengikat fragmen karang yang akan ditransplantasi. Penggunaan tiang bambu yang dimodifikasi dari pipa paralon

karena merupakan bahan alami dengan permukaan yang keras dan tidak mudah rusak. Sedangkan kerangka besi berukuran 8 inci yang dipasang pada beton berfungsi untuk memperkokoh beton sehingga tidak mudah rusak pada saat akan diangkat kelokasi transplantasi.

### **Persiapan alat dan bahan**

Tahapan ini adalah mengumpulkan atau mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam merancang media Bioreeftek. Alat yang diperlukan dalam membuat rancang bangun media transplantasi terumbu karang meliputi; bor tangan, gerinda, meteran dan terminal cok, parang dan gergaji kayu, sekop, sendok sement dan ember campuran. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan media transplantasi dengan metode bioreeftek, umumnya menggunakan bahan dari alam seperti tempurung kelapa dan bambu. Bahan campuran lainnya yang diperlukan antara lain, pasir, batu kerikil, balok kayu, triplek, semen, paku, kawat dan besi. Penggunaan berbagai jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan sebuah terumbu karang buatan (Pardede, 2012).

### **Tahap pembuatan media transplantasi bioreeftek**

Proses pembuatan media dilakukan melalui tiga tahapan meliputi tahap *pertama*; pembuatan tiang bambu dan melubangi tempurung kelapa, *kedua*; pembuatan kerangka media, dan *ketiga*; pengecoran media transplantasi.

### **Membuat tiang bambu dan tempurung kelapa**

Tahap pembuatan tiang bambu dilakukan dengan cara memotong bambu menjadi beberapa bagian dengan ukuran panjang 30cm, diameter  $\pm$  1,5 inci, sebanyak 9 tiang untuk 1 media bioreeftek. Bambu yang sudah dipotong-potong diberi paku pada bagian bawah sebanyak 2 buah yang berfungsi sebagai penyangga agar saat diletakkan pada lokasi sehingga tidak goyah atau terlepas dari hantaman gelombang dan arus. Sedangkan tempurung kelapa yang sudah

dibelah dibuat lubang-lubang pada bagian tengah yang berfungsi untuk dimasukkan pada tiang bambu. Jumlah tempurung kelapa untuk 1 tiang bambu sebanyak 3 buah yang akan diletakkan dengan posisi terbuka menghadap keatas. Secara keseluruhan bahan bambu dan tempurung kelapa yang disiapkan adalah: 72 tiang bambu dan tempurung kelapa sebanyak 216 buah.

### **Pembuatan kerangka media**

Pembuatan kerangka media menggunakan bahan besi berukuran 8 in<sup>3</sup> dipotong dengan panjang 43-53 cm, tripleks dipotong dengan ukuran panjang 5x55 cm, dan kayu balok dipotong dengan ukuran 5 cm. Bahan besi dipotong-potong menjadi beberapa bagian dan diikat dengan kawat, pembuatan kerangka media yang berfungsi untuk memperkokoh konstruksi media transplantasi. Selain pembuatan kerangka besi sebagai tulang media transplantasi, juga dilakukan pembuatan cetakan media yang terbuat dari bahan tripleks dan kayu yang berukuran 43 cm x 53 cm dengan ketebalan 5 cm.

### **Pengecoran media bioreeftek**

Pembuatan media transplantasi dilakukan dengan memperhatikan bahan campuran yang akan digunakan. Perhitungan campuran bahan pengecoran yang sesuai dengan metode bangun/media, agar konstruksi media lebih kokoh. Sebelum melakukan pengecoran media perlu diperhatikan kualitas bahan, seperti pasir, batu kerikil dan semen, serta membuat konstruksi kerangka besi dan kerangka/media cetak sesuai ukuran volume media transplantasi. Perhitungan campuran bahan cor pembuatan media dibuat sesuai dengan kriteria yang di atur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2843-2000, metode 1:2:3). Proses pengecoran dilakukan dengan mencampurkan bahan pasir, batu kerikil, semen menjadi satu lalu di beri air secukupnya sampai tercampur rata (usahakan agar campuran semen tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat/keras)

lalu dimasukkan pada cetakan pembuatan media yang sudah disiapkan.

### Tahap akhir

Tahapan ini adalah tahapan terakhir, yaitu media diberi cairan semen yang sudah disiapkan lalu dijemur sampai mengering selama  $\pm 4$  sampai 5 hari hingga media benar-benar kering dan kokoh. Selanjutnya media yang sudah kering dilepaskan dari cetakan dan dibersihkan dari berbagai kotoran yang menempel dan benda-benda yang dapat merusak, selanjutnya tiang bambu diberi tempurung kelapa yang sudah dilubangi dan media transplantasi bioreeftef diaplikasikan.



Gambar 3. Media bioreeftef *Sumber:* Dokumentasi pribadi (2020)

Penelitian tentang bioreeftef juga dilakukan oleh (Arisandi, *et al.*, 2018) dan (Tumion, *et al.*, 2017), yaitu pembuatan media dengan metode dan bahan yang sama, seperti halnya tiang yang digunakan menggunakan pipa besi/aluminium dan plastik, dengan meletakkan posisi tempurung kelapa tertutup dan diberi campuran semen. Pada penelitian kali ini, dilakukan modifikasi dengan menerapkan metode yang sama namun penggunaan tiang digantikan dengan menggunakan bahan bambu dan meletakkan tempurung kelapa dengan posisi terbuka.

### Efektifitas media transplantasi bioreeftef

Hasil pengamatan menunjukkan kondisi bioreeftef dengan menggunakan bahan bambu dan tempurung kelapa yang diletakkan didasar perairan pada kedalaman yang sama dengan substrat berpasir dan substrat berkarang menunjukkan keutuhan dan kekuatan strukturnya. Jumlah tiang bioreeftef saat

penempatan media bioreeftef pada substrat yang berbeda secara keseluruhan berjumlah 72 tiang dan tempurung kelapa sebanyak 216 buah yang tersebar pada 8 media bioreeftef. Hasil analisis menunjukkan efektifitas media saat diletakkan didasar perairan dengan durasi waktu selama  $\pm 2$  bulan pada kedalaman 3-4 meter tidak terjadi kerusakan pada media tiang bambu dan tempurung kelapa sehingga memiliki tingkat keutuhan hingga 100%. Kerusakan media terjadi pada saat media bioreeftef diangkut atau dipindahkan ke lokasi penempatan transplantasi. Berikut hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis ketahanan media bioreeftef

Media	Data			Hasil	
	Pengukuran			Analisis	
	T0	T1	T2	T1 (%)	T2 (%)
I	9	9	9	100	100
II	9	9	9	100	100
III	9	9	9	100	100
IV	9	9	9	100	100
V	9	9	9	100	100
VI	9	9	9	100	100
VII	9	9	9	100	100
VIII	9	9	9	100	100
<b>Jumlah</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Hasil analisis dengan menggunakan pengamatan visual mulai tahap awal pengamatan sampai tahap kedua menunjukkan tingkat efektivitas perairan pada lokasi penempatan media bioreeftef sangat efektif. Ancaman potensi kerusakan dapat disimpulkan tidak ada dikarenakan lokasi penelitian berada pada area tertutup dan termasuk dalam kawasan konservasi saat ini. Selain itu lokasi penelitian juga berada dalam perlindungan beberapa pulau-pulau kecil menjadikan lokasi penelitian tidak memiliki arus dan gelombang besar yang

dapat merusak konstruksi media bioreeftef. Kondisi lingkungan perairan pada lokasi penelitian seperti kecepatan arus tergolong mendukung dengan data pengukuran 0,02–0,05 m/s. Berikut (Gambar 4).



Gambar 4. Penempatan dan pengamatan media bioreeftef.

Penggunaan limbah tempurung kelapa dan bambu merupakan teknik baru dalam pengaplikasian metode transplantasi yang disebut bioreeftef, karena penggunaan bahan dasar dari alam. Bahan lain yang digunakan untuk teknik transplantasi pada umumnya yaitu penggunaan besi dan pipa paralon sebagai tiang. Memperhatikan penggunaan bahan besi dan pipa paralon sebagai tiang dianggap tidak terlalu efektif dalam pelestarian lingkungan perairan. Pada perancangan media transplantasi untuk penelitian ini, penggunaan bahan besi dan semen hanya pada media pengecoran yang berfungsi memperkokoh kerangka media cor/substrat dasar media sebagai tempat penempatan tiang bambu.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan efektifitas media saat diletakkan didasar perairan dengan durasi waktu selama  $\pm 2$  bulan pada kedalaman 3-4 meter tidak terjadi kerusakan pada media tiang bambu dan tempurung kelapa sehingga memiliki tingkat ketahanan hingga 100%. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang penempatan media pada kondisi dinamika perairan yang berbeda agar lebih terukur dan

diketahui perbedaan ketahanan media bioreeftef tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRPM) melalui Hibah Dosen Pemula (PDP) Tahun anggaran 2020, dan kepada seluruh team FPIK Unipas serta semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi A, Tamam B, Fauzan A. (2018). Profil Terumbu Karang Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep, Indonesia Coral Reef Profile of Kangean Island, Sumenep District, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 104–111.  
<https://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10516>
- Kambe, A. D. (2013). The Growth of Hard Coral (*Acropora* sp.) Transplants in Coral Reef of Malalayang Waters, North Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(4), 196–203.  
<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax> 196
- Mahmud, & Luthfi, O. M. (2016). Studi Juvenil Karang yang Menempel pada Rumpon Buatan di Perairan Pulau Mandangin, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016, 27 Juli 2016*, 1–5.
- Mompala K, Rondonuwu A.B, Rembet U.N.W.J. (2017). Laju Pertumbuhan Karang Batu *Acropora* sp. Yang Ditransplantasi Pada Terumbu Buatan di Perairan Kareko Kecamatan Lembeh Utara Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(2), 234–242.  
<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax> 242
- Nasution, M. A., & Munandar. (2018). Efisiensi Bioreeftef Sebagai Media

- Pertumbuhan Karang Di Pulau Rubiah Sabang. *Jurnal Perikanan Tropis*, 5(2), 207–215.
- Pardede, F. (2012). *Efektifitas Terumbu Buatan Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Sebagai Fish aggregating device di Pualu Pramuka Kepulauan Seribu*. Institut Pertanian Bogor.
- Subhan B, Madduppa H, Arafat D, Soedharma D. (2014). Bisakah Transplantasi Karang Perbaiki Ekosistem Terumbu Karang? *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan*, 1(3). <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i3.10292>
- Tumion, Sadri, Sasongko L.W. (2017). Bioreeftek Untuk Konservasi Terumbu Karang di Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Agromix*, 8(1), 18–24.
- Wahidin N. (2015). *Klasifikasi Ekosistem Terumbu Karang Berbasis Objek dan Pikel di Pulau Morotai*. [Disertasi]. Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.



## **Pola Sebaran dan Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) di Teluk Weda Maluku Utara, Indonesia**

Distribution Patterns and Abundance of Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) in Weda Bay North Maluku, Indonesia

**Mu'min<sup>1</sup>, Nebuchadnezzar Akbar<sup>1\*</sup>, Abdurrachman Baksir<sup>1</sup>, Irmalita Tahir<sup>1</sup>,  
Rommy M. Abdullah<sup>1</sup>, Yunita Ramili<sup>1</sup>, Firdaut Ismail<sup>1</sup>, Rustam E.  
Paembonan<sup>1</sup>, Ikbal Marus<sup>1</sup>, Eko S. Wibowo<sup>1</sup>, Hawis Madduppa<sup>2</sup>, Beginer  
Subhan<sup>2</sup>, Iswandi Wahab<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Khairun

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

<sup>3</sup>Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pasifik Morotai

\*Korespondensi : nezzarnebuchad@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Hiu Berjalan Halmahera merupakan spesies nokturnal yang hidup di dasar perairan dan merupakan spesies endemik Maluku Utara. Teluk Weda merupakan salah satu teluk terluas di pulau Halmahera dan menyimpan sumberdaya perairan serta keanekaragaman tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui analisis pola sebaran dan kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera, yang dilaksanakan pada September - November 2020. Pengambilan sampel di Teluk Weda, dilakukan dengan dua cara yaitu (1) menggunakan jaring dengan ukuran mata jaring 2,5 cm yang dibentangkan dari ekosistem mangrove, lamun sampai terumbu karang sepanjang  $\pm$  50 meter dan tinggi 1,5 meter, dan (2) menggunakan metode *hand sampling equipment* yaitu sampel ditangkap menggunakan tangan dengan luasan transek jelajah ( $50 \times 50 \text{m}^2$ ) atau 0,25 ha menggunakan alat selam dasar (*snorkeling*) sampai kedalaman 3 meter pada saat pasang di waktu malam hari. Analisis data pola sebaran menggunakan Indeks Morisita dan kelimpahan menggunakan persamaan kelimpahan ikan karang. Hasil penelitian dapat ditemukan 28 individu, yaitu 17 individu betina dan 11 individu jantan. Terdapat 2 pola sebaran dari Hiu Berjalan Halmahera, yaitu mengelompok dan acak. Pola sebaran mengelompok ditemukan pada stasiun 1, 2 dan 4, sedangkan pola sebaran acak terdapat pada stasiun 3. Secara keseluruhan pola sebaran Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda adalah mengelompok. Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera tertinggi berada di stasiun 1 yaitu 17,33 ind/ha dan kelimpahan terendah pada stasiun 3 dan 4 yaitu 5,33 ind/ha. Kelimpahan tertinggi berada pada stasiun 1, hal ini dikarenakan habitat yang masih sangat baik dari ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang untuk mencari makan dan pertumbuhan Hiu Berjalan Halmahera.

**Kata kunci:** Endemik, Hiu Berjalan Halmahera, Teluk Weda, pola sebaran dan kelimpahan.

### **ABSTRACT**

The Halmahera walking shark is a nocturnal species that lives at the bottom of waters and is a species endemic to North Maluku. Weda Bay is one of the largest bays on the island of Halmahera and contains marine resources and high diversity. The aims

research was analyze the distribution pattern and abundance of Halmahera walking shark at that location. The research was conducted in September - November 2020. The sampling in Weda Bay, is carried out in two methods, (1) catch of nets with a mesh size of 2,5 cm stretched from the mangrove ecosystem, seagrass to coral reefs with a length of  $\pm 50$  meters and a height of 1,5 meters, (2) hand sampling equipment namely the sample catch it by hand with transect area ( $50 \times 50 \text{m}^2$ ) or 0,25 ha using basic diving equipment (snorkeling) to a depth of 3 meters at high tide in the night. Distribution pattern data analysis used Morisita Index and abundance analysis used reef fish abundance equation. Results the research found 28 individuals, namely 17 females and 11 males. There are 2 distribution patterns of the Halmahera epaulette shark, namely Grouping and Random. The clustered distribution pattern is found at stations 1, 2 and 4, while the random distribution pattern is found at station 3. Overall the distribution pattern of the Halmahera walking shark in Weda Bay is grouped. The highest abundance of Halmahera walkingshark was at station 1, namely 17,33 ind/ha and the lowest abundance at stations 3 and 4 was 5,33 ind/ha. The highest abundance is at station 1, this is because the habitat is still very good from the mangrove, seagrass and coral reef ecosystems to find food and the growth of the Halmahera walking shark.

**Keywords:** Abundance, distribution patterns, endemic, Halmahera walking shark, and Weda bay

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan keanekaragaman hayati laut yang cukup banyak untuk diteliti. Jumlah dan sebaran pulau yang banyak, menjadikan wilayah memiliki karakteristik hewan yang khas. Hewan endemik laut yakni Hiu Berjalan Halmahera merupakan spesies yang terdapat hanya pada kawasan laut Halmahera dan saat ini mulai banyak dicari. Spesies ini termasuk dalam spesies hiu yang sangat unik dengan sirip pectoral dan sirip anal yang digunakan untuk bergerak atau seperti berjalan didasar laut. Karakteristik warna dari Hiu Berjalan bervariasi sehingga sangat menarik untuk dilihat dan pada umumnya berwarna coklat dengan bintik hitam-putih. Persebaran populasi dari Hiu Berjalan secara umum dapat ditemukan di lempeng Sahul: Australia dan New Guinea Nugini dan untuk wilayah Indonesia persebarannya mulai dari perairan Maluku, Maluku Utara sampai Papua (Allen *et al.*, 2016).

Terdapat sembilan spesies hiu berjalan, terdapat lima spesies yang ditemukan di Indonesia dan empat diantaranya adalah hanya ditemukan di perairan Indonesia. Keempatnya adalah Hiu Berjalan Raja Ampat (*Hemiscyllium*

*freycineti*) merupakan hiu berjalan pertama yang ditemukan di Indonesia di Perairan Raja Ampat (Papua Barat); Hiu Berjalan Teluk Cendrawasih (*H. galei*) ditemukan di Perairan Teluk Cendrawasih, Nabire (Papua) hingga Manokwari (Papua Barat); Hiu Berjalan Teluk Triton Kaimana (*H. henryi*) ditemukan di Perairan Kaimana (Papua Barat) dan yang terakhir ditemukan adalah Hiu Berjalan Halmahera (*H. halmahera*) di Perairan Halmahera (Maluku Utara) (Dudgeon *et al.*, 2020; Tapilatu, 2021). Sedangkan satu spesies lagi yang tidak masuk spesies endemik adalah Hiu Berjalan *H. trispeculare* karena selain ditemukan di perairan Aru Maluku, ditemukan juga di pantai utara dan barat Benua Australia. Berdasarkan status International Union for Conservation of Nature (IUCN) maka status spesies *Hemiscyllium halmahera* dan *H. freycineti* (Near Threatened), *H. galei* dan *H. henryi* (Vulnerable) serta *H. trispeculare* (Least concern). Lima spesies Hiu Berjalan yang sudah ditemukan di Indonesia, spesies *H. freycineti* merupakan satu dari lima spesies yang sudah diberikan perlindungan penuh melalui Perda Raja Ampat Nomor 9 Tahun 2012 mengenai

Larangan Penangkapan Ikan Hiu, Pari Manta, dan Spesies-spesies Ikan Tertentu di Perairan Laut Raja Ampat (Fajar, 2017).

Hiu Berjalan Halmahera terdistribusi di Pulau Halmahera dan sekitarnya dan sejak lama telah diketahui masyarakat lokal. dan Spesies ini kemudian dikenai ketika ditemukan oleh Gerard. R. Allen, ahli biologi ikan asal Australia saat melakukan riset di laut Ternate pada tahun 2013. Setelah penemuannya spesies ini menjadi *icon* penting dan paling dicari penyelam ketika melakukan wisata selam di perairan Ternate dan Halmahera (Akbar *et al.*, 2019).

Secara umum persebaran lokal Hiu Berjalan tidak jauh dari pulau utama dan habitatnya dangkal tidak lebih dari 50-100 m (Allen *et al.*, 2016). Kemampuan renang yang rendah dan proses reproduksi Hiu Berjalan yang berada di daerah pesisir diduga menjadi salah satu faktor untuk distribusi yang terbatas (Allen *et al.*, 2016).

Penelitian hiu berjalan dilakukan Allen *et al.* (2013) yang mendeskripsikan karakteristik morfologi dan fenotip serta menjadikan spesies ini sebagai spesies endemik di Halmahera, Allen *et al.* (2016) mereview genus *Hemiscyllium* (Orectolobiformes: Hemiscyllidae) di Papua, Halmahera dan Australia, Jutan *et al.* (2018) populasi Hiu Berjalan halmahera di Teluk Kao, Halmahera, Akbar *et al.* (2019) tentang deskripsi morfologis spesies endemik Hiu Berjalan Halmahera di perairan Laut Maluku Utara, Jutan *et al.* (2019) mengkaji komposisi makanan Hiu Berjalan Halmahera, Madduppa *et al.* (2020) tentang morfologi dan DNA barcoding Hiu Berjalan Halmahera dan Mukharror *et al.* (2020) berkaitan dengan Tonic immobility induction and duration pada spesies Hiu Berjalan Halmahera.

Penelitian Hiu Berjalan yang menganalisis pola sebaran dan kelimpahan Hiu Berjalan minim informasi. Pola sebaran spesies dibedakan menjadi pola sebaran acak, merata dan mengelompok. Pola sebaran sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan habitat Hiu Berjalan

Halmahera. Organisme pada suatu tempat bersifat saling bergantung sehingga tidak terikat berdasarkan kesempatan, dan bila terjadi gangguan pada suatu organisme akan berpengaruh terhadap keseluruhan komunitas (Priatna, 2007). Nybakken, (1992) jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas dijadikan sebagai ukuran suatu populasi.

Perairan Teluk Weda terletak diantara Kabupaten Halmahera Tengah dan Halmahera Selatan. Kawasan teluk yang luas dan memiliki sumberdaya pesisir potensial untuk dikembangkan (Doa *et al.*, 2007 dalam Djahur, 2014). Teluk ini dipengaruhi Arus Lintas Indonesia dari utara pasifik yang masuk melalui laut Halmahera. Teluk Weda berbatasan langsung dengan perairan Raja Ampat di bagian timur daratan Halmahera, dengan keanekaragaman hayati yang cukup tinggi termasuk sumber daya ikan yang melimpah. Hiu Berjalan Halmahera ditemukan juga di Teluk Weda, sehingga dilakukannya penelitian ini untuk dapat dianalisa pola sebaran dan kelimpahannya serta menjadi basis data spesies endemik Maluku Utara.

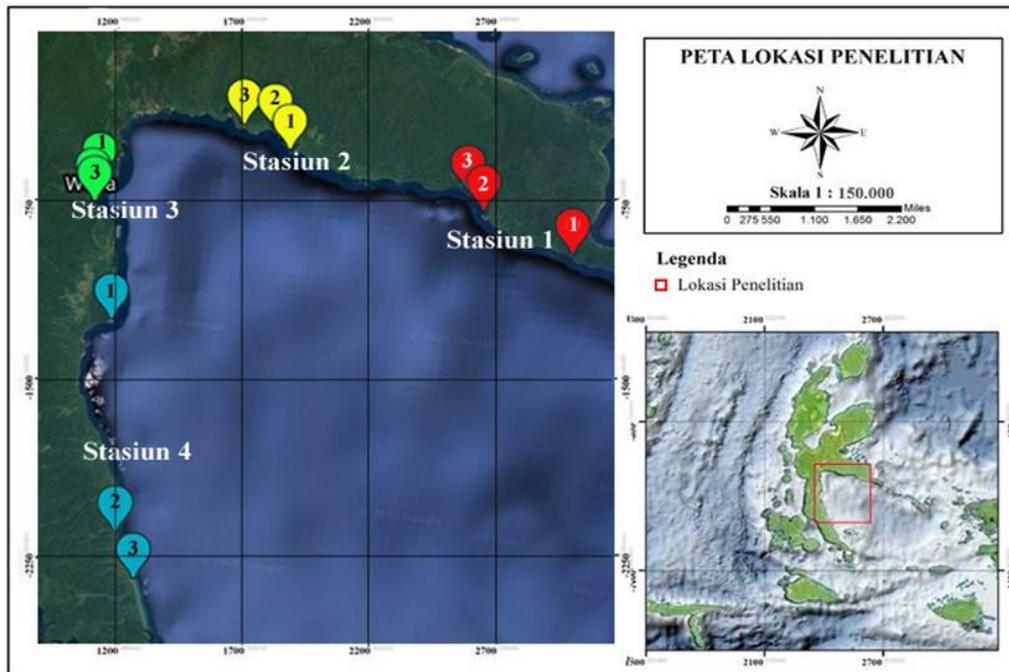
Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pola sebaran dan kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda. Informasi pola sebaran dan kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda diharapkan dijadikan sebagai basis data spesies endemik.

## METODE PENELITIAN

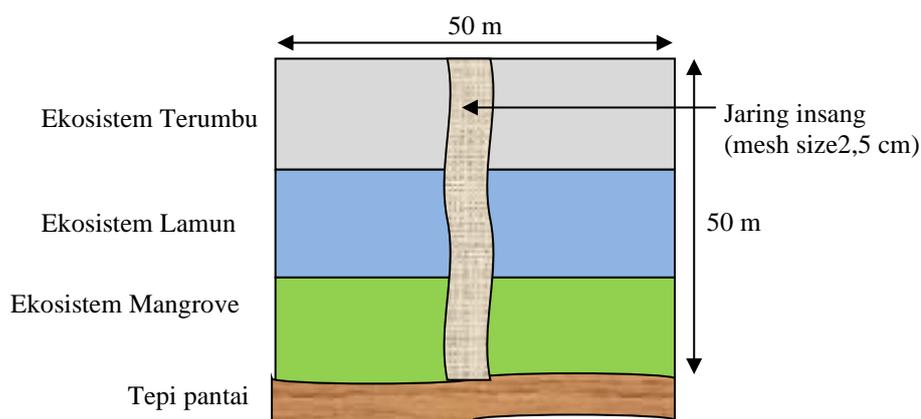
Penelitian ini dilaksanakan pada September - November 2020 di Teluk Weda. Lokasi penelitian yakni 4 stasiun (Gambar 1). Pengulangan pengambilan sampel dilakukan tiga kali. Sampel diperoleh dengan dua cara yaitu: (1) dari hasil tangkapan menggunakan jaring tangkap dengan ukuran mata jaring 2,5 cm yang dibenamkan dan dibentangkan mulai pukul 18.00- 06.00 WIT di dibentangkan di ekosistem mangrove hingga kearah terumbu karang dengan panjang  $\pm$  50 meter dan tinggi 1,5 meter pada air laut pasang.jaring (Gambar 2

dan 6), (2) menggunakan metode *hand sampling equipment* yaitu sampel ditangkap menggunakan tangan (Akbar et al., 2019) dengan luasan transek (50x50 m<sup>2</sup>) menggunakan alat selam dasar (*snorkeling*) sampai kedalaman ±3 meter (pada malam hari). Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 22.00 WIT seiring dengan lama jaring dibenamkan ± 4 jam. Hal ini sesuai dengan hasil

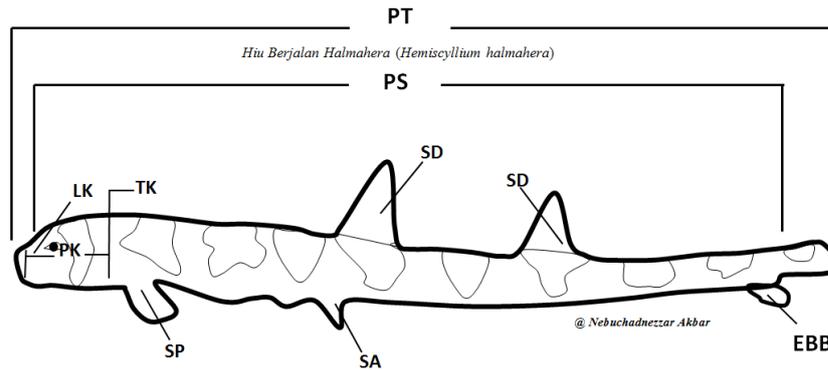
wawancara dengan nelayan yang sering mendapatkan ikan Hiu Berjalan Halmahera pada jaringnya. Pengambilan sampel dalam satu malam hanya dilakukan satu kali untuk setiap kuadrannya. Sampel dibawa ke permukaan perairan dan dilakukan perhitungan, pengukuran karakteristik morfologi dan identifikasi spesies kelamin, setelah itu dilepaskan kembali ke perairan (Gambar 3).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Skema kuadran transek pada stasiun pengambilan sampel



Gambar 3. Pengukuran karakter morfologi Hiu Berjalan Halmahera (Karakter morfometrik ikan hiu halmahera yang diukur: PT (panjang total), PS (panjang standar), TK (tinggi kepala), PK (panjang kepala), LK (lebar kepala), SP (sirip pektoral), SA (sirip anal), SD (sirip dorsal), EBB (ekor bagian belakang) (Akbar et al., 2019).

**Analisis Pola Sebaran**

Pola sebaran Hiu Berjalan Halmahera dianalisis menggunakan Indeks Morisita (Browler & Zaar, 1977), dengan kriteria sebaran seragam, acak dan mengelompok. Metode Analisis yang digunakan untuk melihat pola penyebaran Hiu Berjalan Halmahera menggunakan Indeks Morisita:

$$Id = n \frac{(\sum x_i^2 - \sum x_i)}{(\sum x_i)^2 - \sum x_i}$$

Keterangan :

- Id = Indeks Morisita
- n = Jumlah Kuadran/Plot
- x = Jumlah individu yang ditemukan pada setiap plot

Untuk melihat hasil pola sebaran diatas maka diperlukan uji lanjutan Mu (seragam) dan Mc (mengelompok) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Mu = \left( \frac{X_{0,975}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1} \right)$$

$$Mc = \left( \frac{X_{0,025}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1} \right)$$

Keterangan :

- Mu = Indeks Morisita untuk pola sebaran seragam
- Mc = Indeks Morisita untuk pola sebaran mengelompok
- $X_{0,975}^2$  = Nilai Chi-square tabel dengan derajat bebas n – 1 dan selang kepercayaan 97,5%
- $X_{0,025}^2$  = Nilai Chi-square tabel dengan derajat bebas n – 1 dan selang kepercayaan 2,5%

Setelah mendapatkan nilai dari Mu dan Mc maka diperlukan uji Ip untuk menentukan pola sebarannya.

Rumus 1:  $Ip = 0,5 + 0,5 \left( \frac{Id - Mc}{n - Mc} \right);$   
 Jika  $Id \geq Mc > 1$

Rumus 2:  $Ip = 0,5 \left( \frac{Id - 1}{n - 1} \right);$   
 Jika  $Mc > Id \geq 1$

Rumus 3:  $Ip = 0,5 \left( \frac{Id - 1}{Mu - 1} \right);$   
 Jika  $1 > Id > Mu$

Rumus 4:  $Ip = 0,5 + 0,5 \left( \frac{Id - Mu}{Mu} \right);$   
 Jika  $1 > Mu > Id$

Dilanjutkan dengan perhitungan Ip dimana terdapat empat kondisi ketika menentukan nilai Ip, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jika nilai  $Id > 1$  dan  $Id >$  atau = Mc, maka gunakan rumus 1.
2. Jika nilai  $Id > 1$  dan  $Id < Mc$ , maka gunakan rumus 2.

3. Jika nilai  $Id < 1$  dan  $Id > Mu$ , maka gunakan rumus 3.
4. Jika nilai  $Id < 1$  dan  $Id < Mu$ , maka gunakan rumus 4.

Setelah ditemukan hasil dari nilai yang dianalisis menggunakan keempat rumus diatas dengan besar kecilnya nilai  $Id$ ,  $Mc$  dan  $Mu$ , maka didapatkan nilai  $Ip$  yang menentukan pola sebaran dengan ketentuan dibawah ini.

Jika  $Ip < 0$  maka Pola Sebaran Seragam

Jika  $Ip = 0$  maka Pola Sebaran Acak

Jika  $Ip > 0$  maka Pola Sebaran Mengelompok

### Analisis Kelimpahan

Analisis kelimpahan menggunakan rumus kelimpahan ikan karang (Odum, 1996):

$$X = \frac{x_i}{A}$$

Keter :

$X$  = Kelimpahan hiu berjalan (ind/ha),

$x_i$  = Jumlah hiu berjalan pada kuadran pengamatan ke- $i$

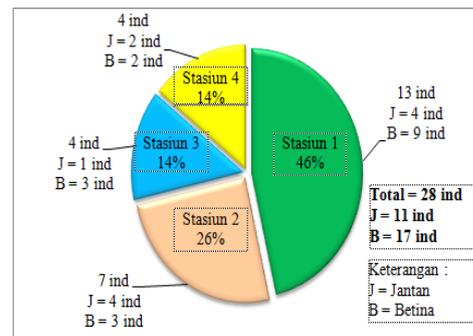
$A$  = Luasan kuadran pengamatan ( $50 \times 50 \text{ m}^2$ ) atau 0,25 ha.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

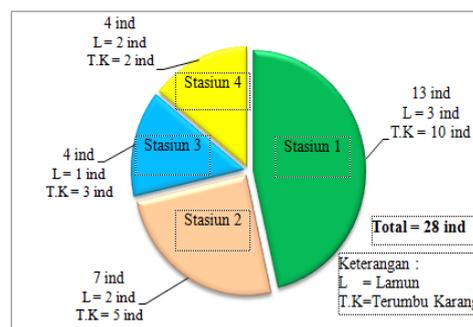
#### Komposisi Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda

Diagram komposisi Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan berdasarkan spesies kelamin pada tiap station terlihat pada Gambar 4. Jumlah keseluruhan Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan ada 28 individu (ind). Spesies kelamin betina lebih banyak ditemukan dengan jumlah 17 ind, sedangkan spesies kelamin jantan 11 ind. Stasiun 1 lebih banyak ditemukan Hiu Berjalan dengan jumlah 13 ind (46%) sedangkan paling sedikit ditemukan pada stasiun 3 dan 4 masing-masing hanya 4 ind (14%). Jumlah betina terbanyak ditemukan di stasiun 1 yaitu 9 ind, sedangkan paling sedikit ditemukan pada stasiun 4 yaitu 2 ind. Jantan paling banyak ditemukan pada stasiun 1 dan 2 yaitu masing-

masing 4 individu, sedangkan paling sedikit ditemukan pada stasiun 3 yaitu 1 ind (Gambar 4). Jumlah individu yang ditemukan sangat sedikit, hal ini dimungkinkan dipengaruhi jumlah populasi yang hadir setiap tahun. Jutan *et al.* (2017) mengatakan bahwa spesies *H. halmahera* memiliki fekunditas sangat sedikit yakni dua butir telur setiap induk pertahunnya. Pola pertumbuhan Hiu Berjalan Halmahera juga tergolong lambat, hal ini diduga terjadi karena salah satu faktor penting yaitu kondisi habitat yang rentan terhadap degradasi akibat aktivitas antropogenik, dan terutama adanya pengaruh pencemaran logam berat seperti mercury dari aktivitas pertambangan (Husen, 2017; Edward, 2017).



Gambar 4. Diagram Komposisi Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di Teluk Weda berdasarkan spesies kelamin



Gambar 5. Diagram Komposisi Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di Teluk Weda berdasarkan zonasi ekosistem.

Jumlah Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan pada terumbu karang di stasiun 1 yaitu sebanyak 10 individu dan di stasiun 2 yaitu 2 individu (Gambar 5). Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di ekosistem lamun pada stasiun 1 berjumlah 3 individu dan di stasiun 3 yaitu 1 individu (Gambar 5). Hiu Berjalan Halmahera tidak ditemukan pada ekosistem mangrove dimalam hari, hanya ditemukan pada habitat lamun dan terumbu karang. Hasil penelitian ini juga ditemukan Madduppa *et al*, (2020) di lokasi penelitian Maitara, Tidore dan Ternate.

Hiu Berjalan Halmahera lebih banyak ditemukan pada habitat terumbu karang yaitu 20 ind (71%) dan sisanya ditemukan pada habitat lamun yaitu 8 ind (29%). Hiu Berjalan Halmahera lebih banyak ditemukan di terumbu karang karena merupakan habitat yang sesuai untuk mencari makan dan ketersediaan organisme bentik yang menjadi sumber makanannya beraktivitas sehingga Hiu Berjalan Halmahera lebih mudah mencari makan di habitat terumbu karang terutama di malam hari (Gambar 6). Akbar *et al*. (2018)

menjelaskan bahwa kondisi terumbu karang yang masih baik ini membuat fungsi ekosistem terumbu karang sebagai tempat memijah ikan, tempat mencari makan ikan, dan habitat hidup ikan akan bekerja dengan baik di malam hari.

Hiu Berjalan Halmahera relatif lebih banyak ditemukan di stasiun 1 dan 2 sedangkan sedikit ditemukan di stasiun 3 dan 4. Lokasi penelitian di stasiun 1 dan 2 ekosistemnya masih sangat baik diantaranya mangrove, lamun dan terumbu karang, sedangkan untuk stasiun 3 ekosistem lamun mulai jarang ditemukan. Sementara itu untuk stasiun 4 yang berlokasi di pesisir Halmahera Selatan ekosistem mangrove, lamun dan karang mulai jarang ditemukan, hanya ditemukan pada kuadran 1 di Tanjung Foya. Hiu Berjalan Halmahera tidak ditemukan pada kuadran 1 stasiun 3 dan kuadran 3 stasiun 4. Kondisi dan komposisi habitat yang berbeda diduga mengakibatkan perbedaan jumlah Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di setiap stasiunnya.



Gambar 6. Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di Teluk Weda

### **Pola Sebaran Hiu Berjalan Halmahera**

Hasil analisis data terdapat 2 pola sebaran Hiu Berjalan Halmahera, yaitu mengelompok dan acak. Pola sebaran mengelompok ( $I_p > 0$ ) ditemukan pada stasiun 1 ( $I_p = 0,019$ ); stasiun 2 ( $I_p = 0,440$ ) dan stasiun 4 ( $I_p = 0,125$ ), sedangkan pola sebaran acak terdapat pada stasiun 3 ( $I_p = 0$ ). Untuk pola sebaran secara keseluruhan dari lokasi penelitian di Teluk Weda didapatkan hasil pola sebaran Hiu Berjalan Halmahera secara mengelompok ( $I_p = 0,009$ ).

Pola sebaran mengelompok adalah pola organisme atau biota disuatu habitat yang hidup berkelompok dalam jumlah tertentu. Pola penyebaran sangat khas pada setiap spesies dan spesies habitat. Penyebab terjadinya pola sebaran mengelompok sangat sulit untuk diidentifikasi. Menurut Odum (1996), pola sebaran mengelompok terjadi sebagai akibat adanya perbedaan respon terhadap habitat secara lokal. Pola penyebaran mengelompok dengan tingkat pengelompokan yang bermacam-macam merupakan bentuk penyebaran yang paling umum terjadi, karena individu-individu dalam populasi cenderung membentuk kelompok dalam berbagai ukuran sesuai kebiasaan Hiu Berjalan Halmahera. Oktaviani (2014) dalam Akbar et al. (2019) mengatakan bahwa perbedaan kebiasaan ikan dapat disebabkan oleh perbedaan letak geografis, umur, dan ukuran ikan. Pola sebaran mengelompok yang ditemukan di lokasi penelitian dapat juga disebabkan oleh faktor makanan yang mengelompok sehingga individu Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan juga akan mengelompok.

Pola sebaran secara acak pada stasiun 3 diduga individu Hiu Berjalan Halmahera memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap lingkungan habitat dari stasiun tersebut. Keberadaan individu tidak memiliki kecenderungan untuk hidup secara berkelompok dan dapat hidup di mana saja pada suatu ekosistem. Hal ini sesuai dengan Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di

stasiun 3 hanya pada kuadran 2 dan 3 masing-masing sama, 2 individu. Menurut Risawati (2002) dalam Erzd et al. (2017), pola distribusi secara acak disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kondisi lingkungan, tipe substrat, serta kebiasaan makan dan cara reproduksi. Lokasi stasiun 3 berada di pesisir Kota Weda yang diduga kondisi lingkungan dan tipe substratnya kurang mendukung untuk habitat Hiu Berjalan Halmahera. Hal inilah yang diduga menyebabkan pola sebaran yang terbentuk secara acak saat ditemukan. Pola sebaran secara acak penyebabnya bervariasi, diantaranya jarak antara individu tidak bisa diprediksi, individu tidak bergantung pada individu lain, bukan masa reproduksi serta adanya parameter fisika-kimia perairan yang homogen.

### **Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera**

Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera di lokasi penelitian dianalisis menggunakan metode perhitungan kelimpahan ikan karang. Grafik hasil analisis data kelimpahan disajikan berdasarkan kuadran dan stasiun pengambilan sampel (Gambar 7 dan 8). Kelimpahan tertinggi berada kuadran 3 stasiun 1 yaitu 28 ind/ha dan kelimpahan terendah pada kuadran 2 stasiun 4 yaitu 4 ind/ha. Secara keseluruhan kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera berdasar kuadran di Teluk Weda berkisar antara 5 – 28 ind/ha (Gambar 7).

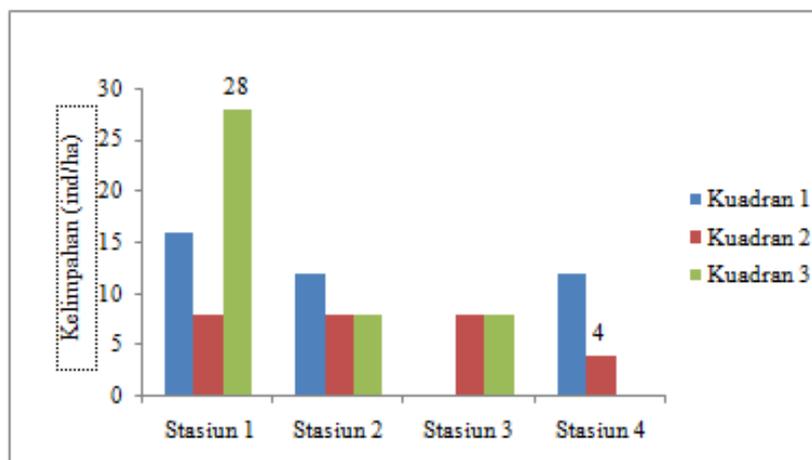
Tidak adanya nilai kelimpahan pada kuadran 1 stasiun 3 dan kuadran 3 stasiun 4 karena Hiu Berjalan Halmahera tidak ditemukan pada lokasi tersebut saat sampling (Gambar 7). Kelimpahan tertinggi berada stasiun 1 yaitu 17,33 ind/ha dan kelimpahan terendah pada stasiun 3 dan 4 yaitu 5,33 ind/ha. Secara keseluruhan kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda pada kisaran 5,33 – 17,33 ind/ha (Gambar 8).

Kelimpahan tertinggi berada pada di stasiun 1, hal ini diduga karena terdapatnya komposisi habitat yang baik dan lengkap: ekosistem mangrove,

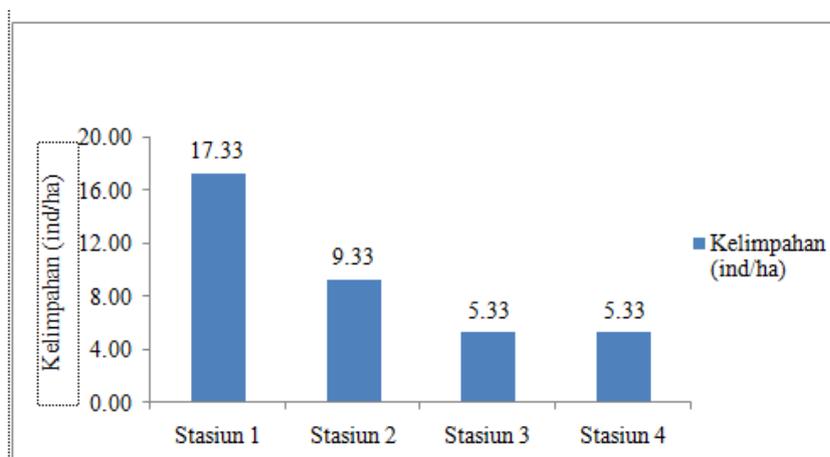
lamun dan terumbu karang untuk mencari makan dan pertumbuhan Hiu Berjalan Halmahera. Ketersediaan sumber makanan Hiu Berjalan Halmahera sangat dipengaruhi oleh habitat lamun dan terumbu karang serta kadar oksigen terlarut sehingga baik untuk kehidupan spesies Hiu dan kehidupan organisme lain sebagai sumber makanan dalam habitat tersebut. Menurut Jutan *et al.* (2019), Hiu Berjalan Halmahera tergolong karnivora benthik dengan variasi makanan yang cukup beragam dan terdiri dari organisme karang yang didominasi oleh ikan kecil, annelida, copepoda, krustasea benthik, dan zooplankton. Hal ini dikuatkan dengan pernyataan Allen *et al.* (2013) bahwa spesies makanan utama yang disukai oleh Hiu Berjalan Halmahera adalah

ikan kecil dan krustasea seperti kepiting dan udang serta moluska.

Berdasarkan hasil diskusi dengan masyarakat diketahui bahwa tidak terjadi pemanfaatan Hiu Berjalan Halmahera di wilayah Teluk Weda, baik untuk konsumsi atau dijual. Akan tetapi seringkali tertangkap dengan alat tangkap jaring nelayan sehingga merusak jaring. Hal ini sesuai dengan pendapat Widiarto *et al.* (2020) bahwa Hiu Berjalan tidak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk dikonsumsi maupun untuk tujuan perdagangan. Walaupun tidak terdapat pemanfaatan, namun terdapat ancaman yaitu terkadang tertangkap dengan alat tangkap jaring sebagai *bycatch* dan biasanya merusak jaring sehingga seringkali para nelayan membunuhnya.



Gambar 7. Grafik Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera berdasarkan Kuadran



Gambar 8. Grafik Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera berdasarkan Stasiun

Tabel 1. Data pengukuran morfologi Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) di Teluk Weda

Pengukuran (28 Sampel)	Stasiun 1 (13 ind)													Stasiun 2 (7 ind)							Stasiun 3 (4 ind)				Stasiun 4 (4 ind)			
	L			T. K										L		T. K					L		T. K		L	T. K		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Panjang total (cm)	63	67	55	54	63	52	64	56	63	62	65	63	60	63	54	49	50	53	56	62	63	50	62	64	49	62	45	59
Panjang standar (cm)	55	56	47	44	53	44	58	47	56	56	56	56	49	53	44	38	42	44	46	56	54	37	53	55	39	55	36	49
Panjang kepala (cm)	9	10	8	8	10	8	12	8	10	9	9	10	9	10	8	8	8	8	8	9	10	8	9	10	8	9	7	9
Lingkar tubuh (cm)	18	20	16	16	19	16	19	16	18	18	18	18	18	18	15	15	15	16	16	17	17	15	18	18	15	18	14	17
Lebar kepala (cm)	5	6	5	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5	4	4	5	5	6	6	5	6	6	5	6	5	6
Tinggi kepala (cm)	10	11	10	11	11	11	11	9	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	9	10	11	9	11	8	10
Panjang sirip pektoral (cm)	6	7	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	6	5	6	6	5	6	5	6
Panjang sirip dorsal (cm)	6	6	5	5	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	6	5	6
Panjang sirip anal (cm)	5	6	5	5	5	5	7	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6
Panjang ekor bagian bawah (cm)	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5
Bobot (gram)	680	740	500	520	700	520	700	620	720	720	700	700	680	720	520	460	480	500	640	700	660	500	700	660	460	660	440	660
Kelamin	B	B	J	J	J	J	B	B	B	B	B	B	B	B	J	J	J	J	B	B	B	J	B	B	J	B	J	B

Keterangan : B = Betina, J = Jantan, L = Lamun, T. K = Terumbu Karang

Menurut Fahmi (Tahun), terbatastanya jumlah dan perairan yang menjadi habitat Hiu Berjalan, karena hiu spesies berjalan memiliki sifat biologi yang unik dan tidak seperti spesies ikan terumbu karang lain. Kelompok ikan Hiu Berjalan memiliki kemampuan berenang yang terbatas dan amat tergantung pada habitat dan kedalaman tertentu, sehingga tidak sanggup bergerak jarak jauh dan tidak memiliki potensi sebaran yang tinggi (Fajar, 2017).

**Deskripsi Morfologi Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda**

Karakteristik morfologi Hiu Berjalan Halmahera selama penelitian, didapati panjang total tertinggi berada di Stasiun 1 wilayah Patani (Halmahera Tengah) mencapai 67 cm (Tabel 1) dan panjang total terendah berada di Stasiun 4 (wilayah pesisir Halmahera Selatan) dengan panjang 45 cm.

Lingkar tubuh Hiu Berjalan Halmahera di Stasiun 1 lebih besar dibandingkan lokasi lainnya dan lingkar tubuh di Stasiun 4 merupakan yang terkecil diantara semua lokasi (Tabel 1). Panjang sirip anal tertinggi ditemukan di stasiun 1 dibandingkan lokasi stasiun lain. Selanjutnya panjang sirip anal ikan diperoleh di stasiun 2 dan 3 (wilayah

Wedda) dan memiliki nilai yang tinggi jika dibandingkan dengan Hiu Berjalan Halmahera di Stasiun 4 (Tabel 1).

Tinggi kepala Hiu Berjalan Halmahera di Stasiun 4 lebih kecil dari pada lokasi lain. Tinggi kepala di pulau Stasiun 1 dan 2 lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Sirip dorsal Hiu Berjalan Halmahera tertinggi di Stasiun 1 dibandingkan lokasi sampling lainnya.

Panjang sirip pektoral tertinggi Hiu Berjalan Halmahera ditemukan di stasiun 1, berikutnya pada stasiun 3 yang lebih panjang jika dibandingkan dengan stasiun 2 dan 4. Panjang ekor bagian bawah Hiu Halmahera berjalan tertinggi di Stasiun 1 dibandingkan semua lokasi sampling. Berikutnya terdapat di Stasiun 2, 3 dan 4 yang memiliki kesamaan nilai. Berat Hiu Berjalan Halmahera tertinggi (740 gram) ditemukan pada Stasiun 1 pada habitat lamun dengan spesies kelamin betina, sedangkan berat terendah (440 gram) ditemukan di Stasiun 4 pada habitat terumbu karang dengan spesies kelamin jantan. Corak warna kulit (fenotip) dari semua Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan memiliki warna dan bintik total seragam. Akbar et al. (2019) menemukan bahwa umumnya karakteristik fenotip Hiu Berjalan Halmahera

memiliki kemiripan yang tinggi yang diduga kesamaan ini menunjukkan populasi Hiu Berjalan Halmahera berasal dari keturunan yang sama.

### KESIMPULAN

Hiu Berjalan Halmahera (*H. halmahera*) yang ditemukan dalam riset ini berjumlah 28 individu. Spesies kelamin betina lebih banyak ditemukan yaitu 17 individu, sedangkan spesies kelamin jantan 11 individu. Terdapat 2 pola sebaran dari Hiu Berjalan Halmahera, yaitu mengelompok dan acak. Pola sebaran mengelompok ditemukan pada stasiun 1, 2 dan 4, sedangkan pola sebaran acak terdapat pada stasiun 3. Secara keseluruhan pola sebaran Hiu Berjalan Halmahera di Teluk Weda adalah mengelompok. Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera tertinggi pada stasiun 1 dan kelimpahan terendah terdapat di stasiun 3 dan 4.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar N, Ismail, F., & Paembonan, R.E. (2018). Struktur komunitas ikan karang di perairan Pulau Maitara, Kota Tidore Kepulauan. Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 1(1): 1-14.
- Akbar, N., Tahir, I., Baksir, A., Paembonan, R.E., & Ismail, F. (2019). Deskripsi morfologis spesies endemik Hiu Berjalan (*Hemiscyllium halmahera*, Allen & Erdmann, 2013) di perairan Laut Maluku Utara. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19 (2): 297-314
- Allen, G.R., Erdmann, M.V., & Dudgeon, C.L. (2013). *Hemiscyllium halmahera*, a new species of Bamboo Shark (Hemiscy-llidae) from Indonesia. *Journal of Ichthyology*. 19(3) : 123-136.
- Allen, G.R., Erdmann, M.V., White, W.T., Fahmi., & Dudgeon, C.L. (2016). Review of the Bamboo Shark genus *Hemiscyllium* (Orecolobiformes: Hemiscy-llidae). *Journal of The Ocean Science Foundation*. 23: 51-97.
- Brower, J.E., & Zar, J.H., (1977). Field and Laboratory Method of General Ecology. Wm.C Brown Publ. Dubuque. Iowa
- Djamhur, M. (2014). Model Pengembangan Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Berbasis Zonasi (Kasus Di Teluk Weda). [Disertasi]. Pasca-Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dudgeon, C.L., Corrigan, S., Yang, L., Allen, G.R., Erdmann, M.V., Sugeha, H.Y., White, W.T. & Naylor, G.J., (2020). Walking, swimming or hitching a ride? Phylogenetics and biogeography of the walking shark genus *Hemiscyllium*. *Marine and Freshwater Research*, 71(9), 1107-1117.
- Edward. (2017). Kajian awal kadar merkuri (Hg) dalam ikan dan kerang di Teluk Kao, Pulau Halmahera. *Depik Jurnal*, 6(3) : 188-198
- Erzad. A.F., Hutabarat, S., & Muskanan-fofa, M.R. (2017). Distribusi dan Kelimpahan Larva Ikan di Kawasan Perairan Pantai Dukuh Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*, 6(4) 339-347
- Fajar, J. (2017). Ternyata Perairan Indonesia Timur Adalah Rumah Hiu Berjalan yang Hanya Ada di Indonesia. Narasumber wawancara: Fahmi dan Viktor Nikijuluw (pakar hiu dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Media online: Mongabay.co.id
- Husen, A. (2017). Analisis kualitas air yang tercemar merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara. *Jurnal Techno*, 6(1) : 11-17.
- Jutan, Y., Retraubun, A.S.W., Khouw, A.S., & Nikijuluw, V.P.H. (2017). Kondisi ikan Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscy-llium halmahera*) diperairan Teluk Kao, Halmahera Utara Provinsi

- Maluku Utara. In: Taeran I, Najamudin, Tahir I, Supyan, Akbar N, Paembonan ER (Editor). *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil II*. 1(2): 194–205.
- Jutan, Y., Retraubun, A.S.W., Khouw, A.S., Nikijuluw, V.P.H., & Pattikawa, J.A. (2018). Study on the population of Halmahera walking shark (*Hemiscyllium halmahera*) in Kao Bay, North Maluku, Indonesia. *Internati-onal Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(4): 36-41
- Jutan, Y., Retraubun, A.S.W., Khouw, A.S., Nikijuluw, V.P.H., Lutu-maerissa, H.S., (2019). The food composition of Halmahera walking shark (*Hemiscyllium halmahera*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 339 : 012007
- Madduppa, H. (2014). *Bioekologi dan Biosistematika Ikan Terumbu*. Bogor (ID) : IPB Press.
- Madduppa, H., Putri, A.S.P., Wicaksono, R.Z., Subhan, B., Akbar, N., Ismail, F., Arafat, D., Prabu-ning, D., Sani, L.M.I., Srimari-ana, E., Baksir, A., & Bengen, D.G. (2020). Morphometric and DNA Barcoding of endemic Halma-heran walking shark (*Hemiscy-llium halmahera*, Allen, 2013) in North Maluku, Indonesia. *Biodiversitas*, 21 (7) : 3331-2243
- Mukharror, D.A., Susiloningtyas., & Ichsan, M., (2020). Tonic immo-bility induction and duration on halmahera walking shark (*Hemis-tyllium halmahera*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 404 : 012080
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. PT. Gramedia. Jakarta
- Odum, E.P. (1996). *Dasar - dasar ekologi*. Edisiketiga. Penerjemah: T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Priatna, A., & Natsir, M. (2007). Pola Sebaran Ikan Pada Musim Barat dan Peralihan di Perairan Utara Jawa Tengah. Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru. Jakarta. *Jurnal Penelitian Perika-nan Indonesia*, 14 (1) : 67-76
- Supyan. (2013). Karakteristik habitat dan beberapa aspek reproduksi kepiting kelapa (*Birgus latro*) di Pulau Uta Propinsi Maluku Utara. [TESIS]. Pasca-Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tapilatu, R, F. (2021). Tiga alasan kena-pa pemerintah Indonesia harus melindungi hiu berjalan “kalabia” Papua. The Conversation Indonesia.
- Widiarto, S B., Wahyudin, I., Sombo, H., Muttaqin, A S., Prehadi, Tabalessy, R R., & Masengi, M. (2020). Populasi Hiu Berjalan, Kalabia (*Hemiscyllium freycineti*), di Perairan Misool, Kabupaten Raja Ampat. *Aquatic Science & Management*, 4 (8): 15-20

## Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis Arduino

Fishermen's Location Detection System Using Arduino-Based GPS

I Gusti Made Ngurah Desnanjaya<sup>1</sup>, I Made Aditya Nugraha<sup>2\*</sup>, Samsul Hadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Sistem Komputer, STMIK STIKOM Indonesia, Bali, 80225, Indonesia

<sup>2</sup>Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85351, Indonesia

\*Korespondensi: made.nugraha@kcp.go.id

### ABSTRAK

*Global Position System (GPS)* adalah sistem navigasi yang dapat memberikan informasi dari suatu alat yang berhubungan dengannya dari satelit. Alat yang berhubungan tersebut dinamakan GPS receiver. Informasi yang diperoleh antara lain berupa posisi lintang (*latitude*) dan posisi bujur (*longitude*). Informasi *latitude* dan *longitude* inilah yang dapat memberitahukan posisi suatu benda dari satelit. Dalam penelitian ini dilakukan proses pencarian nelayan dengan menggunakan GPS sebagai sistem pendeteksi keberadaan nelayan berbasis Arduino. Adapun yang dibutuhkan untuk dapat mencari nelayan adalah seorang nelayan harus mampu mengirimkan koordinat *latitude* dan *longitude* dari satelit yang nantinya koordinat-koordinat tersebut akan diterjemahkan oleh sebuah aplikasi *mobile* yang yaitu *Google Map*, dimana aplikasi ini mampu menerjemahkan angka-angka dari koordinat *latitude* dan *longitude*. Untuk dapat mengirimkan koordinat tersebut maka diperlukan suatu alat yang dapat menangkap koordinat lalu mengirimkannya ke *user* yang telah ditentukan. Dari hasil penelitian terlihat bahwa pencarian nelayan yang hilang menggunakan GPS dapat lebih mudah ditemukan dan lebih efisien dari segi waktu.

**Kata kunci:** *Global position system (GPS)*; nelayan; lokasi; arduino

### ABSTRACT

Global Position System (GPS) is a navigation system that can provide information from a device related to it from satellites. The related device is called a GPS receiver. Information obtained includes, among others, the latitude and longitude positions. This latitude and longitude information can tell the position of an object from the satellite. In this research, a search tool with Arduino-based GPS was made. What is needed to be able to find fishermen is that a fisherman must be able to send latitude and longitude coordinates from the satellite, which will later be translated by a mobile application, namely the Google Map, where this application is able to translate numbers from latitude and longitude coordinates. To be able to send these coordinates, we need a tool that can capture the coordinates and then send them to the specified user. From the research results, it can be seen that searching for missing fishermen using GPS is easier to find and more efficient in terms of time.

**Keywords:** Global position system (GPS); fisherman; location; arduino

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari beberapa pulau besar dan ribuan pulau kecil, dimana Indonesia memiliki teritorial laut yang luas yang membuat tidak sedikit masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan (Dillenia, 2019; Nugraha, 2020).

Menurut Undang-Undang No. 9 Tahun 1985, nelayan adalah orang yang mata pencahariannya melakukan penangkapan ikan. Nelayan di sini tidak hanya orang yang melakukan operasi penangkapan ikan di laut, termasuk juga ahli mesin, ahli lampu, dan juru masak yang bekerja di atas kapal penangkapan ikan, serta mereka yang secara tidak langsung ikut melakukan kegiatan operasi penangkapan seperti juragan. Nelayan di Indonesia memiliki kelompok-kelompok yang bertujuan untuk memudahkan mereka untuk mencari ikan (Candra, 2019; Nugraha, 2020; Yulianty, 2019).

Kemajuan teknologi yang canggih dimana salah satunya GPS (*Global Position System*) dapat dimanfaatkan sebagai media perantara yang dapat membantu dalam mengetahui kondisi atau posisi seseorang atau sesuatu benda (Chaniago, 2020; Gor, 2017; Hammami, 2018; Htwe, 2019; Irawan, 2020; Kanani, 2020; Khin, 2018; Patel, 2018; Wardhany, 2020). Penggunaan lain dari GPS adalah dapat dipergunakan untuk mengetahui posisi kelompok-kelompok nelayan yang ada di Indonesia. Pemanfaatan ini dengan dibuatkan suatu alat yang dapat melakukan pemantauan posisi anggota-anggota kelompok nelayan dari jarak jauh, memberikan rute perjalanan tujuan dari nelayan ke nelayan yang lainnya, dan jika terjadi masalah pada salah seorang anggota kelompok nelayan maka akan lebih mudah ditemukan. Pemanfaatan teknologi ini dapat dikombinasikan dengan Arduino sebagai otak dan tempat pemrosesan dari *input* dan memberikan output sesuai yang dikehendaki (Desnanjaya, 2018; Desnanjaya, 2019; Desnanjaya, 2020).

Perkembangan teknologi dan adanya permasalahan yang ada di masyarakat terutama para nelayan, maka dirancang dan dibangun suatu sistem pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS.

## METODE PENELITIAN

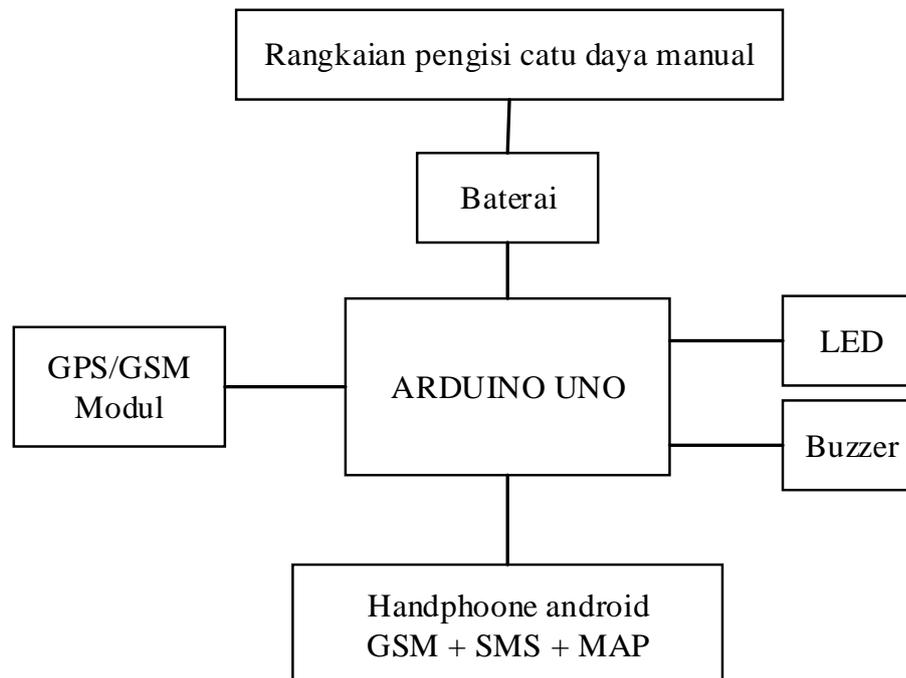
Metode perancangan sistem merupakan proses identifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam membangun sistem baru dan memerlukan evaluasi terhadap permasalahan-permasalahan yang ada, sehingga sistem yang dibangun sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Hal ini sesuai dengan permasalahan yang dialami oleh para nelayan, yaitu pemberian lokasi keberadaan nelayan ketika mengalami masalah di tengah laut. Hal ini disebabkan karena pada saat pencarian nelayan di tengah laut membutuhkan waktu yang cukup lama karena penggambaran lokasi yang diberikan hanya menggunakan telepon genggam dan jika nelayan mengalami masalah pada malam hari menyebabkan para anggota kelompok nelayan mencari secara acak ke seluruh penjuru laut. Tindakan ini tentunya kurang efektif dan efisien.

Oleh karena itu penulis mendapatkan ide untuk membangun suatu alat pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS berbasis Arduino. Alat ini di desain *waterproof* agar dapat melindungi komponen alat dari air. Alat ini nantinya dapat memberikan koordinat dari nelayan melalui SMS dan di alat tersebut disediakan satu tombol untuk mengirimkan koordinat apabila terjadi keadaan darurat. Lalu setelah menerima koordinat langsung diterjemahkan menggunakan aplikasi *Google Map* yang nantinya secara otomatis akan memberikan lokasi dari nelayan tersebut dan memberikan rute perjalanan ke nelayan yang mengirimkan koordinat.

Dibutuhkan analisa agar sistem yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS berbasis Arduino, yaitu:

1. Sistem ini dapat mengetahui lokasi dari alat yang dibawa oleh nelayan
2. Sistem ini mampu memberikan tampilan visual kepada ketua kelompok nelayan saat dilakukan pencarian nelayan yang mengalami masalah/ hilang.
3. Memanfaatkan teknologi komunikasi data selular, yaitu teknologi yang melakukan komunikasi data tanpa menggunakan media kabel, sehingga GPS dapat dikendalikan dari jarak jauh.
4. Perangkat keras yang digunakan dibawa oleh nelayan pada saat melaut.
5. Menggunakan baterai yang tahan hingga 7 jam.
6. Menggunakan Arduino sebagai pusat pemrosesan data pada rangkaian GPS.
7. Menggunakan *buzzer* dan *LED* sebagi indikator pada saat meminta dan mengirimkan koordinat.
8. Menggunakan handphone dengan sistem operasi *Android* yang dilengkapi dengan adanya peta digital agar mudah dilakukan pencarian.

Gambar 1 di bawah adalah blok diagram sistem yang dirancang Ketika alat pendeteksi keberadaan nelayan diaktifkan maka sistem sudah siap digunakan. Pada saat nelayan mengalami masalah di laut, nelayan dapat menekan tombol pada modul. Jika pesan yang diterima oleh modul GSM/GPS benar, maka modul GSM/GPS secara otomatis akan mengirimkan informasi berupa koordianat. Koordinat yang diterima kemudian diterjemahkan melalui aplikasi *Google Map* yang akan menunjukkan rute ke nelayan yang mengalami masalah pada saat melaut. Hasil dari data ini digunakan sebagai acuan oleh nelayan lainnya atau ketua kelompok nelayan dalam mencari keberadaan nelayan yang mengalami masalah tersebut



Gambar 1. Blok diagram sistem

## IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

### Implementasi

Implementasi adalah tahapan perakitan sistem sehingga mampu dioperasikan. Tahapan ini menjelaskan proses perakitan rangkaian dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS berbasis Arduino dan menjelaskan rangkaian elektronika serta alat-alat yang dipergunakan dalam pengerjaan alat ini. Setelah itu akan dilakukan pengujian terhadap sistem tersebut.

### Cara Penggunaan Alat Pendeteksi Keberadaan Nelayan

Adapun cara penggunaan alat pendeteksi keberadaan nelayan ini antara lain:

1. Hidupkan alat pendeteksi keberadaan nelayan dengan cara menekan tombol yang ada pada alat.
2. Tunggu beberapa saat sampai GPS berhasil *me-lock* satelit.
3. Setelah berhasil *me-lock* satelit, LED akan berkedip sebagai tanda bahwa alat siap menerima dan mengirimkan koordinat.
4. Untuk mengirimkan koordinat nelayan hanya perlu menekan button yang ada pada bagian atas alat lalu *buzzer* akan berbunyi beep dan LED akan menyala sebagai indikator bahwa koordinat sudah dikirim ke *handphone user*.

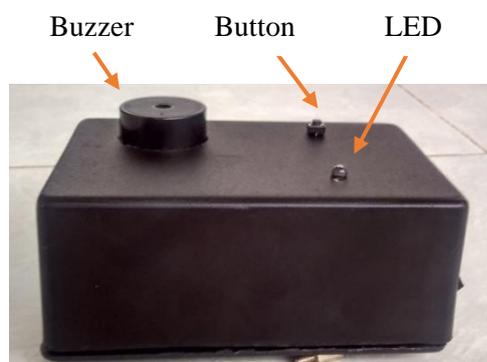
### Pembuatan dan Pemasangan Komponen

Pada tahap ini dilakukan pembuatan dan pemasangan keseluruhan komponen dimulai dari pemasangan mikrokontroler Arduino sampai dengan pemasangan komponen outputnya seperti *buzzer* dan LED.

### Perakitan Komponen

Pada tahap perakitan komponen dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS ini

diperlukan tempat/ box untuk dapat meletakkan komponen-komponen alat pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS. Ini diperlukan agar alat bisa dibawa oleh nelayan pada saat melaut dan agar komponen pada alat pendeteksi keberadaan nelayan tidak terkena air. Box didesain khusus agar tahan terhadap air untuk menghindari terjadi korosi dan konsleting listrik oleh air. Gambar 2 adalah box yang digunakan untuk meletakkan komponen dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan.



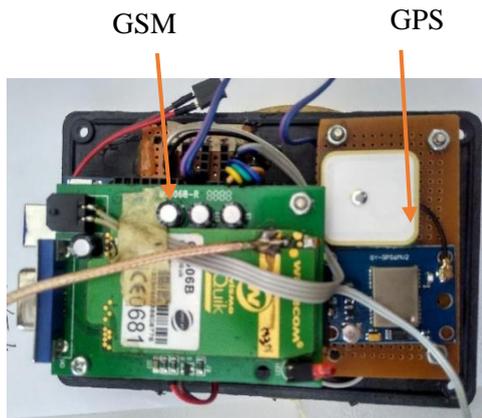
Gambar 2. Box untuk peletakan komponen

Pada tahap selanjutnya adalah tata letak pemasangan dari mikrokontroler Arduino yang diletakan pada bagian tengah box yang berada pada tempat paling bawah. Mikrokontroler Arduino Uno ini berfungsi untuk memprogram alat agar dapat saling terkoneksi dengan komponen lainnya seperti: *buzzer*, LED, Modul GPS dan GSM, serta komponen-komponen lainnya. Gambar 3 adalah gambar dari peletakan komponen mikrokontroler Arduino.



Gambar 3. Peletakan mikrokontroler arduino uno

Pada tahap selanjutnya adalah tata letak pemasangan modul GSM dan GPS. Modul ini akan diletakan berdampingan agar dapat menerima sinyal GSM dan dapat menerima koordinat dari satelit tanpa ada yang menghalangi. Komponen ini diletakan di atas dari mikrokontroler Arduino yang disusun bertingkat. Gambar 4 adalah gambar dari peletakan modul GSM dan GPS.

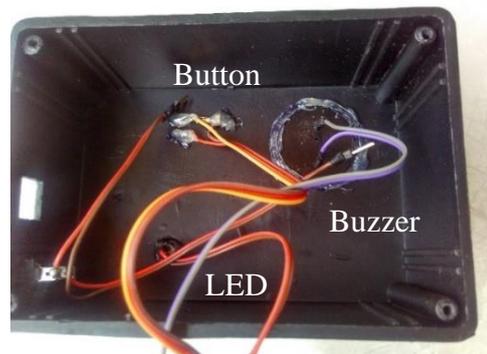


Gambar 4. Tata letak pemasangan modul Gsm dan GPS

Tahap selanjutnya adalah tata letak pemasangan dari *buzzer*, *push button* dan LED yang diletakan pada bagian atas box, yang berfungsi sebagai indikator dan input dari alat pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS (Gambar 5 dan 6).



Gambar 5. Tata letak pemasangan *buzzer*, *push button* dan led tampak atas



Gambar 6. Tata letak pemasangan *buzzer*, *push button* dan led tampak dalam



Gambar 7. Tata letak pemasangan baterai

Pada tahap selanjutnya adalah tata letak pemasangan baterai. Baterai ini berfungsi memberikan tegangan ke mikrokontroler Arduino agar *buzzer*, LED dan komponen yang lainnya dapat berfungsi ketika *push button* ditekan atau dikirim SMS. Gambar 7 adalah gambar dari peletakan baterai.

### Penempatan Pin

Pada komponen pendeteksi keberadaan nelayan terdapat pin-pin yang akan dikoneksikan ke mikrokontroler Arduino agar dapat saling terkoneksi dalam satu sistem. Berikut penempatan pin komponen pada mikrokontroler Arduino.

#### Modul GSM

Pada modul GSM terdapat 4 pin yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino (Tabel 1).

Tabel 1. Penempatan Pin Modul GSM

PIN Modul GSM	PIN Arduino UNO
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc
RX	D 0
TX	D 1

#### Modul GPS

Pada modul GPS juga terdapat 4 pin yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino (Tabel 2).

Tabel 2. Penempatan Pin Modul GPS

PIN Modul GPS	PIN Arduino UNO
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc
RX	D 8
TX	D 9

#### Buzzer

Pada *buzzer* terdapat dua pin yang digunakan untuk menghubungkan ke mikrokontroler Arduino (Tabel 3).

Tabel 3. Penempatan Pin Buzzer

PIN Buzzer	PIN Arduino UNO
Gnd	Gnd
Vcc	D4

#### LED

Pada LED terdapat dua pin yang digunakan untuk menghubungkan ke mikrokontroler Arduino (Tabel 4).

Tabel 4. Penempatan Pin LED

PIN Buzzer	PIN Arduino UNO
Gnd	Gnd
Vcc	D3

#### Button

Pada button terdapat 3 pin yang digunakan untuk menghubungkan ke mikrokontroler Arduino (Tabel 5).

Tabel 5. Penempatan Pin LED

PIN Buzzer	PIN Arduino UNO
Gnd	Gnd
Vcc	Vcc
Signal	D2

### Memprogram Alat Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan Aplikasi IDE Arduino

Pemrograman mikrokontroler pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan ini menggunakan aplikasi *IDE Arduino*. Penggunaan aplikasi ini dikarenakan mikrokontroler Arduino yang digunakan pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan ini sudah menyertakan aplikasi yang sesuai dan *Open Sources* dalam penggunaannya. Adapun pemrograman yang dilakukan pada aplikasi *IDE Arduino* ini meliputi: inisialisasi port, *input library* modul GSM, pengkodean modul GPS dan GSM agar dapat saling terkoneksi dengan mikrokontroler Arduino dan untuk mengkondisikan *input* dan *output* agar dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Berikut adalah list program dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan.

1. Inisialisasi pin pada mikrokontroler Arduino. Tujuan dari inisialisasi ini adalah untuk mendeklarasikan pin sebagai tahap awal dari pemrograman. Pada deklarasi pin ini menggunakan pin 0, 1, 2, 3, 4, 8, 9. Dimana pin 3 dan 4 berfungsi sebagai *output* dari LED dan *buzzer*, kemudian pin 2 sebagai *input* dari button, dan pin 0, 1 berfungsi sebagai RX dan TX dari modul GPS, dan pin 8, 9 berfungsi sebagai RX dan TX dari Modul GPS. Sintak program pendeklarasian pin yang di tampilkan pada Gambar 8.

```
#include "TinyGPS++.h"
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial GPS(8, 9);
TinyGPSPlus gps;
const int buttonPin = 2;
int buttonState = 0;
int led = 3;
int buzzer = 4;
#define LED 13
int inbuf_len = 0;
unsigned long XWAIT;
char curr_char, prev_char;
boolean CMTI = false;
boolean OK = false;
int i, j, n;
char inbuf[200];
char *char_ptr, *no_msg, *rec_unread, *no_hp, *msg;
int counter = 0;
int nilai = 1;
void clear_inbuf()
{
  for (i=0; i<200; i++) inbuf[i] = '\0';
  inbuf_len = 0;
  char_ptr = no_msg = rec_unread = no_hp = msg = NULL;
}
```

Gambar 8. Sketch program pendeklarasian pin

```
#if (buttonState == HIGH) {
  digitalWrite(led, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  Serial.print("AT+CMGS=");
  Serial.print("085935321786");
  delay(100);
  Serial.write(10);
  Serial.print("1= http://maps.google.com/?q=");
  Serial.print(gps.location.lat(),val);
  Serial.print(",");
  Serial.print(gps.location.lng(),val);
  Serial.write(10);
  delay(100);
  Serial.write(26);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  counter++;
} else {
  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  // Serial.println("else 1");
  //sms();
}
```

Gambar 9. Sketch program *button* pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan

2. Sintax untuk memprogram *button* agar dapat mengirimkan koordinat ke *handphone user*. Pada sintax ini

bertujuan untuk mengkondisikan pada saat *button* ditekan maka koordinat yang didapat dari modul GPS akan dikirimkan melalui SMS ke *handphone user*. Dimana pada saat *button* dalam keadaan *high* atau ditekan maka LED akan hidup dan *buzzer* akan berbunyi beep dan modul GSM akan mengirimkan link menuju ke *Google Map* yang disertai koordinat *latitude* dan *longitude* yang ditangkap oleh modul GPS.

3. Sintax untuk memprogram SMS yang diterima dari *user*. Pada sintax ini bertujuan saat modul GSM menerima SMS dari *user* yang berisi perintah "WHERE" secara otomatis *buzzer* berbunyi dan LED akan berkedip lalu sistem akan *delay* beberapa saat kemudian mengirimkan link yang disertai koordinat ke *handphone user* yang ditandai dengan LED hidup dan *buzzer* akan berbunyi beep. Berikut sintax program SMS "Where" yang ditampilkan pada Gambar 10.

```
#if (buttonState == HIGH) {
  digitalWrite(led, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  Serial.print("AT+CMGS=");
  Serial.print("085935321786");
  delay(100);
  Serial.write(10);
  Serial.print("1= http://maps.google.com/?q=");
  Serial.print(gps.location.lat(),val);
  Serial.print(",");
  Serial.print(gps.location.lng(),val);
  Serial.write(10);
  delay(100);
  Serial.write(26);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  counter++;
} else {
  digitalWrite(led, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  // Serial.println("else 1");
  //sms();
}
```

Gambar 10. Sketch program SMS pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan

## Mengupload Program Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan ke Mirkokontroler Arduino

Setelah program selesai dikerjakan, langkah selanjutnya adalah meng-*upload* program kedalam mikrokontroler Arduino agar alat pendeteksi keberadaan nelayan dapat berfungsi sesuai dengan *input* dan *output* yang direncanakan. Pada proses meng-*upload* program ini terdapat beberapa langkah, yaitu:

1. Menghubungkan *board* mikrokontroler Arduino ke laptop dengan menggunakan USB. Jika indikator LED pada mikrokontroler menyala maka tegangan sudah masuk ke *board* mikrokontroler Arduino.



Gambar 11. Proses pemasangan USB

2. Membuka aplikasi *IDE Arduino* yang nantinya akan tampil angka-angka dan huruf-huruf yang merupakan sebuah sintak dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan.

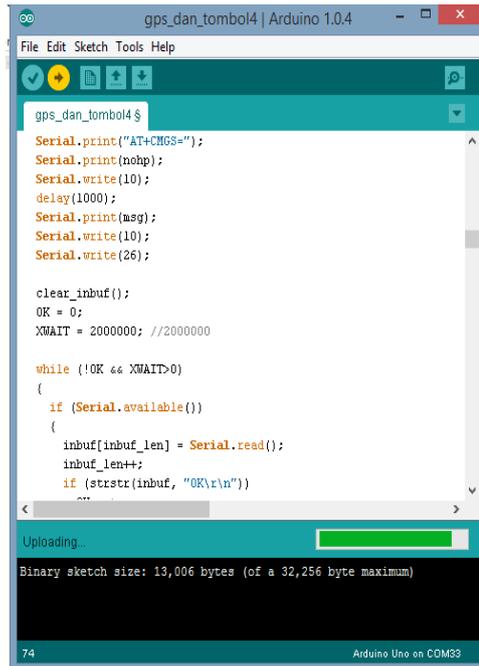


Gambar 12. Tampilan Program



Gambar 13. Proses Compile Program Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan

3. Pada langkah selanjutnya adalah proses *compile*. Proses ini merupakan pengecekan dari sintak yang telah dibuat. Jika terjadi kesalahan maka akan ada pesan *error* yang ditampilkan, jika tidak maka selanjutnya adalah proses memasukan program sistem pendeteksi keberadaan nelayan ke mikrokontroler Arduino.
4. Selanjutnya pada tahap akhir adalah proses meng-*upload* program ke mikrontroler Arduino. Proses ini dilakukan agar mikrokontroler Arduino dapat langsung mengenali dan dapat langsung berinteraksi dengan rangkaian sistem pendeteksi keberadaan nelayan.



Gambar 14. Proses *upload* program sistem pendeteksi keberadaan nelayan

### Pengujian

Pada tahap pengujian ini meliputi, pengujian catu daya, pengujian *waterproof*, pengujian koordinat melalui button pada alat, pengujian koordinat melalui SMS dan pengujian fungsi SMS “WHERE” GPS melalui *hand phone*.

#### *Pengujian Catu Daya Sitem Pendeteksi Keberadaan Nelayan*

Catu daya yang digunakan pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan ini adalah baterai lippo dengan spesifikasi yaitu 2S 7,4 volt/1000mah 20C. Tegangan dari baterai adalah 7,4 Volt. Pengujian sistem catu daya ini bertujuan untuk menentukan waktu maksimum dari sistem pendeteksi keberadaan nelayan beroperasi. Dilakukan pengujian dengan cara mengukur arus dari komponen yang digunakan pada alat.

Dari pengujian yang di tunjukan pada Tabel 6, didapat total beban arus pada sistem pendeteksi keberadaan nelayan adalah 400 mA. Dari besarnya arus yang terukur sistem pendeteksi keberadaan nelayan dapat bertahan

selama 2,5 jam dengan mempergunakan baterai.

Tabel 6 Pengujian Catu Daya

Bagian	Tegangan (V)	Arus (mA)
Board Mikrokontroler Arduino Uno	5	150
Modul GSM & GSM	5	250
Total		400

### *Pengujian Waterproof*



Gambar 15. Pengujian Box *Waterproof*

Pada pengujian *waterproof* ini alat pendeteksi keberadaan nelayan ini akan diuji dengan menenggelamkan alat ke dalam air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah alat pendeteksi keberadaan nelayan dapat bertahan apabila terjatuh ke air saat melaut dan untuk melindungi komponen-komponen alat pendeteksi keberadaan nelayan agar tidak korslet (Gambar 15). Pada pengujian ini alat pendeteksi keberadaan nelayan sudah diletakkan pada box *waterproof* dan dimasukkan ke dalam air untuk mengetahui ketahanannya pada kapal.

### **Pengujian Koordinat Melalui Button**

Dalam pengujian sistem pendeteksi keberadaan nelayan ini akan dilakukan dengan menekan button yang ada pada alat dengan tujuan untuk mengirimkan koordinat ke *handphone*. Berikut pengujian koordinat melalui button yang dilakukan pada alat.

Langkah pertama menyiapkan *handphone* dan alat pendeteksi keberadaan nelayan. *Handphone* ini berfungsi sebagai penerima koordinat saat button dari alat pendeteksi keberadaan nelayan ditekan. Berikut persiapan pengujian sistem pendeteksi keberadaan nelayan yang ditampilkan pada Gambar 16. Pada tahap selanjutnya menekan button yang ada pada alat pendeteksi keberadaan nelayan yang ditampilkan pada Gambar 17. Kemudian pada Gambar 18, LED akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi sebagai indikator bahwa alat sudah mengirimkan koordinat. Selanjutnya pada Gambar 19, sebagai tanda koordinat telah dikirim, koordinat akan diterima oleh *handphone* berupa pesan SMS. Setelah koordinat diterima, langkah selanjutnya tinggal mengklik link yang ditersebut lalu secara otomatis akan langsung menuju ke aplikasi *Google Map* untuk mencari keberadaan dari titik koordinat tersebut. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 20.



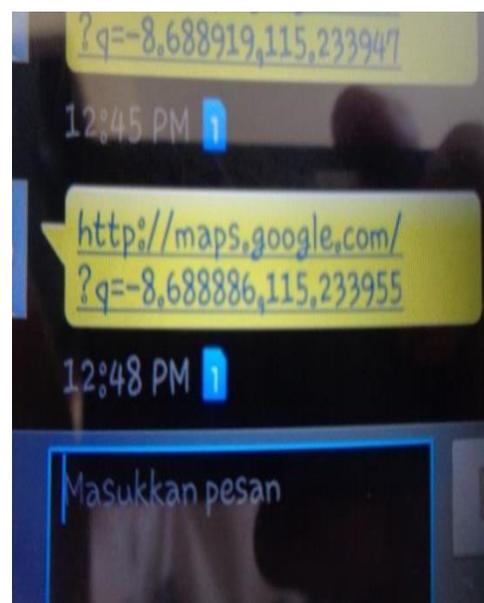
Gambar 17. Penekanan Button Pada Alat Pendeteksi Keberadaan Nelayan



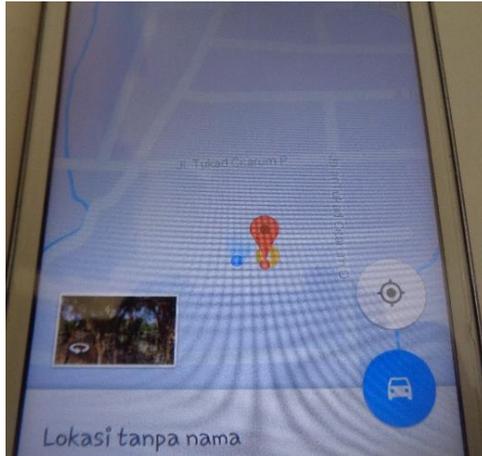
Gambar 18. LED Indikator Menyala



Gambar 16. Persiapan pengujian alat pendeteksi keberadaan nelayan



Gambar 19. Penerimaan koordinat dari alat pendeteksi keberadaan nelayan



Gambar 20. Pencarian koordinat menggunakan aplikasi *Google Map*

Pengujian alat dilakukan di Laut Bali. Pada saat pengujian disebabkan karena pengaruh arus laut yang kurang baik menyebabkan perahu nelayan menjadi berpindah dari posisi semula sehingga koordinat yang diterima mengalami perpindahan hingga beberapa meter. Gambar 20 adalah kondisi pengujian di Laut Bali.

### KESIMPULAN

Perancangan dan pengujian sistem pendeteksi keberadaan nelayan menggunakan GPS berbasis Arduino, secara keseluruhan sistem dapat bekerja dengan baik, dan dapat mengirimkan koordinat posisi sesuai dengan lokasi yang di tentukan. Tetapi karena faktor arus laut yang menyebabkan perahu nelayan menjadi berpindah dari posisi semula sehingga koordinat yang diterima akan memiliki toleransi jarak hingga beberapa meter.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, dan juga pada STMIK STIKOM Indonesia dan Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Candra, H. Sukoraharjo, S. S., Hirawan, F. B., Teto, C., Manopo, N. M., Widjaja, S. (2019). *Industri dan Ekonomi Maritim, Seri Buku Besar Maritim Indonesia*. Jakarta: Amafrad Press.
- Chaniago, M. B., Sari, L. P., Hidayat, L. R., Wahyuni, S., & Fauzi, F. S. (2020). Design of Monitoring Train Tracking Using Arduino and Gps Sensor Module. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 17(4), 2811-2819.
- Desnanjaya, I. G. M. N., & Iswara, I. B. A. I. (2018). Trainer Atmega32 Sebagai Media Pelatihan Mikrokontroler dan Arduino. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 1(1), 55-64.
- Desnanjaya, I. G. M. N., & Sudipa, I. G. I. (2019, October). The Control System of Kukul Bali Based on Microcontroller. In *2019 5th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA)* (pp. 244-250). IEEE.
- Desnanjaya, I. G. M. N., Sastrawan, I. G. P., & Pranata, I. W. D. (2020). Sistem Peringatan Ketinggian Air Dan Kendali Temuku (Pintu Air) Untuk Irigasi Sawah. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 3(1), 1-12.
- Dillenia, I., Hasanah, N. N., Mubarak, Z., Rusmana., Siry, H. Y., Ilham., Arsana, I M. A., Amri, A. A. (2019). *Sejarah dan Politik Maritim Indonesia, Seri Buku Besar Maritim Indonesia*. Jakarta: Amafrad Press.
- Gor, M., Vora, J., Tanwar, S., Tyagi, S., Kumar, N., Obaidat, M. S., & Sadoun, B. (2017, July). GATA: GPS-Arduino based Tracking and Alarm system for protection of wildlife animals. In *2017 International Conference on Computer, Information and Telecommunication*

- Systems (CITS)* (pp. 166-170). IEEE.
- Hammami, A. (2018, November). Person Tracking System based on Arduino Microcontroller and Web Technologies. In *2018 International Conference on Smart Communications and Networking (SmartNets)* (pp. 1-4). IEEE.
- Htwe, T. T., & Hlaing, K. K. (2019). Arduino Based Tracking System Using GPS and GSM. *International Journal for Advance Research and Development*, 4(8), 11-15.
- Irawan, Y., Rahajeng, A. S., & Wahyuni, R. (2020). Pemanfaatan Modul Gsm Dan Modul GPS Pada Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Smartphone Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, 3(1), 90-100.
- Kanani, P., & Padole, M. (2020, May). Real-time Location Tracker for Critical Health Patient using Arduino, GPS Neom and GSM Sim800L in Health Care. In *2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)* (pp. 242-249). IEEE.
- Khin, J. M. M., & Oo, N. N. (2018). Real-Time Vehicle Tracking System Using Arduino, GPS, GSM and Web-Based Technologies. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 7(11), 433-436.
- Nugraha, I. M. A. (2020). Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(2), 101-110.
- Patel, P., Rauniyar, S. K., Singh, T., Dwivedi, B., & Tripathi, H. (2018). Arduino Based Child Tracking System Using GPS and GSM. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(3), 4137-4140.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 9 Tahun 1985 Tentang Perikanan.
- Wardhany, V. A., Hidayat, A., Panduardi, F., Habibi, R., & Nugroho, A. S. (2020). Monitoring Hasil Panen Dan Posisi Kandang Lebah Madu Menggunakan GPS Geo Location Berbasis Arduino dan Notifikasi Telegram Messenger. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 6, No. 1, pp. 1048-1056).
- Yulianty, C., Kurniasari, N., Nurlaili, Triyanti, R., Deswati, R. H., Soejarwo, P. A., Mauwanah, U., Komarini, L. D., Suprakto, B., Suharyanto, Susena, S. D. (2019). *Sosial Budaya Masyarakat Maritim, Seri Buku Maritim Indonesia*. Jakarta: Amafrad Press.

## Mikroplastik dalam Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Ukuran yang Berbeda di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura

Microplastic in Different Size of Cockle (*Anadara granosa*) at Kwanyar Waters, Bangkalan District, Madura

Nesi Wahyu Listiani, Insafitri, Wahyu Andy Nugraha\*

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Jalan Raya Telang, Kamal, Bangkalan, 69162, Indonesia

\*Korespondensi: wahyuandy@trunojoyo.ac.id

### ABSTRAK

Mikroplastik merupakan sampah plastik yang mempunyai ukuran kecil kurang dari 5 mm. Mikroplastik sendiri memiliki dampak yang berbahaya karena sifat plastik yang susah terurai. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui bentuk, rata-rata jumlah dan berat paling tinggi, jumlah keseluruhan, jenis polimer mikroplastik serta perbandingan antar ukuran *Anadara granosa* pada lokasi dekat mangrove, muara sungai dan pemukiman di Perairan Kwanyar Bangkalan Madura. Analisa mikroplastik sampel *Anadara granosa* dilakukan dengan menggunakan larutan KOH 10% sebanyak 3x berat sampel. Identifikasi mikroplastik pada seluruh sampel untuk menentukan bentuk menggunakan mikroskop stereo, dilanjutkan menghitung jumlah dan berat. Bentuk mikroplastik paling banyak mendominasi adalah fiber. Jumlah rata-rata mikroplastik pada *Anadara granosa* paling tinggi ditemukan pada lokasi dekat dengan ekosistem mangrove, yaitu 23,9 partikel/individu pada ukuran kerang <3 cm dan 26,8 partikel/individu pada kerang ukuran >3 cm. Terdapat perbedaan yang signifikan pada jumlah mikroplastik pada ukuran kerang yang berbeda. Jenis polimer fiber merah, hitam dan biru yaitu *Poly (Ethylene Terephthalate)*, fragmen biru yaitu *Poly (Ethylene Terephthalate)*, serta film biru yaitu Polypropylene.

**Kata kunci:** Mikroplastik; Kerang; *Anadara granosa*; Polimer

### ABSTRACT

Microplastic is plastic waste that has a small size of less than 5 mm. Microplastic itself has a dangerous impact due to the nature of plastic which is difficult to decompose. The purpose of this study is to determine the shape, average number and highest weight, total amount, type of microplastic polymer and comparison between sizes of *Anadara granosa* in locations near mangroves, river estuaries and settlements in the waters of Kwanyar Bangkalan, Madura. Microplastic analysis of *Anadara granosa* samples was carried out using a 10% KOH solution as much as 3x the weight of the sample. Identification of microplastics in all samples to determine their shape using a stereo microscope, followed by counting the number and weight. The predominant form of microplastic is fiber. The highest average number of microplastics in *Anadara granosa* was found at location near the mangrove ecosystem, namely 23.9 particles / individual at <3 cm in size and 26.8 particles / individual for shells >3 cm in size. There was a significant difference in the number of microplastics at different sizes of shells. The types of red, black and blue fiber polymers are *Poly (Ethylene Terephthalate)*, blue film is Polypropylene and blue fragment is *Poly(Ethylene Terephthalate)*.

**Keywords:** Microplastic; Cockle; *Anadara granosa*, Polymer

## PENDAHULUAN

Wilayah lautan Indonesia sangat luas diperkirakan 5,9 juta km<sup>2</sup> dan termasuk urutan kedua panjang pantai mencapai 95.161 km dengan jumlah kepulauan sekitar 17.504 pulau (Lasabuda 2013). Luasan lautan Indonesia sangat besar memiliki potensi pada sektor kelautan seperti ikan, udang serta berbagai macam kerang contohnya kerang darah (*Anadara granosa*). Gangguan dilaut seperti adanya sampah plastik menjadi masalah besar bagi negara-negara lainnya dan khususnya di Indonesia. Sampah plastik ukuran besar biasanya bersumber dari daratan mencapai 80% dan akhirnya menjadi mikroplastik dengan ukuran lebih kecil dari 5 mm. Salah satu faktor mikroplastik di perairan dipengaruhi pasang surut air laut serta arus dan masih banyak lagi (Hiwari *et al.*, 2019).

Mikroplastik merupakan potongan kecil dari bahan sampah plastik dengan ukuran <5 mm (Lusher *et al.*, 2014). Sumber mikroplastik di kelompokkan menjadi dua yaitu mikroplastik sekunder yang berasal dari serat, hasil fragmentasi, pecahan plastik semula besar menjadi kecil (makroplastik) sedangkan mikroplastik primer berasal dari produk kecantikan, erosi dan sabun cuci yang masuk ke laut sudah dalam ukuran kecil (mikroskopis). Adanya mikroplastik diperairan laut juga diakibatkan cuaca ekstrim seperti angin topan, banjir yang membawa mikroplastik dari darat menuju laut ataupun tumpahan bahan plastik saat transportasi dari laut maupun darat (Cole *et al.*, 2016). Dampak negative mikroplastik mengakibatkan banyak biota laut yang terkontaminasi seperti pada kerang darah (*Anadara*

*granosa*) (Su *et al.*, 2018). Bentuk mikroplastik yang paling sering ditemukan yaitu ada tiga seperti film, fiber dan fragmen (Rachmat *et al.*, 2019). Mikroplastik jenis film bersumber seperti kemasan makan yang beredar di pasaran bersifat tembus pandang salah satunya adalah kantong plastik. Botol air minum dan pembungkus makanan adalah salah satu sumber adanya mikroplastik bentuk fragmen. Sumber mikroplastik fiber biasanya berasal dari pancing, tali-talian, jaring ikan, limbah cucian dan serat pakaian yang berasal dari fragmentasi monofilamen (Hiwari *et al.*, 2019).

Mikroplastik dapat ditemukan pada perairan laut, sedimen serta biota laut seperti *Anadara granosa*. *Anadara granosa* termasuk kelompok *bivalvia* dengan habitat masih dipengaruhi pasang surut air laut (Afiati 2007). Biota laut yang sering digunakan untuk mengetahui kualitas suatu perairan yaitu kelompok hewan *bivalvia* seperti kerang-kerangan (Mirsadeghi *et al.*, 2013).

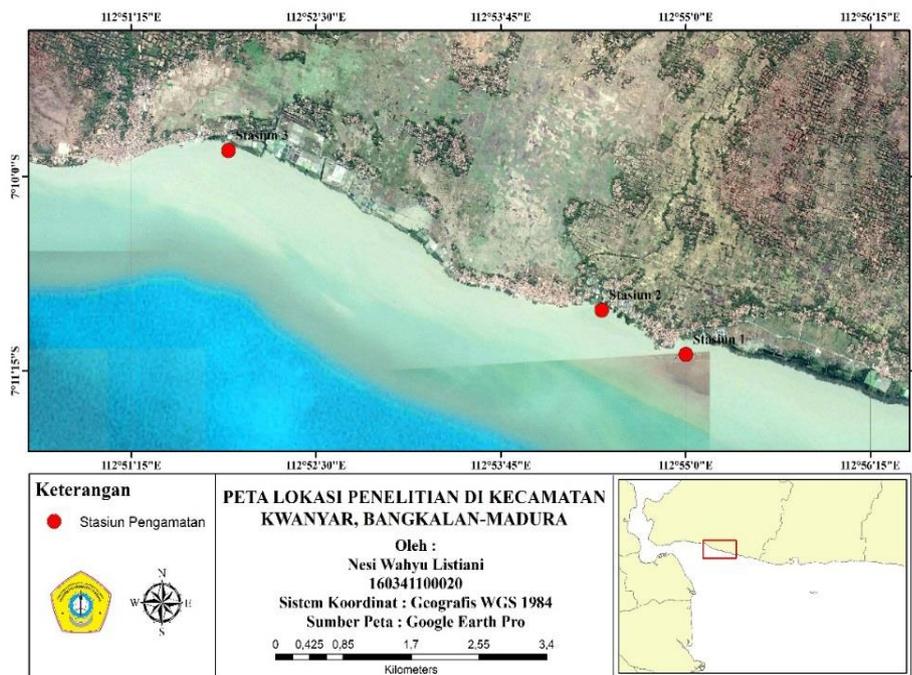
Mikroplastik memiliki jenis plastik yang berbeda tergantung dari bahan penyusunnya. Jenis plastik yang dilihat dari kekuatannya dibedakan menjadi dua yaitu *thermodur-sisabel (non reversibel)* dan *Thermoplastic (Reversibel)* (Okatama 2016). Jenis polimer plastik yang sering dijumpai adalah *Polyethylene terephthalate*, *High density polyethylene*, *Low density polyethylene*, *Polypropylene*, *Polystyrene*, *Polycarbonate*, *Polyamide* (Suroño dan Ismanto 2016). Salah satu jenis plastik yang sering ditemukan yaitu *Polyethylene terephthalate*. *Polyethylene terephthalate* merupakan salah satu jenis plastik yang sering digunakan sebagai botol plastik, botol minuman air mineral, jus, minuman olahraga

serta softdrink. Data menunjukkan sekitar 56 juta ton produksi plastik jenis ini pada tahun 2013 sehingga berpotensi besar terkontaminasi di suatu perairan mulai dari sedimen, air laut sampai biota laut seperti kerang darah (Yoshida *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah mikroplastik yang terdapat *Anadara granosa*, dan mengetahui perbedaan jumlah mikroplastik pada ukuran kerang darah (*Anadara granosa*) yang berbeda di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura. Pengambilan sampel kerang darah (*Anadara granosa*) dilakukan pada bulan Oktober 2019 di 3 lokasi yaitu dekat mangrove, muara sungai dan pemukiman (Gambar 1). Pengamatan mikroplastik dilakukan dengan analisa laboratorium yaitu dilaksanakan pada tanggal 06 oktober 2019 di laboratorium Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura. Uji FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) secara kualitatif dilakukan di Balai Laboratorium Bea dan Cukai Kelas II Surabaya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Pengambilan Sampel Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Analisis Mikroplastik

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan mencari *Anadara granosa* di tiga titik lokasi yaitu lokasi di dekat pemukiman, di dekat

muara sungai, dan di dekat ekosistem mangrove. Masing-masing lokasi diambil kerang dengan dua ukuran yang berbeda. Berdasarkan kelas ukuran *Anadara granosa* yaitu < 3 cm (sedang) dan >3 cm (besar), kategori ukuran dilihat dari panjang

cangkang mengacu pada Prasojo *et al.* (2012). Setiap ukuran diambil 6 sampel *Anadara granosa*. Jumlah *Anadara granosa* keseluruhan 36 sampel dari ketiga titik lokasi. Prosedur Analisa mikroplastik sesuai Putri (2017) yaitu mengoven kertas saring dengan suhu 105 °C selama 15-30 menit kemudian menimbang kertas saring (Berat sebelum). Mengambil pencernaan *Anadara granosa*, ditimbang serta penambahan KOH 10% dari tiga kali berat sampel. Sampel dihomogenkan dengan memanaskan pada suhu 60 °C dalam waktu 24 jam, kemudian larutan disaring dengan kertas saring *Whatman*. Kertas saring dioven selama 30 menit dan kemudian kertas saring ditimbang (berat sesudah). Identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop stereo meliputi bentuk, jumlah serta uji FT-IR untuk menentukan jenis polimer (Dewi *et al.*, 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Mikroplastik Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Lokasi Penelitian

Mikroplastik yang ditemukan pada *Anadara granosa* < 3 cm di lokasi dekat pemukiman yaitu rata-rata sebesar 23 partikel/individu. Bentuk mikroplastik fiber mempunyai jumlah paling besar yaitu rata-rata 22,3 partikel/individu. Bentuk film mempunyai jumlah paling terendah dengan rata-rata 0,2 partikel/individu. Jumlah mikroplastik pada *Anadara granosa* ukuran >3 cm tidak jauh berbeda dengan ukuran < 3cm, dimana mikroplastik bentuk fiber mendominasi dengan rata-rata 23,8 partikel/individu. Hasil keseluruhan pada ukuran > 3cm diperoleh rata-rata 25 partikel. Bentuk fragmen memiliki

jumlah mikroplastik paling sedikit dengan rata-rata 0,5 partikel/individu (Tabel 1).

Pada *Anadara granosa* ukuran < 3cm pada lokasi dekat muara sungai memperoleh dua bentuk mikroplastik yaitu fragmen dengan rata-rata 0,2 partikel/individu dan bentuk fiber dengan rata-rata 20 partikel/individu. Sementara itu, *Anadara granosa* ukuran >3 cm jumlah keseluruhan mikroplastik diperoleh rata-rata sebesar 22,9 partikel. Bentuk mikroplastik fiber didapatkan rata-rata sebesar 22,5 partikel/individu, serta fragmen dan film masing-masing dengan rata-rata 0,2 partikel/individu (Tabel 1).

Pada lokasi dekat mangrove, jumlah mikroplastik pada *Anadara granosa* ukuran < 3cm di temukan bentuk mikroplastik film dan fragmen rata-rata 0,7 partikel/individu, sedangkan fiber ditemukan rata-rata 22,5 partikel/individu. Jumlah mikroplastik pada *Anadara granosa* ukuran > 3cm bentuk fiber rata-rata sebesar 25,5 partikel/individu, sedangkan fragmen dengan rata-rata 0,8 partikel/individu dan film dengan rata-rata 0,5 partikel/individu (Tabel 1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik yang mendominasi pada *Anadara granosa* ukuran >3 cm dan < 3cm yaitu bentuk mikroplastik fiber. Hasil ini mirip dengan hasil penelitian Tuhumury dan Ritonga (2020) yang juga menemukan bentuk fiber sebagai jenis mikroplastik tertinggi ditemukan dalam kerang. Tingginya fiber di semua lokasi diduga disebabkan karena lokasi penelitian yang dekat dengan sungai dan pemukiman, dimana banyak terjadi aktifitas rumah tangga seperti mencuci pakaian serta aktivitas penangkapan

ikan dengan jaring. Menurut Thompson (2006) dan Hastuti *et al.* (2014) terdapat 10% sampah plastik yang di produksi dibuang ke sungai hingga berakhir di lautan. Mikroplastik bentuk fiber banyak

dihasilkan dari degradasi hasil pencucian pakaian, tali, serta jarring (Dewi *et al.*, 2015; Garcia *et al.*, 2019; Hiwari *et al.*, 2019; Mauludi *et al.*, 2019).

Tabel 1. Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada karang *Anadara granosa* pada ukuran < 3cm dan > 3cm

Sampel	Ukuran (cm)	Jumlah Mikroplastik (partikel/individu)											
		Lokasi 1 (pemukiman)				Lokasi 2 (muara sungai)				Lokasi 3 (mangrove)			
		A*	B*	C*	Total	A*	B*	C*	Total	A*	B*	C*	Total
KD_1	<3	0	0	27	27	0	0	21	21	0	0	27	27
KD_2		0	2	18	20	0	0	20	20	0	2	21	23
KD_3		0	1	23	24	0	1	17	18	0	0	21	21
KD_4		0	0	21	21	0	0	22	22	4	0	23	27
KD_5		1	0	26	27	0	0	22	22	0	0	20	20
KD_6		0	0	19	19	0	0	18	18	0	2	23	25
Rata-Rata		0.2	0.5	22.3	23	0	0.2	20	20.2	0.7	0.7	22.5	23.9
KD_1	>3	0	1	21	22	0	0	18	18	3	0	21	24
KD_2		0	0	25	25	1	0	21	22	0	0	33	33
KD_3		0	2	22	24	0	1	16	17	0	0	21	21
KD_4		4	0	28	32	0	0	27	27	0	0	25	25
KD_5		0	0	21	21	0	0	24	24	0	2	27	29
KD_6		0	0	26	26	0	0	29	29	0	3	26	29
Rata-Rata		0.7	0.5	23.8	25	0.2	0.2	22.5	22.9	0.5	0.8	25.5	26.8

\*Keterangan: A (Film), B (Fragmen), C (Fiber)



Gambar 2. Foto mikroplastik bentuk film (a), Bentuk fiber (b) & Bentuk fragmen (c)

### Perbandingan Jumlah Mikroplastik pada Kerang di Ketiga Lokasi

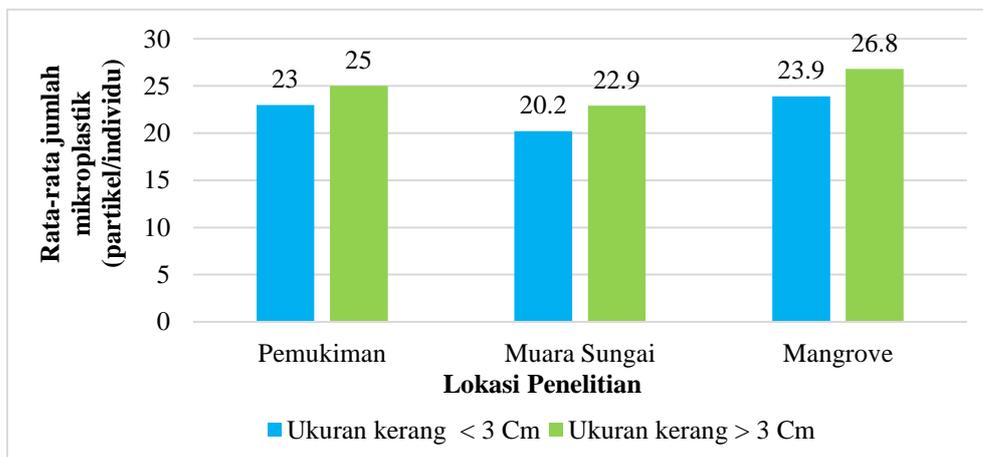
Jumlah rata-rata mikroplastik pada *Anadara granosa* ukuran < 3cm di lokasi dekat pemukiman yaitu 23

partikel/individu dan pada ukuran > 3cm sebesar 25 partikel/individu. Jumlah mikroplastik pada lokasi dekat muara sungai pada kerang ukuran < 3cm sebesar rata-rata 20,2 partikel/individu dan ukuran > 3cm

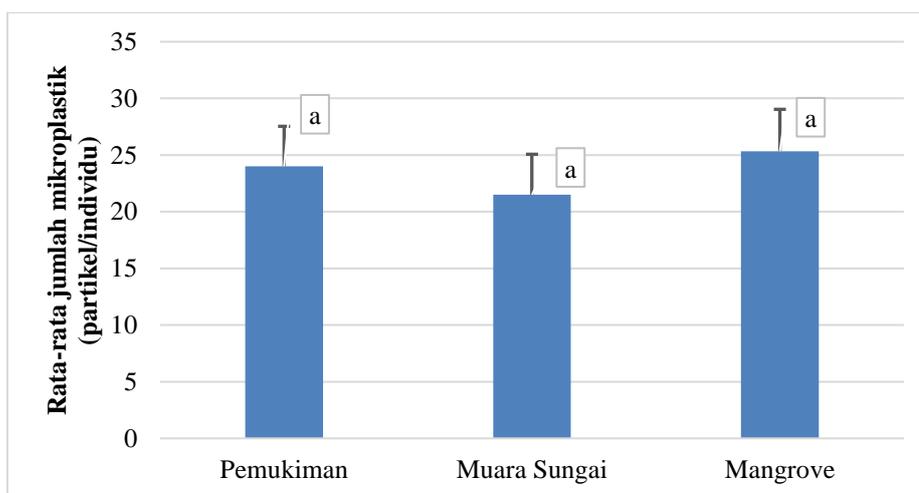
sebesar rata-rata 22,9 partikel/individu. Pada lokasi dekat mangrove, jumlah mikroplastik ukuran < 3cm sebesar rata-rata 23,9 partikel/individu, sedangkan ukuran > 3cm sebesar rata-rata 26,8 partikel/individu (Gambar 3). Meskipun secara umum lokasi dekat mangrove memiliki jumlah mikroplastik pada kerang yang lebih tinggi, tidak ada perbedaan jumlah mikroplastik pada kerang antar lokasi penelitian ( $P>0.05$ , ANOVA, Gambar 4)).

Jumlah mikroplastik tertinggi ditemukan di lokasi dekat dengan

ekosistem mangrove diduga disebabkan karena banyaknya sampah plastik yang tersangkut di mangrove. Hal ini didukung oleh penelitian Hiwari *et al.*, (2019) yang mendapatkan banyak sampah plastik yang tersangkut di mangrove. Jumlah mikroplastik paling kecil diperoleh di lokasi dekat muara sungai, diduga disebabkan karena saat mengambil data lapang dilakukan saat kemarau sehingga aliran sungai yang membawa sampah plastik menuju ke laut tidak besar.



Gambar 3. Grafik rata-rata jumlah mikroplastik pada kerang dekat pemukiman, muara sungai dan mangrove.

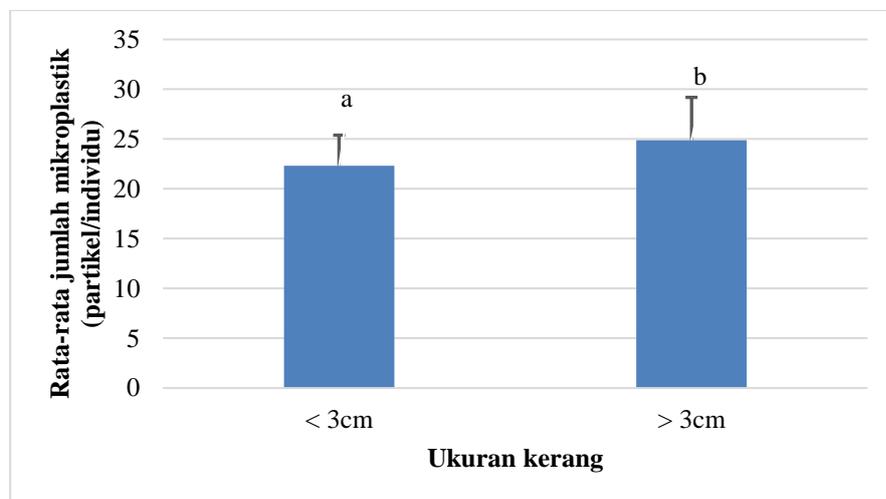


Gambar 4. Rata Rata jumlah mikroplastik pada lokasi dekat pemukiman, muara sungai dan mangrove (keterangan huruf menandakan tidak ada perbedaan yang signifikan)

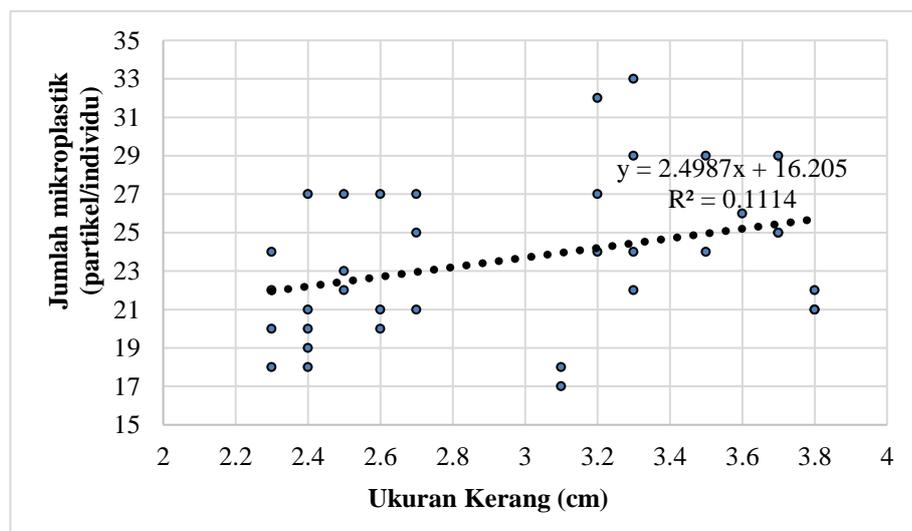
Terdapat perbedaan yang signifikan jumlah mikroplastik pada kerang dengan ukuran yang berbeda ( $P < 0.05$ , T-test, Gambar 5).

Terdapat hubungan positif yang signifikan antara ukuran kerang dengan jumlah mikroplastik pada kerang ( $P < 0.05$ , Korelasi, Gambar 6), meskipun hubungannya tergolong lemah ( $R^2 = 0.1114$ ). Jumlah mikroplastik pada kerang semakin bertambah dengan bertambahnya ukuran kerang. Hal ini diduga

karena proses fisiologis yang terjadi di kerang, dimana semakin besar ukuran tubuh kerang maka proses filtrasi akan semakin banyak juga, yang akan mengakumulasi mikroplastik yang masuk ke tubuh kerang (Tantanasarit *et al.*, 2013). Hasil ini berbeda dengan kerang *Perna viridis*, dimana jumlah mikroplastik semakin berkurang seiring bertambahnya ukuran kerang (Fachrudin *et al.*, 2020).



Gambar 5. Rata-rata jumlah mikroplastik pada kerang dengan ukuran yang berbeda (keterangan huruf menandakan ada perbedaan yang signifikan)

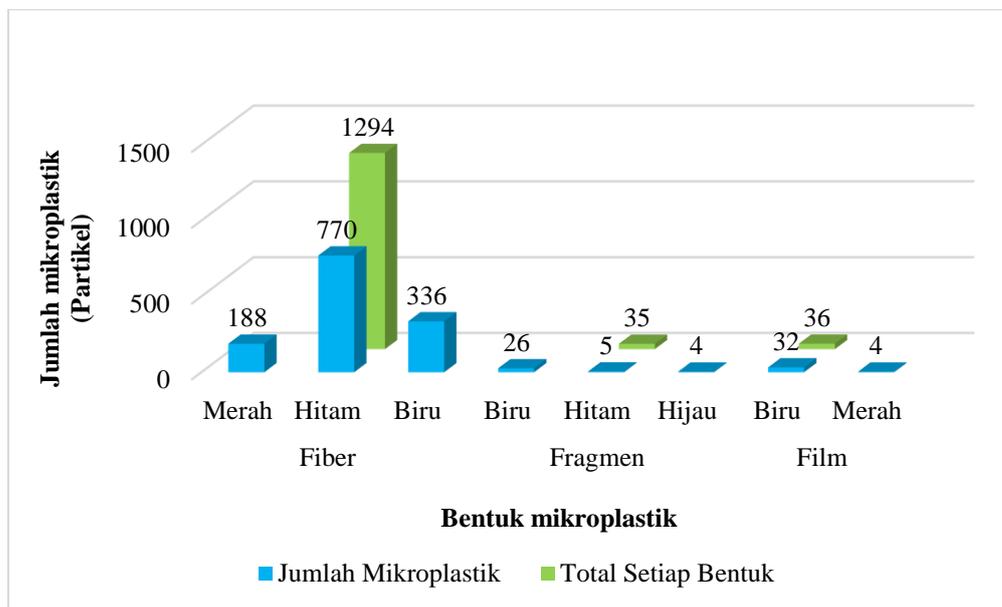


Gambar 6. Hubungan antara ukuran kerang dengan jumlah mikroplastik pada kerang.

### Klasifikasi Warna Mikroplastik pada Lokasi Penelitian

Hasil dari ketiga lokasi di temukan tiga bentuk mikroplastik yaitu fiber, fragmen dan film dengan warna merah, hitam, hijau dan biru. Bentuk fiber banyak warna hitam karena menurut Hiwari *et al.* (2019) mikroplastik menyerap kontaminan maupun partikel organik lain, serta mampu menyerap polutan. Jumlah mikroplastik yang di temukan

berbeda-beda yaitu Mikroplastik bentuk fiber merah 188 partikel, hitam 770 partikel dan biru 336 partikel. Bentuk mikroplastik fragmen warna hijau sejumlah 4 partikel sedangkan warna hitam 5 partikel dan paling banyak pada bentuk ini adalah warna biru yaitu 26 partikel. Mikroplastik bentuk film warna biru sebanyak 32 partikel sedangkan merah hanya ditemukan 4 partikel. (Gambar 7).



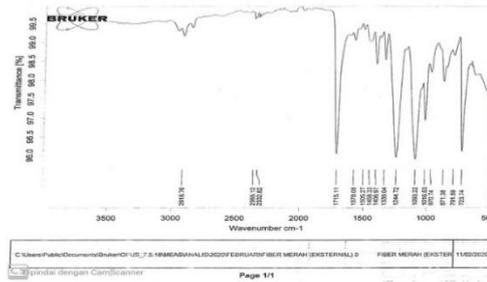
Gambar 7. Grafik jumlah warna mikroplastik yang ditemukan

### Hasil Analisa Uji FT-IR

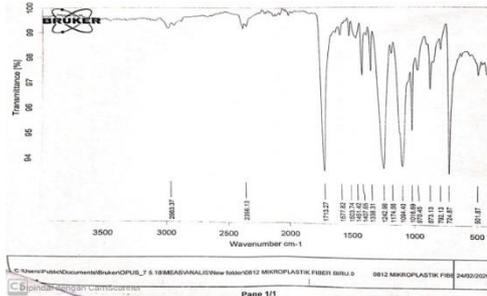
#### Bentuk Fiber (Merah, Biru & Hitam)

Hasil uji FT-IR pada mikroplastik bentuk fiber berwarna merah, biru dan hitam diidentifikasi sebagai jenis *Poly(Ethylene Terephthalate)* (PET) (Gambar 8, 9 dan 10). Menurut Yoshida *et al.* (2016) produksi PET di seluruh dunia pada tahun 2013 sekitar 56 juta ton. Mikroplastik fiber adalah jenis *Poly(Ethylene Terephthalate)* yaitu dalam dunia pertekstilan sering di sebut *polyester* (Basri dan Zaki 2019). Menurut Suminto (2017) *Poly(Ethylene Terephthalate)* juga

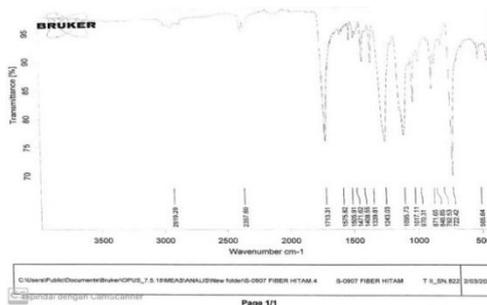
mampu membentuk fiber tekstil. Pakaian yang terbuat dari *polyester fleece* seperti celana, pakain olahraga, jaket, rok seperti wol berasal daur ulang botol plastik jenis PET (Andrianti dan Karyaningrum 2014). Banyaknya aktivitas khususnya di daerah Kwanyar masih di temukan seperti pencucian pakaian di pinggir laut atau limbah cucian dibuang di laut sehingga terdegradasinya kain-kain yang berasal *polyester* tercampur di perairan, sedimen hingga termakan oleh biota laut contohnya pada *Anadara granosa*.



Gambar 8. Hasil FT-IR Fiber Merah



Gambar 9. Hasil FT-IR Fiber Biru

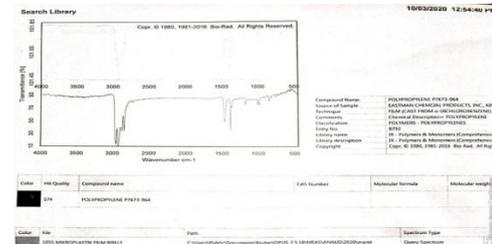


Gambar 10. Hasil FT-IR Fiber Hitam

### Bentuk Film (Biru)

Hasil uji FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) sampel film warna biru didapatkan jenis *Polypropylene* (PP) (Gambar 11). Menurut Jun & Juwono (2010) *Polypropylene* sering di temukan dalam kehidupan sehari-hari seperti kemasan makanan, peralatan laboratorium, penjilid buku, gantungan baju serta bahan tekstil. Menurut Alomar *et al.* (2016) mikroplastik film paling biasa di temukan pada daerah pemukiman. Hasil yang telah diujikan menunjukkan bahwa sumber adanya mikroplastik jenis *polypropylene* berasal dari kemasan plastik yang

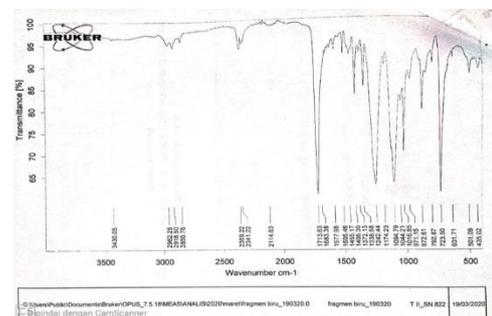
terdegradasi karena di sekitar ketiga lokasi terdapat sampah plastik berserakan bersumber dari pemukiman selain itu juga aliran sungai dan sampah yang tersangkut di pohon mangrove.



Gambar 11. Hasil FT-IR pada Film Biru

### Bentuk Fragmen (Biru)

Uji FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) pada mikroplastik bentuk fragmen berwarna biru menghasilkan jenis *Poly(Ethylene Terephthalate)* (PET) (Gambar 12). Menurut Yoshida *et al.* (2016) PET merupakan plastik yang sering di gunakan dan data menunjukkan sekitar 56 juta ton produksi plastik jenis ini pada tahun 2013, sehingga berpotensi besar terkontaminasi di suatu perairan mulai dari sedimen, air laut sampai biota laut. Produk yang sering menggunakan jenis polimer PET yaitu botol minuman meliputi air mineral, jus sampai pada minuman olahraga yaitu *soft drink* (Okatama 2016).



Gambar 12. Hasil FT-IR Fragmen Biru

## KESIMPULAN DAN SARAN

Mikroplastik yang ditemukan pada ketiga lokasi sampel kerang darah (*Anadara granosa*), sedimen serta air laut diperoleh bentuk film, fragmen dan fiber. Bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah fiber. Jumlah dan berat rata-rata mikroplastik paling tinggi ditemukan pada lokasi dekat dengan ekosistem mangrove yaitu sejumlah 23,9 partikel/individu pada ukuran kerang <3 cm dan sejumlah 26,8 partikel/individu pada ukuran kerang >3 cm. Mikroplastik yang di uji FT-IR yaitu Mikroplastik bentuk fiber terdapat tiga warna yang diuji yaitu merah, biru serta hitam hasil ketiga warna jenis polimer plastik tersebut semuanya adalah *Poly(Ethylene Terephthalate)* atau PET. Mikroplastik bentuk fragmen biru jenis polimer *Poly(Ethylene Terephthalate)* atau PET. Bentuk film biru dengan hasil jenis polimer *Polypropylene* (PP). Terdapat perbedaan yang signifikan pada jumlah dan berat mikroplastik pada ukuran kerang yang berbeda pada lokasi manrove, sungai dan pemukiman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afiati, N. (2007). Gonad Maturation of Two Intertidall Blood Clams *Anadara Granosa* (L.) And *Anadara Antiquata* (L.) (Bivalvia: Arcidae) in Central Java. *Journal of Coastal Development*, 10 (2), 105-113.
- Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in The Mediterranean Sea: Deposition in Coastal Shallow Sediments, Spatial Variation and Preferential Grain Size. *Marine Environmental Research*, 1-15.
- Andrianti, S. (2014). Modifikasi Pola Lengan Straight Lines and Curves a dengan Metode Pattern Magic pada Blus Menggunakan Kain Polyester Fleece. *E-Journal*, 3(3), 32-40.
- Assuyuti, Y. M., Zikrillah, R. B., Tanzil, M. A., Banata, A., & Utami, P. (2018). Distribusi dan Jenis Sampah Laut Serta Hubungannya Terhadap Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta . *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 91-102.
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41 - 45.
- Basri, D. R., & Zaki, A. (2019). Pengaruh Limbah Plastik Botol (Leleh) Sebagai Material Tambah Terhadap Kuat Lentur Beton. *Jurnal Rab Construction Research*, 4(2), 66-77.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. (2016). Microplastics as Contaminants in The Marine Environment: a Review. *Marine Pollution Bulletin*, 1-40.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara Kartanegara. *Depik*, 4(3), 121-131.
- Dewiyanti, G. D., Irawan, B., & Moehammadi , N. (2015).

- Kepadatan dan Keanekaragaman Plankton di Perairan Mangetan Kanal Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur dari Daerah Hulu, Daerah Tengah dan Daerah Hilir Bulan Maret 2014. 3(1), 37-46.
- Fachruddin, L., Yaqin, K., & Iin, R. (2020). Perbandingan Dua Metode Analisis Konsentrasi Mikroplastik pada Kerang Hijau, *Perna Viridis* dan Penerapannya dalam Kajian Ekotoksikologi. *Jurnal Pengelolaan Perairan*, 3(1), 1-13.
- Garcia, B., Fang, M. M., & Lin, J. (2019). Marine Plastic Pollution in Asia: All Hands on Deck. *Chinese Journal of Environmental Law*, 3(1), 11-46.
- Hapitasari, D. N. (2016). Analisa Kandungan Mikroplastik pada Pasir dan Ikan Demersal: Kakap (*Lutjanus Sp.*) dan Kerapu (*Epinephelus Sp.*) di Pantai Ancol, Palabuhanratu, dan Labuhan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, 1-10.
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., & Wardiatno, Y. (2014). Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonoro-wo Wetlands*, 4(2), 94 - 107.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), 165-171.
- Jun, B. J., & Juwono, A. L. (2010). Studi Perbandingan Sifat Mekanik Polypropylene Murni dan Daur Ulang. *Makara Sains*, 14(1), 95-100.
- Lusher, A. L., Burke, A., O'Connor, I., & Officer, R. (2014). Microplastic Pollution in the Northeast Atlantic Ocean: Validated and Opportunistic Sampling. *Marine Pollution Bulletin*, 88(1-2), 325-333.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., & Yona, D. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73 - 78.
- Mirsadeghi, S. A., Zakaria, M. P., Yap, C. K., & Gobas, F. (2013). Evaluation of the Potential Bioaccumulation Ability of the Blood Cockle (*Anadara granosa* L.) for Assessment of Environmental matrices of Mudflats. *Science of the Total Environment*, 454, 584-597.
- Okatama, I. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(03), 20-24.
- Prasojo, S. A., Irwani, & Suryono, C. A. (2012). Distribusi dan Kelas Ukuran Panjang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Perairan Pesisir Kecamatan Genuk, Kota Semarang. *Journal Of Marine Research*, 1(1), 137-145.
- Putri, C. J. (2017). Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*, Forskal) di Tambak Lorok, Semarang. Skripsi Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknolo-

- gi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata Semarang 2017.
- Rachmat, S. L., Purba, N. P., Agung, M. U., & Yuliadi, L. P. (2019). Karakteristik Sampah Mikroplastik di Muara Sungai DKI Jakarta. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 8(1), 9-17.
- Septian, F. M., Purba, N. P., Agung, M. U., Yuliadi, L. P., Akuan, L. F., & Mulyani, P. G. (2018). Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1), 1 - 8.
- Suminto, S. (2017). Ecobrick: Solusi Cerdas Dan Kreatif Untuk Mengatasi Sampah Plastik. *Jurnal Desain Produk (Peningkatan dan Perancangan Produk)*, 3(1), 26-34.
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pp, Pet dan Pe Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (Jmst)*, 1(1), 32-37.
- Tantanasarit, C., Babel, S., Englande, A. J., & Meksumpun, S. (2013). Influence of Size and Density on Filtration Rate Modeling and Nutrient Uptake by Green Mussel (*Perna viridis*). *Marine pollution bulletin*, 68(1-2), 38-45.
- Tuhumury, N., & Ritonga, A. (2020). Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tanjung Tiram, Teluk Ambon. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 16(1), 1-7.
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A. D., Narayanaswamy, B. E., & Thompson, R. C. (2014). The Deep Sea is a Major Sink for Microplastic Debris. *Royal Society Open Science*, 1(4), 140317.
- Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., Toyohara, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., & Oda, K. (2016). A Bacterium that Degrades and Assimilates Poly (ethylene terephthalate). *Science*, 351(6278), 1196-1199.
- Yudhantari, C. I., Hendrawan, I. G., & Puspitha, N. L. (2019). Kandungan Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Lemuru Protolan (*Sardinella Lemuru*) Hasil Tangkapan di Selat Bali . *Journal of Marine Research And Technology*, 2(2), 48-52.

## Strategi Pengelolaan Perikanan Udang Pasca Moratorium Perikanan Di Provinsi Papua Barat

Shrimp Fishery Management Strategy After Fisheries Moratorium in West Papua  
Province

Zulkifli Henan<sup>1\*</sup>, Selvi Tebay<sup>2</sup>, Roni Bawole<sup>2</sup>, Ridwan Sala<sup>2</sup>, Paulus Boli<sup>2</sup>,  
Gandi Y.S. Purba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Papua Barat, Manokwari, 98314, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi S2 Sumberdaya Akuatik, Program Pascasarjana Universitas Papua, Jalan Gunung  
Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat, Indonesia

\*Korespondensi: zulkiflihenan@gmail.com

### ABSTRAK

Pemberlakuan moratorium berdampak pada industri perikanan udang yaitu terjadinya penghentian operasi penangkapan udang dan pemutusan hubungan kerja bagi karyawan bagi sebagian perusahaan udang di Provinsi Papua Barat. Tujuan penelitian adalah menyusun strategi Pengelolaan Perikanan udang di Provinsi Papua Barat setelah penghentian moratorium perikanan agar industri perikanan udang dapat memberikan kontribusi bagi penciptaan lapangan kerja serta peningkatan pendapatan asli daerah. Analisis SWOT digunakan untuk melakukan identifikasi faktor internal dan eksternal sebagai dasar arahan kebijakan perikanan udang. Rekomendasi strategi pengelolaan Perikanan Udang; 1) Peningkatan kesadaran masyarakat pesisir terhadap kelestarian lingkungannya. 2) Optimalisasi produktivitas perikanan tangkap skala kecil melalui peningkatan kualitas SDM nelayan. 3) Penegakkan hukum secara tegas dan peningkatan sistem pengawasan pemanfaatan sumberdaya ikan berbasis masyarakat, termasuk peningkatan kualitas SDM pengawas. 4) Pengembangan infrastruktur perikanan tangkap, termasuk sistem logistik penyediaan BBM. 5) Peningkatan kerjasama usaha penangkapan ikan melalui program kemitraan, untuk menjamin keberlanjutan biaya operasional, dan pengembangan investasi usaha. 6) Pengembangan nilai tambah hasil perikanan tangkap untuk mensejahterakan pendapatan nelayan.

**Kata kunci:** Kebijakan, Perikanan Udang, Moratorium Perikanan, Papua Barat

### ABSTRACT

The implementation of the fisheries moratorium has an impact on the shrimp industry, namely the cessation of shrimp fishing operations and termination of employees of some shrimp companies in the West Papua Province. The aim of this research is develop a shrimp fisheries management strategy at West papua Province after the end of the moratorium on fisheries so that the shrimp industry can contribute to job creation and increase local revenue. SWOT analysis is used to identify internal and external factors as the basis for the shrimp fisheries policy direction. Recommended strategies for managing Shrimp fisheries; 1) Increasing awareness of coastal communities towards environmental sustainability. 2) Optimizing the productivity of small-scale capture fisheries through improving the quality of fishermen's human resources. 3) Strict law enforcement and improvement of community based fish resource utilization monitoring systems, including improving the quality of HR supervisors. 4) Development of capture fisheries infrastructure, including fuel supply logistics systems. 5) Increased cooperation in fishing

business through partnership programs, to ensure the sustainability of operational costs, and the development of business investment. 6) Development of value-added capture fisheries for the welfare of fishermen's income.

**Keywords:** Policy, Shrimp Fishery, Fisheries Moratorium, Papua Barat

## PENDAHULUAN

Papua Barat merupakan salah satu Provinsi yang memiliki potensi udang dengan kualitas ekspor. Armada tangkap untuk penangkapan udang yang beroperasi di Provinsi Papua Barat merupakan kapal eks asing yang menggunakan alat tangkap pukat udang. Pemberlakuan moratorium kapal eks asing dan pelarangan penggunaan pukat udang diduga memberikan dampak pada sektor industri perikanan udang di Provinsi Papua Barat. Dampak yang ditimbulkan akan sangat menentukan keberlanjutan perikanan udang di Provinsi Papua Barat.

Selain ikan, udang merupakan komoditi unggulan dan mempunyai nilai ekspor yang tinggi. Sehingga banyak nelayan yang menangkap udang di perairan Provinsi Papua Barat. Potensi Udang yaitu Kabupaten Teluk Bintuni sekitar 291 ton per tahun, dan Kabupaten Sorong Selatan sekitar 3.861 ton per tahun (DKP Papua Barat, 2016). Perikanan udang menjadi sektor unggulan dengan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ekonomi di daerah. Peran industri perikanan sangat penting dalam upaya akselerasi pembangunan di Provinsi Papua Barat.

Provinsi Papua Barat memiliki Potensi Udang yang cukup besar. Produksi penangkapan udang didominasi oleh armada milik perusahaan udang dengan daerah penangkapan diantaranya tersebar di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Sorong Selatan. Hasil tangkapan udang didaratkan di Kota sorong karena pabrik produksi udang banyak terdapat di Kota Sorong.

Pemberlakuan Moratorium perijinan perikanan berdampak pada operasional dan produksi udang di Provinsi

Papua Barat. Moratorium menyebabkan terhentinya operasional Perusahaan yang berdampak pada pemutusan hubungan kerja (PHK) bagi karyawan dan anak buah kapal. Pemberlakuan moratorium perijinan perikanan selain diduga berdampak pada kondisi ekologi, juga diduga berdampak pada kondisi sosial ekonomi pelaku usaha, karyawan, nelayan maupun konsumen.

Peningkatan produksi tangkap nelayan lokal dan tradisional di Papua Barat (Manokwari, Kaimana, Teluk Bintuni dan Sorong) belum mampu mengisi celah produksi yang hilang akibat berhentinya operasi penangkapan sejumlah besar perusahaan-perusahaan skala besar di bidang perikanan tangkap. Peningkatan produksi nelayan lokal dan tradisional ini terlalu rendah secara agregat karena kapasitas tangkap yang kecil dan jenis hasil tangkapan yang belum bernilai tinggi atau berorientasi pasar ekspor. Sebagian besar nelayan tidak menghendaki pemberhentian moratorium. Hal ini disebabkan karena jika kapal-kapal perusahaan kembali beroperasi, dikhawatirkan mengakibatkan daerah penangkapan nelayan menjadi sempit (Unipa, 2016).

Dalam kebijakan pengelolaan sumber daya perikanan diperlukan adanya pertimbangan dampak pada aspek ekologis serta sosial ekonomi agar keberlanjutan pengelolaan perikanan udang di Provinsi Papua Barat dapat tercapai. Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan adanya arah strategi perikanan udang paska Pemberlakuan Moratorium Perikanan di Provinsi Papua Barat.

Analisis kebijakan sebagai sebuah proses “pra-proses-kebijakan”. Analisis kebijakan disini dimaksud sebagai terjemahan dari *analysis for policy*, bukan *analysis of policy*. Proses

kebijakan adalah proses yang diawali dengan perumusan kebijakan, dilanjutkan dengan implementasi kebijakan, dan kemudian evaluasi kebijakan. Pada titik ekstrim, analisis kebijakan adalah proses tempat sebuah kebijakan dipikirkan untuk dibuat, dan belum dibuat itu sendiri (Dwidjowojoto, 2007).

Analisis kebijakan ialah proses atau kegiatan mensintesa informasi, termasuk hasil-hasil penelitian, untuk menghasilkan rekomendasi opsi desain kebijakan publik (Williams, 1971). Kebijakan publik ialah keputusan atau tindakan pemerintah yang berpengaruh atau mengarah pada tindakan individu dalam kelompok masyarakat. Analisis kebijakan akan menghasilkan dan menyajikan informasi yang dapat menjadi landasan bagi para pembuat kebijakan dalam mengambil keputusan. Jadi analisis kebijakan lebih berkenaan dengan bagaimana pengambil keputusan mendapatkan sejumlah alternatif kebijakan yang terbaik, sekaligus alternatif kebijakan yang terpilih sebagai rekomendasi dari analisis kebijakan atau tim analisis kebijakan. Peran analisis kebijakan adalah memastikan bahwa kebijakan yang hendak diambil benar-benar dilandaskan atas manfaat optimal yang akan diterima oleh publik, dan bukan asal menguntungkan pengambil kebijakan.

Kebijakan perikanan udang diperlukan untuk menunjang keberlanjutan pengelolaan perikanan udang. Analisis kebijakan perlu mencakup aspek sosial dan ekonomi dari pelaku usaha perikanan yaitu rumah tangga perikanan, pedagang udang dan perusahaan udang. Keberlanjutan perikanan udang pasca moratorium untuk memastikan keberlanjutan perikanan udang dapat dikelompokkan menjadi beberapa faktor yaitu faktor regulasi atau kebijakan yang tidak berubah-ubah, faktor ekonomi dan ekologi dari sumberdaya. Kebijakan yang tidak berubah-ubah akan menjamin keberlanjutan kegiatan perikanan. Pengetahuan mengenai persepsi masyarakat diperlukan untuk menjadi dasar sebuah

kebijakan pengelolaan perikanan. Persepsi masyarakat akan dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi mereka. Kondisi perairan yang sehat merupakan salah satu faktor yang mendukung perikanan berkelanjutan.

Penelitian mengenai dampak pemberlakuan moratorium perikanan yang dilakukan oleh beberapa peneliti lebih banyak membahas mengenai dampak dan kebijakan perikanan secara umum. Unipa pada tahun 2016 melakukan kajian mengenai dampak pemberlakuan moratorium perikanan dengan berfokus pada dampak ekonomi dan sosial atas pemberlakuan moratorium perikanan. Nurlaili *et.al.* (2016) melakukan penelitian mengenai dampak kebijakan moratorium terhadap sektor usaha perikanan yang salah satu kesimpulannya adalah pemerintah perlu melakukan kebijakan transisi melalui penciptaan mata pencaharian alternatif yang sesuai dengan ketrampilan yang dimiliki. Penelitian tersebut juga membahas mengenai kebijakan perikanan secara umum. Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini diarahkan untuk berfokus pada kebijakan perikanan udang di Papua Barat. Tujuan penelitian adalah memberikan arahan kebijakan setelah penghentian moratorium perikanan agar industri perikanan udang dapat memberikan kontribusi bagi penciptaan lapangan kerja serta peningkatan pendapatan asli daerah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi yaitu Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat yang merupakan daerah produksi udang. Penelitian dimulai pada Bulan Mei s/d Juli 2019. Lokasi Penelitian tersaji pada Gambar 1.

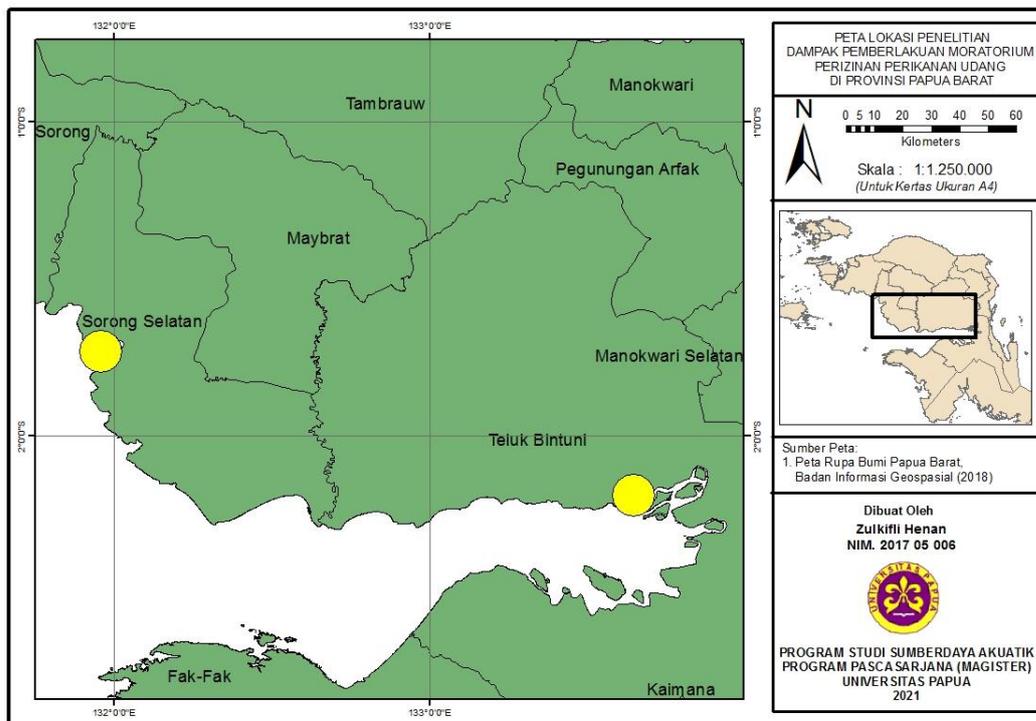
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bersifat eksploratif yang bertujuan untuk mendapatkan fakta yang ada. Penelitian eksploratif digunakan untuk menemukan sesuatu yang baru dapat berupa pengelompokan suatu gejala atau fakta tertentu

(Hardani *et.al*, 2020). Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih detail mengenai suatu gejala atau fenomena yang biasanya merupakan kelanjutan dari penelitian eksploratif (Priyono, 2016).

Pengambilan data menggunakan metode wawancara langsung dilapangan menggunakan metode survey yaitu metode yang bertujuan untuk mengumpulkan data dari sejumlah variabel pada suatu kelompok masyarakat melalui wawancara langsung dan berpedoman pada pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya (Singarimbun, 1995). Responden disekat atau dilapis kedalam beberapa kelompok berdasarkan jenis kelamin, tingkat pendidikan, tingkat pendapatan, pengetahuan mengenai moratorium serta dampak moratorium dengan pengambilan contoh Purposive Sampling guna mendapatkan informasi melalui kuisioner yang dibuat.

Purposive sampling digunakan apabila sasaran sampling telah memiliki

karakteristik tertentu sehingga tidak mungkin diambil sampel lain yang tidak memenuhi karakteristik yang telah ditetapkan (Mulyatiningsih, 2011). Pertimbangan menggunakan Purposive Sampling karena metode pengambilan sampel dengan metode ini sengaja memilih responden berdasarkan kebutuhan data yang diinginkan dengan ketentuan peran serta atau peran responden dalam usaha perikanan udang serta pertimbangan lain yaitu kemudahan dalam wawancara dan kesediaan responden untuk memberikan informasi yang dibutuhkan dalam kegiatan penelitian. Responden pada penelitian ini adalah rumah tangga perikanan sebanyak 23 responden, pedagang sebanyak 14 responden, konsumen sebanyak 14 responden, industri Perikanan yang terkena dampak moratorium sebanyak 11 responden serta diskusi dengan ahli perikanan sebanyak 4 ahli perikanan. Data hasil wawancara diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excell.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini dikelompokkan kedalam dua kelompok yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang diamati mencakup potensi, tingkat pemanfaatan dan kondisi sumberdaya alam dan sumberdaya manusia di lokasi penelitian serta kondisi infrastruktur penunjang dan permodalan nelayan lokal. Faktor eksternal yang diamati mencakup kebijakan pemerintah, kebutuhan atau permintaan udang serta perkembangan pemasaran produk perikanan. Pengumpulan data primer untuk mengamati faktor internal dan faktor eksternal dilakukan dengan menggunakan kuisioner dengan sasaran responden rumah tangga perikanan, perusahaan, pedagang, konsumen dan diskusi dengan pakar perikanan. Faktor-faktor lingkungan internal dan faktor eksternal yang terdapat pada perikanan

udang di Papua Barat disajikan pada Tabel 1.

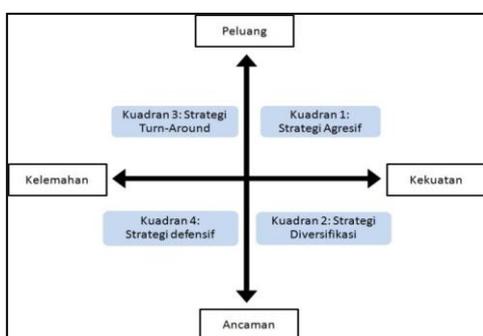
Pengumpulan data sekunder yang mendukung penelitian dilakukan dengan studi berbagai pustaka dari hasil penelitian terdahulu maupun tulisan-tulisan yang relevan dengan permasalahan yang diteliti. Data sekunder diperoleh melalui kajian terhadap laporan penelitian, publikasi ilmiah yang ada.

Berdasarkan faktor internal dan eksternal tersebut, maka dilakukan penilaian terhadap masing-masing faktor. Penilaian dimulai dengan menentukan peringkat masing-masing faktor. Peringkat masing-masing faktor ditentukan dengan skala 1–4. Skala 1 menyatakan pengaruh kecil, Skala 2 menyatakan pengaruh Sedang, skala 3 menyatakan pengaruh besar dan skala 4 menyatakan pengaruh sangat besar.

Tabel 1. Faktor Internal dan Faktor Eksternal Perikanan Udang

Faktor Internal	
Kekuatan	Kelemahan
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Memiliki perairan laut dengan potensi sumberdaya udang yang besar (jenis dan jumlah).</li><li>2. Tersedia jumlah tenaga kerja yang cukup</li><li>3. Lingkungan perairan lautnya memiliki tingkat kesuburan yang baik sehingga terdapat daerah penangkapan udang yang potensial</li><li>4. Kondisi geografis yang strategis</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pemanfaatan sumberdaya udang belum optimal dan merata</li><li>2. Masih terbatasnya infrastruktur dasar dan prasarana perikanan udang</li><li>3. Kemampuan permodalan nelayan setempat masih terbatas</li><li>4. Kurangnya penguasaan teknologi dan minimnya informasi</li></ol>
Faktor Eksternal	
Peluang	Ancaman
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Permintaan komoditi udang terus meningkat</li><li>2. Kebijakan penghentian izin usaha penangkapan ikan oleh armada asing di ZEE Indonesia</li><li>3. Digitalisasi Pemasaran produk udang</li><li>4. Produk udang yang diekspor terdata</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kebijakan pemerintah yang berubah-ubah</li><li>2. Fluktuasi Harga dan kelangkaan BBM</li><li>3. Moda transportasi yang mahal</li><li>4. Sarana telekomunikasi/ jaringan telephon masih terbatas</li></ol>

Untuk menganalisis strategi pengelolaan perikanan udang di Provinsi Papua Barat, digunakan Analisis SWOT (*Strenghts, Weakness, Opportunities, Threats*). Analisis SWOT digunakan untuk menganalisis faktor internal dan eksternal pengembangan Perikanan Udang. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memksimalkan kekuatan (*Strenghts*) dan peluang (*Opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*Weakness*) dan ancaman (*Threats*) (Rangkuti, 2006). Diagram analisis SWOT tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Analisis SWOT

Untuk memetakan faktor eksternal dan faktor internal dalam diagram analisis SWOT, maka dilakukan perhitungan selisih setiap faktor. Untuk mendapatkan nilai faktor internal maka dilakukan perhitungan selisih antara kekuatan dengan kelemahan (S-W) dan untuk mendapatkan nilai faktor eksternal dilakukan perhitungan selisih antara peluang dan ancaman (O-T). Nilai faktor internal akan berada pada sumbu X dan nilai faktor eksternal berada pada sumbu Y.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi potensi, jumlah tangkapan yang diperbolehkan dan tingkat pemanfaatan sumberdaya udang di lokasi penelitian diperlukan dalam rangka mendukung kebijakan pengelolaan perikanan. Estimasi potensi, jumlah tangkapan yang diperbolehkan dan tingkat pemanfaatan sumberdaya udang di lokasi penelitian digunakan

sebagai pertimbangan utama dalam menentukan formulasi pembagian alokasi sumberdaya udang. Daerah penangkapan udang pada lokasi penelitian berada pada Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 715 yang meliputi Perairan Teluk Tomini, Laut Maluku, Laut Halmahera, Laut Seram, dan Teluk Berau. Setelah adanya pemberlakuan moratorium, perusahaan tidak lagi beroperasi sehingga operasi penangkapan udang terfokus pada WPP 715 atau daerah yang berdekatan dengan domisili dari nelayan.

Perikanan udang di Kabupaten Teluk Bintuni dan Kabupaten Sorong Selatan yang masuk dalam WPP 715 masih berada pada fase perkembangan. Hal ini ditunjukkan dengan jumlah prediksi tangkapan yang masih meningkat seiring meningkatnya jumlah upaya tangkapan per tahun. Artinya, apabila terjadi penambahan jumlah upaya tangkap melalui penambahan armada tangkap pada perikanan skala kecil masih dapat dilakukan. Penambahan armada masih dapat dilakukan dengan melakukan monitor ketat karena WPP 715 masuk dalam kategori *Fully Exploited* berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 50 tahun 2017.

Berdasarkan hasil perhitungan CPUE pada lokasi penelitian, diperoleh hasil tingkat pemanfaatan udang di perairan Teluk Bintuni dan Sorong Selatan sebelum diberlakukannya moratorium adalah 50,01% atau masuk dalam kategori *Fully exploited* berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 50 tahun 2017. Setelah adanya pemberlakuan moratorium perikanan, tingkat pemanfaatan udang di perairan Teluk Bintuni dan Sorong Selatan mengalami penurunan menjadi 15,99% atau masuk dalam kategori *moderate* yang berarti upaya penangkapan dapat ditambah. Penambahan upaya dapat dihentikan atau dikurangi apabila akan atau telah mencapai titik ekuilibrium yaitu titik keseimbangan antara upaya dan prediksi potensi lestari udang.

Pengelolaan sektor perikanan udang di suatu daerah, secara umum dipengaruhi oleh lingkungan strategisnya baik lingkungan internal maupun eksternal. Faktor internal dan faktor eksternal ini yang dapat menentukan tingkat keberhasilan dalam upaya perencanaan dan implementasinya. Faktor internal dan eksternal secara sinergis akan menentukan kekuatan dan kelemahan kawasan terutama pemerintah daerah untuk tetap berada pada jalur kewenangannya dalam menyikapi permasalahan dan peluang yang ada maupun yang akan datang. Kondisi tersebut akan menempatkan eksistensi yang sangat baik bagi perencanaan pengembangan perikanan udang kedepan.

Strategi adalah cara terbaik untuk mencapai suatu sasaran atau untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Selain itu strategi berarti penentuan tujuan dan sasaran jangka panjang organisasi atau perusahaan. Pada saat perusahaan ingin memenangkan persaingan pada suatu industri satu hal yang harus diputuskan yaitu siasat yang harus diberlakukan. Keberhasilan suatu siasat tidak lepas dari sumber daya dan kecakapan pendayagunaannya (Pardede, 2011).

Lingkungan internal merupakan semua kondisi dan faktor yang berada di dalam batas wilayah administratif (yang mencakup sumber daya alam, sumber daya manusia, infrastruktur, kelembagaan dan sosial ekonomi) dan wewenang pemerintah daerah yang mungkin dapat berfungsi sebagai kekuatan yang dapat mendukung dan mendorong pemerintah daerah dalam mengemban misi dan mewujudkan visinya atau sebaliknya sebagai kelemahan yang dapat menghambat dalam mengemban misi dan mewujudkan visinya. Faktor –faktor internal yang terdapat pada perikanan udang tersaji pada Tabel 2.

Lingkungan eksternal merupakan semua kondisi dan faktor yang berada diluar wilayah dan wewenang Pemerintah daerah yang mungkin dapat dijadikan sebagai peluang dalam mengemban misi dan mewujudkan visi atau sebaliknya menjadi suatu ancaman. Lingkungan eksternal mencakup teknologi, pasar, konsumen, investor, donatur (dalam dan luar negeri) serta Kementerian Kelautan dan Perikanan. Penilaian terhadap masing-masing faktor eksternal disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Penilaian Faktor Internal pada Perikanan Udang

No	Parameter	Bobot	Skor	Jumlah	
<b>A Kekuatan</b>					
1	Memiliki perairan laut dengan potensi sumberdaya udang yang besar (jenis dan jumlah).	0,15	3,00	0,45	
2	Tersedia jumlah tenaga kerja yang cukup	0,12	2,43	0,29	
3	Lingkungan perairan lautnya memiliki tingkat kesuburan yang baik sehingga terdapat daerah penangkapan udang yang potensial	0,15	3,00	0,45	
4	Kondisi geografis yang strategis	0,15	3,00	0,45	
				<b>Jumlah</b>	<b>1,65</b>
<b>B Kelemahan</b>					
1	Pemanfaatan sumberdaya udang belum optimal dan merata	0,11	2,29	0,26	
2	Masih terbatasnya infrastruktur dasar dan prasarana perikanan udang	0,14	2,71	0,37	
3	Kemampuan permodalan nelayan setempat masih terbatas	0,09	1,86	0,17	
4	Kurangnya penguasaan teknologi dan minimnya informasi	0,09	1,71	0,15	
				<b>Jumlah</b>	<b>0,94</b>

Tabel 3. Faktor Eksternal Perikanan Udang

No	Parameter	Bobot	Skor	Jumlah
<b>A Peluang</b>				
1	Permintaan komoditi udang terus meningkat	0,22	3,00	0,66
2	Kebijakan penghentian izin usaha penangkapan ikan oleh armada asing di ZEE Indonesia	0,22	3,00	0,66
3	Digitalisasi Pemasaran produk udang	0,08	1,14	0,10
4	Produk udang yang diekspor terdata	0,09	1,29	0,12
<b>Jumlah</b>				<b>1,55</b>
<b>B Ancaman</b>				
1	Kebijakan pemerintah yang berubah-ubah	0,07	1,00	0,07
2	Fluktuasi Harga dan kelangkaan BBM	0,07	1,00	0,07
3	Moda transportasi yang mahal	0,10	1,43	0,15
4	Sarana telekomunikasi/ jaringan telephon masih terbatas	0,13	1,71	0,22
<b>Jumlah</b>				<b>0,51</b>

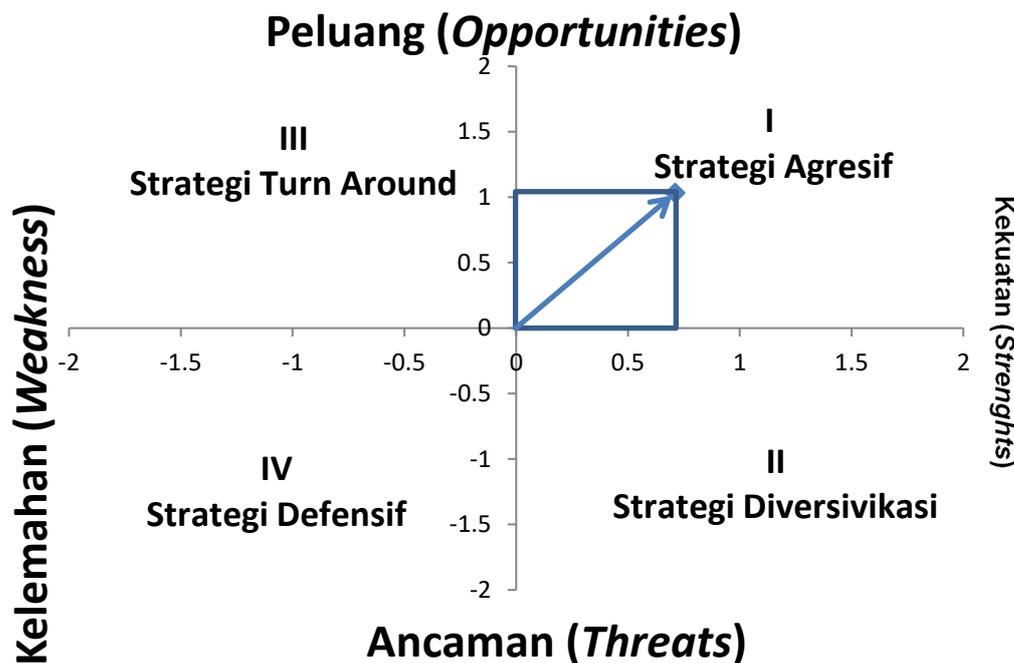
Setelah kondisi lingkungan strategis (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman) sektor perikanan udang di Kabupaten Sorong Selatan dan Kabupaten Teluk Bintuni teridentifikasi, maka selanjutnya dilakukan perumusan strategi pengembangannya dengan menggunakan matriks atau analisis SWOT (*strengths-weakness-opportunity-threats*). Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunity*), namun secara bersamaan dapat mengatasi atau meminimalkan kelemahan (*weakness*) dan ancaman (*threats*). Rumusan strategi yang diperlukan untuk pengembangan perikanan udang di Provinsi Papua Barat hasil generating dari matriks SWOT dapat dilihat pada Tabel 4.

Untuk memetakan faktor eksternal dan faktor internal dalam hasil analisis SWOT, maka dilakukan perhitungan selisih setiap faktor. Untuk mendapatkan nilai faktor internal maka dilakukan perhitungan selisih antara kekuatan dengan kelemahan (S-W) dan untuk mendapatkan nilai faktor eksternal maka dilakukan perhitungan selisih antara peluang dan ancaman (O-T). Nilai faktor internal akan berada pada sumbu X dan nilai faktor Eksternal berada pada sumbu Y. Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 dapat diperoleh

nilai faktor internal (Kekuatan – Kelemahan) yaitu 0,71 dan nilai untuk faktor eksternal (Peluang – ancaman) yaitu 1,03. Jika nilai tersebut dipetakan dalam diagram analisis SWOT, maka posisinya akan berada pada kuadran I yang mendukung kebijakan perikanan udang secara agresif dengan menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang yang ada. Matriks space strategi pengembangan perikanan udang tersaji pada Gambar 3.

Tabel 4. Matriks SWOT untuk Pengelolaan Perikanan Udang

	<b>Kekuatan (<i>Strengths</i>)</b>	<b>Kelemahan (<i>Weakness</i>)</b>
<b>Faktor Internal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memiliki perairan laut dengan potensi sumberdaya udang yang besar (jenis dan jumlah).</li> <li>2. Tersedia jumlah tenaga kerja yang cukup</li> <li>3. Lingkungan perairan lautnya memiliki tingkat kesuburan yang baik sehingga terdapat daerah penangkapan udang yang potensial</li> <li>4. Kondisi geografis yang strategis</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemanfaatan sumberdaya udang belum optimal dan merata</li> <li>2. Masih terbatasnya infrastruktur dasar dan prasarana perikanan udang</li> <li>3. Kemampuan permodalan nelayan setempat masih terbatas</li> <li>4. Kurangnya penguasaan teknologi dan minimnya informasi</li> </ol>
<b>Faktor Eksternal</b>		
<b>Peluang (<i>Opportunity</i>)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengembangan nilai lebih hasil tangkap perikanan udang yang mampu memanfaatkan komoditas udang yang ada.</li> <li>2. Optimalisasi produktivitas Perikanan udang skala kecil.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengembangan infrastruktur perikanan udang.</li> <li>2. Penyiapan dan peningkatan kualitas SDM pelaku usaha perikanan udang</li> <li>3. Penyusunan mekanisme kredit yang aman dan tepat untuk nelayan kecil</li> <li>4. Penciptaan sistem investasi perikanan udang yang menarik dan kondusif.</li> </ol>
<b>Ancaman (<i>Threats</i>)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peningkatan sistem pengawasan dan penegakan hukum yang tegas terhadap pemanfaatan sumberdaya udang berbasis masyarakat.</li> <li>2. Pengembangan sistem logistik dalam penyediaan bahan bakar minyak.</li> <li>3. Penyiapan dan peningkatan kualitas SDM pengawas lingkungan perairan.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peningkatan kerjasama usaha penangkapan udang melalui program kemitraan.</li> <li>2. Peningkatan kesadaran pelaku usaha perikanan udang dan masyarakat pesisir terkait kelestarian lingkungan pesisir dan laut.</li> </ol>



Gambar 2. Diagram Analisis SWOT Pengembangan Perikanan Udang

#### KESIMPULAN

1. Peningkatan kesadaran masyarakat pesisir terhadap kelestarian lingkungannya.
2. Optimalisasi produktivitas perikanan tangkap skala kecil melalui peningkatan kualitas SDM nelayan
3. Penegakkan hukum secara tegas dan peningkatan sistem pengawasan pemanfaatan sumberdaya ikan berbasis masyarakat, termasuk peningkatan kualitas SDM pengawasan.
4. Pengembangan infrastruktur perikanan tangkap, termasuk sistem logistik penyediaan BBM
5. Peningkatan kerjasama usaha penangkapan ikan melalui program kemitraan, untuk menjamin keberlanjutan biaya operasional, dan pengembangan investasi usaha.

6. Pengembangan nilai tambah hasil perikanan tangkap untuk kesejahteraan nelayan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung kajian ini sehingga penulis dapat menyelesaikan publikasi ini. Terima kasih kepada para editor anonim yang telah mereview dan memberikan saran perbaikan naskah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- DKP Papua Barat. (2016). *Statistik Perikanan Tangkap*. Manokwari: Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Papua Barat.
- Dwidjowojoto, R. (2007). *Analisis Kebijakan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Hardani, N.H Aulia, H. Andriani, R.A. Fardani, J. Ustiawaty, E.F. Utami, D.J. Sukmana, R.R. Istiqomah. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. CV. Pustaka Ilmu: Yogyakarta.

- Hikmayani, Y. R. (2015). *Efektifitas Pemberlakuan Kebijakan Moratorium Kapal Eks Asing dan Transshipment Terhadap Kinerja Usaha Penangkapan Ikan*. Jurnal Kebijakan Sosek Kelautan dan Perikanan Vol 5 No 2 Tahun 2015.
- KEPMEN KP No. 50/Keprmen-KP/2017. (tahun 2017). *Estimasi Potensi JTB dan Tingkat Pemanfaatan SDI di WPPNRI*.
- Mulyatiningsih, Endang. 2011. *Riset Terapan Bidang Pendidikan dan Teknik*. UNY Press: Yogyakarta.
- Pontas M. Pardede. 2011. *Manajemen Strategik Dan Kebijakan Perusahaan*. Mitra Wacana Media, 2011: Jakarta.
- Priyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Zifatama Publishing: Sidoarjo.
- Rahmayanti, A. B. (2016). *Implikasi Kebijakan Moratorium Terhadap Sektor Perikanan di Bitung. Prosiding the 1st International Confererence on Social Sciences and Humanities (ICCSH)*.
- Rangkuti, F. (2006). *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Singarimbun, M. 1995. *Metode Penelitian Survey*. Lembaga Penelitian Pendidikan dan Penerangan Ekonomi dan Sosial. PT Pustaka LP3ES Indonesia: Jakarta.
- Unipa. (2016). *Laporan Akhir Dampak Ekonomi dan Sosial atas Pemberlakuan Permen KP di Provinsi Papua Barat*. Manokwari: Kerjasama Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua dan Kantor Perwakilan Bank Indonesia Provinsi Papua Barat.
- Williams, W. 1971. *Social Policy Research and Analysis*. American Elsvier Publishing Company, New York, USA, and Weimer, D.L. and A.R. Vining. 1989. *Policy Analysis: Concept and Practice*. Prentice Hall Inc. Englewoods, J.J., USA.



## **Pemanfaatan Bahan Lokal Biji Pala (*Myristica* sp.) Sebagai Bahan Anestesi Pada Kegiatan Budidaya Ikan Hias Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*)**

Utilization of Local Material Nutmeg (*Myristica* sp.) As Anesthesia Material in the Transportation of Blue Devil Ornamental Fish (*Chrysiptera cyanea*)

**Muhammad Aris\*. Fatma Muchdar**

Aquaculture Study Program, Faculty of Fisheries and Marine, Khairun University, Ternate.

\*Correspondence: amboasse100676@gmail.com

### **ABSTRAK**

Ikan Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) merupakan salah satu komoditi ikan hias air laut yang sangat populer sehingga sering dicari diperdagangan internasional karena morfologinya yang menarik. Proses perdagangan komoditi ikan hias sangat berbeda dengan komoditi ikan konsumsi karena perdagangannya dalam keadaan hidup. Penanganan dan transportasi memegang peranan yang sangat penting pada sistem ini. Namun, kendala yang sering dihadapi adalah kematian sebelum ikan sampai di tempat tujuan. Selama ini, proses perdagangan ikan hias menggunakan bahan anestesi, bahan-bahan anestesi tersebut adalah MS-222, benzocaine, 2-phenoxyethanol dan quinaldine sulphate. Aplikasi bahan ini tidak direkomendasikan untuk digunakan karena memiliki dampak negatif bagi ikan yang dapat menurunkan imunitas ikan. Aplikasi bahan anestesi alami menjadi alternatif yang dapat digunakan karena lebih rama lingkungan. Tanaman pala (*Myristica* sp.) merupakan salah satu bahan alami lokal yang dapat digunakan sebagai bahan anestesi. Tanaman pala (*Myristica* sp.) mengandung minyak atsiri yang bermanfaat sebagai zat sadaptif. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi biji tanaman Pala (*Myristica* sp.) lokal sebagai bahan anestesi ikan Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) dengan pengujian lethal konsentrasi/LC-50. Pengujian LC-50 pada penelitian ini sebagai tahapan awal menentukan dosis anestesi yang tepat bagi ikan Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). Pembuatan ekstrak dari biji Pala (*Myristica* sp.) bertujuan untuk memperoleh minyak atsiri. Prosedur dalam mendapatkan minyak atsiri biji pala (*Myristica* sp.) dilakukan dengan cara destilasi uap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji tanaman Pala (*Myristica* sp.) sangat berpengaruh bagi ikan Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) dengan dosis yang sangat berpengaruh adalah 10ml, namun tidak dianjurkan digunakan. Untuk pengembangan sebagai bahan anestesi, maka gunakan dosis <2 ml.

**Kata Kunci:** Ikan Blue Devil; *Myristica* sp.; Anestesi; LC-50

### **ABSTRACT**

Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is one of the very popular seawater ornamental fish commodities that is often sought after in international trade because of its attractive morphology. The trading ornamental fish commodities are very different from the consumption fish commodity because the trade is alive. Handling and transportation play a critical role in this system. However, the problem of delivering these goods is high mortality happened before the fish arrive at their destination. In this study, the delivery of ornamental fish using anesthetic ingredients. The anesthetic ingredients are MS-222, benzocaine, 2-phenoxyethanol, and quinaldine sulfate. The application of this material is

not recommended because it will harm fish that can reduce fish immunity. The application of natural anesthetic ingredients can be used as an alternative environment. Nutmeg (*Myristica* sp.) is one of the local natural ingredients that have anesthetic potential. Nutmeg (*Myristica* sp.) contains essential oils that are useful as adaptive substances. This study aims to determine the potential of local Nutmeg (*Myristica* sp.) Seeds as an anesthetic material for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) by lethal concentration / LC-50 testing. LC-50 testing in this study is an initial step to determine the appropriate anesthetic dose for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). Making extracts from nutmeg seeds (*Myristica* sp.) Aims to obtain essential oils. The procedure for obtaining nutmeg (*Myristica* sp.) Essential oils are carried out by steam distillation. The results showed that the seeds of the Nutmeg plant (*Myristica* sp.) Were very influential for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) with a very significant dose of 10ml, but not recommended for use. For development as an anesthetic material, then use a dose <2 ml.

**Keywords:** The Blue Devil; Nutmeg; Anesthesia; LC-50

## INTRODUCTION

The Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is a trendy seawater ornamental fish commodity. This fish is one of the top ten species of seawater ornamental fish most sought after international trade. The interesting morphology is a reason for ornamental fish lovers or hobbyists to hunt them down. Besides, Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is also easily maintained (Jung *et al.*, 2010; Bapary *et al.*, 2011). The cultivation of ornamental fish is different from the fish cultivation for consumption. That difference is, the trade is alive. Handling and transportation play a crucial role in this system. However, the obstacle that is often faced is death before the fish arrive at their destination. The cause of death is due to stress and physical damage due to mishandling (de Oliveira *et al.*, 2019).

Anesthesia in transporting fish is a viable alternative. The anesthetics used in aquaculture activities are MS-222, benzocaine, 2-phenoxyethanol, and quinaldine sulfate (Ortuno *et al.* 2002). However, this material is not recommended for use because it harms fish that can reduce fish immunity. Natural anesthesia is an alternative that can be used because it is more environmentally friendly (Bressler and Ron, 2004).

Nutmeg (*Myristica* sp.) It is a local ingredient that can be used as an

anesthetic ingredient. Nutmeg (*Myristica* sp.) It contains essential oils that are useful as adaptive substances. Nutmeg (*Myristica* sp.) Has been used as an anesthetic agent in Belida fish (*Notopterus chitala*) and Nilem fish (*Osteochillus hasselti*) (Rahayu and Supriatna, 2012; Dayatino *et al.*, 2014).

Each species of test fish has different responses to the test parameters. It is due to different physiological responses (Vanlandeghem *et al.* 2010; Singh *et al.*, 2013). In this regard, this study aims to determine the potential of seeds of the local Nutmeg (*Myristica* sp.) As an anesthetic ingredient for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) with lethal concentration / LC-50 testing. LC-50 testing in this study is an initial step to determine the appropriate anesthetic dose for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*).

## MATERIALS AND METHODS

### Test Fish

In this study, test fish were healthy Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) fish, which were 5 cm in size, totaling 120 individuals. Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is acclimatized for 1 week first in a container with a 5-liter water capacity before the treatment is given. During acclimatization, Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) are fed twice a day. This procedure follows the

method developed by Islami et al (2017).

### Experimental Design

The study used a completely randomized design with 4 treatments and 3 replications for each treatment. The treatments given were 4 ml (A) nutmeg (*Myristica* sp.) Extracts; 6 ml (B); 8 ml (C); and 10 ml (D).

### Nutmeg Seed Extract Preparation

Making extracts from nutmeg seeds (*Myristica* sp.) Aims to obtain essential oils. The procedure for obtaining nutmeg (*Myristica* sp.) Essential oils are carried out by steam distillation. This process follows the method proposed by Ikhsanudin and Azizah, (2017).

### LC-50 Testing

LC-50 testing in this study is a study that aims to determine the upper and lower threshold concentration of local Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extracts. This test looks at the speed of

influence of test material in killing 50% of the test animal population. This procedure follows the method developed by Islami et al (2017).

### Water Quality Observation

Water quality is one of the main factors for the success of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) aquaculture. The parameters observed in this study, namely, temperature, salinity, pH, and dissolved oxygen (DO).

### Data Analysis

Data analysis used analysis of variance (ANOVA). Meanwhile, to see the difference in influence between treatments, an LSP further test was conducted.

## RESULTS AND DISCUSSION

Lethal concentration (LC-50) test results of Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extract on Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) can be seen in Figure 1.

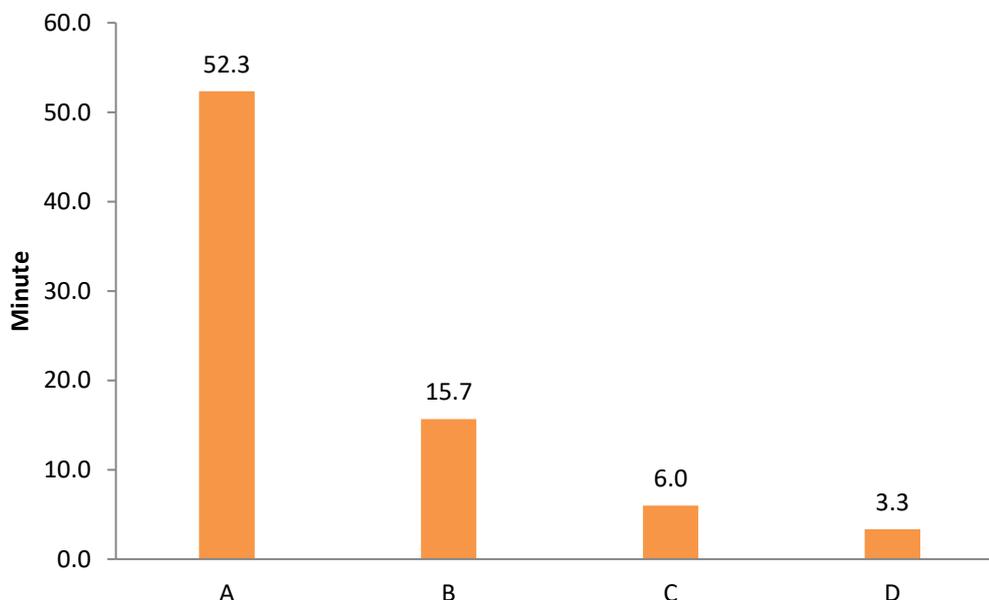


Figure 1. Histogram testing for LC-50 Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extract on Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). Note: (A) 4 ml of nutmeg (*Myristica* sp.) Extracts; (B) 6 ml; (C) 8 ml; and (D) 10 ml.

The results of the study, as shown in Figure 1, show that the higher the concentration of Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extract, the faster the death rate of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). The fastest average mortality rate is treatment D, which is 3 minutes 3 seconds. Then, treatment C is 6 minutes; treatment B, 15 minutes 7 seconds; and treatment A, 52 minutes 3 seconds.

Results of analysis of variance (Table 1) showed that Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extracts had a very significant effect ( $F_{count} > F_{table}$ ) on the speed of the death of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). LSP further tests showed that treatment A was significantly different from treatment B, C, and D, which had the same effect.

Nutmeg seed extract (*Myristica* sp.) can affect Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) because it contains essential oils (Rangkuti *et al.*, 2019). In Nutmeg seeds (*Myristica* sp.), The essential oil content is 1.85% (Ikhsanudin and Azizah, 2017). The essential oils of Nutmeg (*Myristica* sp.) are  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -pinene, myristicin,  $\alpha$ -thujene, camphene, sabinene, myrcene,  $\alpha$ -phellandrene, trans- $\beta$ -ocimene,  $\alpha$ -terpinene, benzene, limonene, linalool, and 2-methoxy-4- (1-propenyl) (Sari *et al.* 2018).

Essential oils have various functions, one of which is as an anesthetic that has been applied to several species of fish, namely tilapia (*Oreochromis niloticus*), freshwater Angelfish (*Pterophyllum scalare*), Milkfish (*Chanos chanos*), Zebra (*Dascyllus melanurus*), and Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*)

(Supriyono *et al.*, 2010; Khalil *et al.*, 2013; Rahim, 2017; de Oliveira *et al.*, 2019).

In this study, nutmeg seed extract also resulted in changes in the behavior and morphology of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). Exposure to Nutmeg (*Myristica* sp.) Seed extract caused the Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) to experience stress accompanied by a change in color from bright blue to dark blue. It is an initial response to changes in environmental conditions. This color pattern change ends with a dark blue to black change. The higher the dose, the faster the color change response.

The entry of chemicals in the environment can disturb the response of fish. Reactions in question include respiratory activity changes, swimming activities and movements, fish body color, and higher chemical exposure resulting in death (Arfiati *et al.*, 2018). In a study conducted by Dayatino *et al.* (2014), the administration of essential oils as an anesthetic material greatly influences fish behavior changes. This change is a physiological response to the anesthetic material. Besides, the higher the dose given, the lower the survival of the test fish.

Water quality also dramatically influences the survival of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). Water quality parameters also determine the growth and success of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) cultivation. The results of observing water quality parameters can be seen in Table 2.

Table 1. Analysis of variance

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4608,67	3	1536,22	15,29	0,00	4,07
Within Groups	804,00	8	100,50			
Total	5412,67	11				

Table 2. Observation results of water quality parameters

Parameter	Observation Result
Temperature (°C)	27,5
Salinity (ppt)	33
pH	7,65
Dissolved Okxygen (mg/l)	4,02

Water temperature is one of the most critical factors in regulating life processes and the spread of organisms in water (Burt *et al.* 2011). Observations show that the temperature range is around 27.5 °C. The optimal range for the maintenance of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is 25-28 (Bapary *et al.*, 2011).

Salinity is closely related to aquatic biota's osmotic pressure adjustment (Varsamos *et al.* 2005). The observations showed that the salinity range was 33 ppt. A good salinity range for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is 33 ppt (Sahetapy *et al.*, 2016).

The degree of acidity or pH is an important chemical parameter in monitoring water stability (Kale, 2016). The observations showed a pH range of 7.65. The optimal pH range for rearing Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is 8.1 - 8.4 (Bapary *et al.*, 2011).

Oxygen determines the life of organisms in such waters, especially in the biological function of growth (Pörtner, 2009). The observations showed that the DO range was around 4.02 mg / l. The optimal range of dissolved oxygen (DO) for rearing Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) is > 4 mg / l (Sahetapy *et al.*, 2016).

## CONCLUSION

Based on research that has been done, it can be concluded that the seeds of the Nutmeg plant (*Myristica* sp.) Are very influential for Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*) with a very significant dose of 10ml, but it is not recommended for use. For development as an anesthetic material, then use a dose

<2 ml. Granting of Nutmeg (*Myristica* sp.) Seeds cause changes in behavior and morphological changes in Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*).

## REFERENCES

- Arfiati, D., Zakiyah, U., Nabilah, I.S., Khoiriyah, N., Jayanti, A.S., Kharismayanti, H.F., 2018. Perbandingan LC50 – 96 jam terhadap mortalitas benih ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 pada limbah penyamakan kulit dan insektisida piretroid. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 103-114. <https://doi.org/10.32491/jii.v18i2.430>
- Bapary, M.A.J., Amin, M.N., Takeuchi, Y., Takemura, A., 2011. The stimulatory effects of long wavelengths of light on the ovarian development in the tropical damselfish, *Chrysiptera cyanea*. *Aquaculture* 314: 188–192. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.02.006>
- Bressler, K., Ron, B., 2004. Effect Of Anesthetics On Stress And The Innate Immune System Of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgheh* 56(1): 5-13
- Burt, J.M., Hinch, S.G., Patterson, D.A., 2011. The importance of parentage in assessing temperature effects on fish early life history: a review of the experimental literature. *Rev Fish Biol Fisheries*, 21: 377–406. <https://doi.org/10.1007/s11160-010-9179-1>
- de Oliveira, C.P.B., Lemos, C.H.P., e-Silva, A.F., de Souza, S.A., Albinati, A.C.L., Lima, A.O., Copatti, E., 2019. Use of eugenol for the anaesthesia and transportation of freshwater angelfish (*Pterophyllum scalare*). *Aquaculture* 513: 734409. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734409>

- Dayatino, Raharjo, E.I., Rachimi., 2014. Penggunaan Ekstrak Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Sebagai Anestesi Dalam Proses Transportasi Sistem Basah Calon Induk Ikan Belida (*Notopterus chitala*). *Jurnal Ruaya*, 1(1): 77-80
- Ikhsanudin, A., Azizah, D.N., 2017. Uji Aktivitas Repelan Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Betina Sediaan Emulgel Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt.). *JF FIK UINAM*, 5(4): 225-231
- Islamy, R.A., Yanuhar, U., Hertika, A.M.S., 2017. Assessing the Genotoxic Potentials of Methomyl-based Pesticide in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Using Micronucleus Assay. *The Journal of Experimental Life Science*, 7(2), 88-93.
- Jung, M., Oh, B., Kim, S., Lee, C., Yang, M., Han, S., Rho, S., Kim, H., 2010. Spawning volume and times of Blue Devil *Pomacentrus caeruleus*. *Kor. J. of Ichth.* 22(2): 90-95
- Kale, V.S., 2016. Consequence of temperature, Ph, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters. *Int J Adv Res Sci Eng Technol* 3:186–190
- Khalil, M., Yuskarina, Hartami, P., 2013. Efektifitas Dosis Minyak Pala Untuk Pemingsanan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Selama Transportasi. *Jurnal Agrium*, 10 (2): 61-68
- Ortuno, J., Esteban, M.A., Meseguer, J., 2002. Effects of four anaesthetics on the innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish & Shellfish Immunology*, 12: 49–59. <https://doi.org/10.1006/fsim.2001.0353>
- Pörtner., H.O., 2009. Oxygen- and capacity-limitation of thermal tolerance: a matrix for integrating climate-related stressor effects in marine ecosystems. *J. Exp. Biol.* 213: 881–893. <https://doi.org/10.1242/jeb.037523>
- Rahayu, S.R.S., Supriatna, S., 2012. Penggunaan Minyak Biji Pala (*Myristica fragrans*, Houtt) Sebagai Bahan Anestesi Dalam Proses Pengangkutan Kualitas Spermatozoa Untuk Pemijahan Induk Ikan Nilem (*Osteochillus hasselti*, C.V.). *Ekologia*, 12 (2): 21-29
- Rahim, S.W., 2017. Respons Ikan Zebra Ekor Hitam (*Dascyllus melanurus*) Terhadap Penggunaan Anaestesi Minyak Cengkeh Sebagai Alat Bantu Penangkapan Pada Skala Laboratorium. *Marine Fisheries*, 8(1): 51-61.
- Rangkuti, F.R., Agustina, R., Mustaqimah, Mustafiril., 2019. Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Pada Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Rona Teknik Pertanian*, 11: 50-58
- Sari, L., Lesmana, D., Taharuddin., 2018. Estraksi Minyak Atsiri Dari Daging Buah Pala (Tinjauan Pengaruh Metode Destilasi Dan Kadar Air Bahan). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Jakarta. [jurnal.umj.ac.id/index.php/semnas tek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnas_tek)
- Sahetapy, J.M.F., Louhenapessy, D.G., Riry, E.C., 2016. The impact of component modification of "double bottom fillter" recirculation system to concentration of ammonia in water and survival rate at rearing media of Blue Devil (*Chrysiptera cyanea*). *Aquacultura indonesiana*, 17(1): 26-29
- Singh, S.P., Sharma, J.G., Ahmad, T., Chakrabarti, R., 2013. Effect of Water Temperature on the Physiological Responses of Asian Catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus 1758). *Asian Fisheries Science* 26:26-38

- Supriyono, E., Budiyantri, Budiardi, T., 2010. Respon Fisiologi Benih Ikan Kerapu Macan *Epinephelus fuscoguttatus* Terhadap Penggunaan Minyak Sereh dalam Transportasi Tertutup dengan Kepadatan Tinggi. *Ilmu Kelautan*, 15 (2) 103-112
- Varsamos, S., Nebel, C., Charmantier, G., 2005. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 141: 401–429. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.01.013>
- Vanlandeghem, M.M., Wahl, D.H., Suski, C.D., 2010. Physiological responses of largemouth bass to acute temperature and oxygen stressors. *Fisheries Management and Ecology*, 17: 414–425



## Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua

Spatial Distribution of Coral Cover in Cenderawasih Bay Marine Park, Papua

Ridwan Sala<sup>1\*</sup>, Roni Bawole<sup>1</sup>, Rimer Haigen Hein Biloro<sup>1</sup>, Mudjirahayu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari.

<sup>2</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari.

\*Korespondensi: [ridwansala@gmail.com](mailto:ridwansala@gmail.com)

### ABSTRAK

Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) memiliki potensi karang sebanyak 145 jenis dari 15 famili, dan tersebar di tepian 18 pulau besar dan kecil. Namun kondisi ekosistem terumbu karang di TNTC mulai terancam akibat fenomena alam dan aktifitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tutupan karang di TNTC berdasarkan bentuk hidup (*lifeform*) karang. Penelitian dilakukan dengan metode *Point-Intercept Transect* (PIT) pada Bulan Mei 2012, dengan pengambilan data terumbu karang per titik (*point*) sepanjang transek. Penempatan garis transek dilakukan pada 30 stasiun penelitian pada kedalaman 9 - 10 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen tutupan karang berdasarkan bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang hidup berkisar 44 %, karang mati 15%, pasir 31 %, alga 8% dan OT (*others*) 2%. Kisaran persentase tutupan karang hidup antara 31 - 50 % sehingga dikategorikan kondisi sedang. Kondisi tutupan karang tidak jauh berbeda antara zona larang tangkap dan zona tangkap. Adanya aktifitas penangkapan ikan dengan alat tidak ramah lingkungan dan kurangnya pengawasan pada kegiatan-kegiatan pemanfaatan sumberdaya perikanan karang telah mendorong terjadinya pemanfaatan yang tidak legal di dalam TNTC.

**Kata kunci:** Persentase tutupan karang, Papua, *point intercept transect*, Taman Nasional Teluk Cenderawasih, terumbu karang

### ABSTRACT

Cenderawasih Bay National Marine Park (TNTC) has as many as 145 types of coral from 15 families and distributed on the shores of 18 large and small islands. The condition of coral reef ecosystems was in danger due to natural phenomena and human activities. This study aims to determine the condition of coral cover in TNTC based on reef *lifeform*. The study was conducted using *Point-Intercept Transect* (PIT) in May 2012. Data collected using PIT method was only focus on coral *lifeform* at points along the line transects. Placement of the transect lines were performed on 30 different stations at a depth of 9-10 meters. The results show that based on coral *lifeform*, percent cover of live coral was 44% live coral, dead coral was 15%, sand was 31% sand, algae was 8% and OT (*others*) was 2%. The percentage cover of live coral ranged from 31% to 50% so it was categorized as moderate condition. Another finding, the condition of coral cover in no take zones was not different from fishing zones. It might be caused by a lack of supervision and monitoring in the no take zones and there were still illegal fishing practices found in TNTC.

**Keywords:** Coral cover persentage, Papua, point intercept transect, Cenderawasih Bay National Marine Park, coral reefs

## PENDAHULUAN

Taman Nasional Teluk Cendrawasih (TNTC) merupakan taman nasional perairan laut terluas di Indonesia. Penetapan TNTC melalui sejarah yang panjang. Tahun 1990, TNTC ditunjuk sebagai Cagar Alam Laut (SK Menhut No 58/Kpts-II/1990). Tahun 1990 dinyatakan sebagai Taman Nasional Laut (Pernyataan Menhut Nomor 448/Menhut VI/1990). Tahun 1993 ditunjuk sebagai Taman Nasional Laut (SK Menhut No. 472/Menhut-II/1993). Tahun 2002 ditetapkan sebagai Taman Nasional Laut seluas 1.453.500 Ha (SK. Menhut No. 8009/Menhut-II/2002). Kawasan ini terdiri dari daratan dan pesisir pantai (0,9 %), daratan pulau-pulau (3,8 %), terumbu karang (5,5 %), dan perairan lautan (89,8 %) (BBTNTC, 2009).

Kawasan TNTC memiliki tipe-tipe ekosistem pantai dan perairan laut yang terdiri dari terumbu karang, padang lamun, mangrove dan perairan dangkal yang kurang dari 20 m. Bentuk hamparan karang berupa terumbu karang pantai (*fringing reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*), terumbu karang berbentuk *Atol* (*Atol*) dan terumbu karang perairan dangkal (*shallow water reef*). Terumbu karang tersebut terdiri dari sekitar 67 genera dan sub genera, mencakup 145 jenis karang scleractinia yang terdapat sampai pada kedalaman 35 meter, dengan persentase penutupan karang hidup bervariasi antara 30 - 65 % (BBTNTC, 2009).

Distribusi spasial tutupan bentuk hidup (*life form*) karang sangat penting untuk dikaji karena berhubungan erat dengan keberadaan ikan (Hukom & Bawole, 1997). Korelasi antara karang dengan ikan, tidak terbatas hanya dengan ikan indikator (*Chaetodontidae*), tetapi ikan famili yang lain, seperti *Labridae* dan *Gobiidae* (Bell & Galzin, 1984). Hubungan tersebut berkaitan dengan ketersediaan makanan dan tempat berlindung dan reproduksi (meletakkan telur) (Bell & Galzin, 1984; Coker et al., 2014; Öhman & Rajasuriya,

1998). Meskipun beberapa genera karang bersifat soliter dan membentuk individu yang terpisah, misalnya *Leptopsammia pruvoti* (Caroselli et al., 2012), banyak karang scleractinia membentuk koloni yang terdiri dari sejumlah individu. Individu-individu ini bereproduksi secara aseksual dengan cara "*budding*" (membentuk tunas), sehingga dari waktu ke waktu koloni menjadi lebih besar dan terdiri dari banyak individu (misalnya *Acropora*). Sifat kolonial karang berimplikasi luas bagi identifikasi ekologi dan biologi karang. Salah satu konsekuensi utama adalah koloni karang dapat tumbuh menjadi berbagai bentuk morfologi sebagai individu baru bertumbuh dan berkembang. Perkembangan bentuk morfologi ini disebut *lifeform* (bentuk hidup) karang, dan dapat digunakan sebagai langkah pertama dalam mengidentifikasi karang, seperti genera dan spesies karang yang tumbuh menjadi bentuk hidup tertentu.

Bentuk hidup karang sangat bervariasi, misalnya bercabang (*Branching*), lembaran (*Foliose*) dan padat (*Massive*). *Lifeform* karang sangat penting bagi kehidupan biota bawah laut karena bentuk hidup karang dijadikan sebagai tempat persembunyian, berlindung, mencari makan dan memijah (bertelur) (Bell & Galzin, 1984; Coker et al., 2014; Öhman & Rajasuriya, 1998). Selain itu, karakteristik dari karang mempengaruhi sebaran dan kelimpahan ikan karang (Bawole et al., 2014). Masyarakat pada umumnya hanya melihat manfaat yang tampak dari keberadaan ekosistem terumbu karang dan cenderung mengabaikan manfaat yang sifatnya tidak tampak (*intangible*). Bentuk hidup karang sangat bergantung pada kualitas perairan atau habitat karang dan aktivitas manusia yang memanfaatkan perairan karang. Beberapa publikasi telah tersedia berkaitan dengan ikan karang dan asosiasinya dengan karang (Allen & Erdmann, 2009; Bawole et al., 2014). Namun demikian, publikasi tentang kondisi terumbu karang dan sebarannya bentuk hidup karang di TNTC belum tersedia. Mengingat pentingnya

bentuk hidup karang bagi kehidupan kehidupan biota karang maka sebaran bentuk hidup karang di suatu perairan sangat penting diketahui. Apalagi untuk ekosistem karang di perairan yang merupakan kawasan konservasi, seperti TNTC, penyediaan informasi tentang *lifeform* karang untuk mendukung keputusan pengelolaan secara bijaksana dan berkelanjutan perlu dilakukan.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

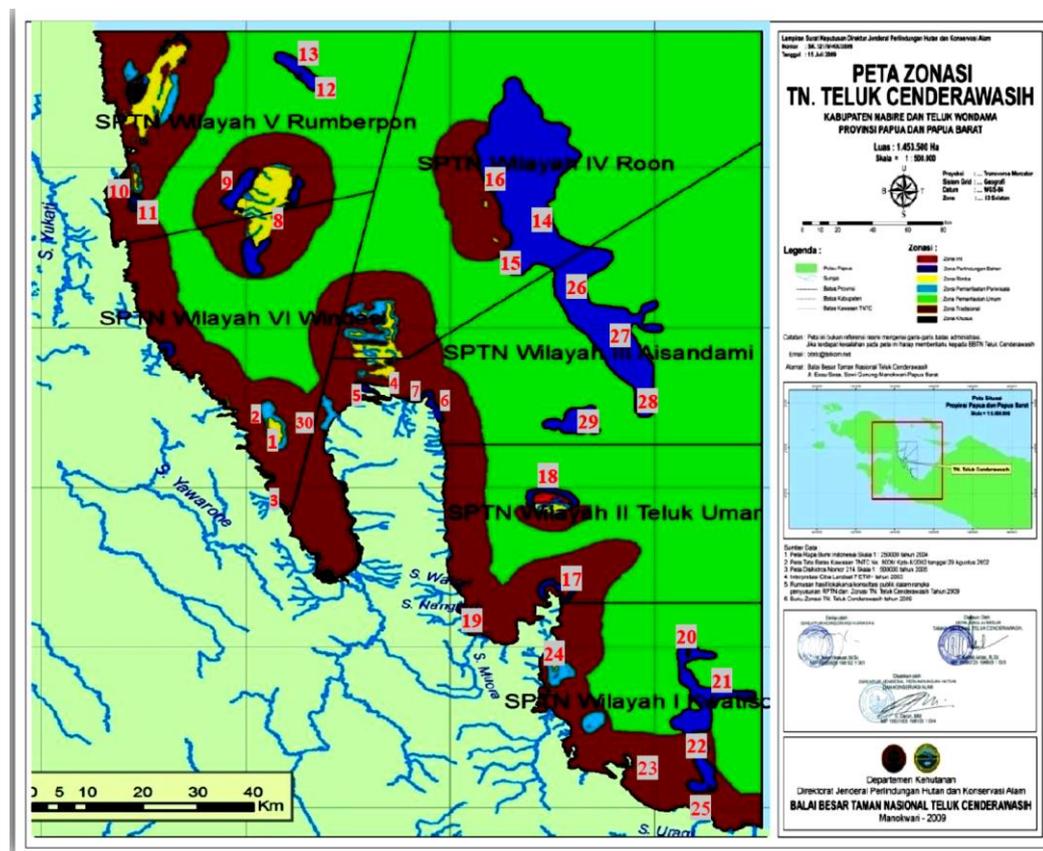
Secara geografis kawasan TNTC terletak antara 1° 43' - 3°22' LS dan 134°06' - 135°10' BT. Secara administratif, kawasan ini berada dalam wilayah tiga kabupaten, yaitu Kabupaten Teluk Wondama, Kabupaten Manokwari Selatan dan Kabupaten Nabire. Luas kawasan yang masuk dalam wilayah Kabupaten Teluk Wondama sekitar 80 %

dari luas TNTC. Kawasan TNTC membentang dari rangkaian Kepulauan Auri dan arah timur Tanjung Kwatisore di sebelah selatan sampai ke utara Pulau Rumberpon.

Penelitian dilaksanakan di kawasan TNTC, dan berlangsung selama 1 bulan yaitu pada bulan Mei 2012. Data diambil dari 30 stasiun pengamatan (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan bersamaan dengan kegiatan survei monitoring *reef health* yang dilaksanakan oleh WWF Wondama.

### Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengambilan data karang adalah *Point Intercept Transek* (PIT) (Wilson & Green, 2009). Metode ini digunakan untuk mengkaji biota dasar penyusun ekosistem terumbu karang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih, 2009).

Pengamatan menggunakan kategori bentuk hidup yang menyediakan deskripsi morfologi dari komunitas terumbu karang (English *et al.*, 1994; Hill & Wilkinson, 2004). Penempatan garis transek dilakukan pada 30 stasiun yang berbeda pada kedalaman 9 - 10 meter. Setiap stasiun pengamatan terdiri dari 3 garis transek dengan ukuran masing-masing 50 meter dan prosedur jarak antara transek 10 meter.

Pengambilan data karang menggunakan metode PIT. Metode ini hanya memantau bentuk hidup karang dengan pengambilan data terumbu karang per titik (*point*) sepanjang transek. Pengamat menyelam di sepanjang transek berukuran 3 x 50 meter dan mencatat kategori bentuk pertumbuhan di bawah meteran pada interval 0,5 cm sepanjang transek, dimulai pada 0 cm dan berakhir pada 50 meter. Sehingga setiap transek dilakukan pengamatan sebanyak 100 titik (*point*).

### Analisis Data

Total persentase tutupan karang dan bentuk pertumbuhan benthik disajikan dalam bentuk grafik dan tabel dengan bantuan *Excel*. Perhitungan persentase tutupan setiap komponen (*lifeform*) menggunakan rumus (Manuputty & Djuwariah, 2009):

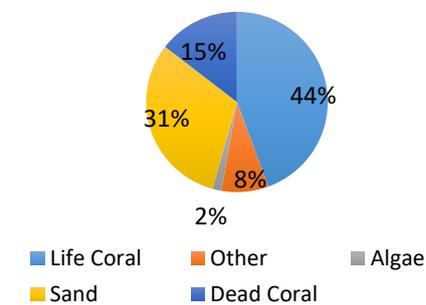
$$\%(\text{component}) = \frac{\text{Number of point of component}}{100} \times 100\%$$

Kondisi tutupan terumbu karang dibagi menjadi 5 kategori, mengacu pada English *et al.* (1994), yaitu: kategori sangat jelek (0 - 10 %), kategori jelek (11 - 30 %), kategori sedang (31 - 50 %), kategori baik (51 - 75 %), dan kategori sangat baik (76 - 100 %). Analisis pengelompokan lokasi berdasarkan tipe bentuk hidup karang dilakukan dengan menggunakan analisis kluster (Turak *et al.*, 2007).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Karang

Persentase tutupan karang hidup (*life coral*) adalah 44 %, karang mati (*dead coral*) 15 %, pasir 31 %, OT (*others*) dan *algae* masing-masing 8 % dan 2 % (Gambar 2). Sebelumnya Wanggi (2011) memperlihatkan bahwa persentase tutupan karang hidup (*life coral*) di TNTC adalah 47%, karang mati (*dead coral*) adalah 32%, pasir 16%, sedangkan OT (*others*) dan *algae* masing-masing 4% dan 1%. Mengacu pada kategori pengelompokan kondisi terumbu karang menurut English *et al.* (1994), maka kondisi terumbu karang yang berada dalam kawasan Perairan Taman Nasional Teluk Cenderawasih termasuk dalam kategori sedang.



Gambar 2. Persentasi Tutupan karang di Perairan TNTC

Hasil penelitian menunjukkan bahwa TNTC memiliki terumbu karang yang kondisinya masuk dalam kategori sedang. Sebagian karang rusak (15 %) dikarenakan adanya tekanan akibat aktifitas manusia yang menggunakan bom dan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan untuk menangkap ikan dan juga faktor fenomena alam seperti gempa bumi dan gelombang.

### Distribusi Kondisi Karang Berdasarkan Stasiun Penelitian

Distribusi tutupan karang pada stasiun penelitian yang dibagi dalam 5 kategori karang hidup (*life coral*), lain-lain (*other*), alga (*algae*), pasir (*sand*) dan karang mati (*dead coral*) untuk masing-masing lokasi. Dari 30 stasiun

penelitian, Pulaun Nuana mempunyai nilai tutupan karang tinggi, dengan nilai tutupan 69 %. Nilai tutupan karang terendah terdapat di Pulau Kabuai dengan nilai tutupan 15 %. Beberapa stasiun penelitian dikategorikan sedang dan kategori jelek (Tabel 1). Kategori baik dengan nilai tutupan 51 - 75 % meliputi Pulau Numamuram, Tanjung Ayami, depan Yomber, Pulau Nuana, Pulau Tapapai, Wairundi Utara, Pulau Iweri, Pulau Matas, Pulau Row, Pulau Anggromeos dan Pulau Nutabari. Kategori sedang dengan nilai tutupan 31 - 50 % terdapat di beberapa stasiun penelitian yaitu Utara Pulau Yoop, Tanjung Risisore, Pulau Rariau, Osamear, Tanjung Mangguar,

Napanyaur Timur, Pulau Pepaya, Pulau Mangga, Pulau Nurage, Timur Kwatisore, Pulau Kuwom, Pulau Rorebo dan Tridacna Atol. Kategori jelek dengan nilai tutupan 11 - 30 % ditemukan di stasiun penelitian yaitu; Timur Pulau Yoop, Tanjung Inamboru, Wairudi Selatan, Pulau Kumbur, Pulau Kabuai dan Sobey. Dalam penelitian ini tidak ditemukan stasiun penelitian dengan kategori sangat baik (tutupan karang 76 - 100 %). Hal ini disebabkan oleh stasiun penelitian mengalami tekanan akibat aktifitas penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan baik nelayan lokal maupun non lokal (Mudjirahayu *et al.*, 2017; Sembiring *et al.*, 2010).

Tabel 1. Distribusi Kondisi Karang Berdasarkan Stasiun Penelitian

Stasiun Penelitian	(%)	Kategori*	Keterangan
Pulau Kabuai Sobey Pulau Kumbur Wairundi Selatan Tanjung Inamboru Timur Pulau Yoop	11 – 30	Jelek	Dekat ke pemukiman, alat penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan dan juga ada fenomena alam yang sering begitu terjadi di stasiun penelitian ini.
Pulau Rorebo Osamear Pulau Kuwom Tanjung Risisore Napanyaur Timur Tridacna Ato Utara Pulau Yoop Pulau Mangga Pulau Rariau Timur Kwatisore Pulau Nurage Pulau Pepaya Tanjung Mangguar	31 – 50	Sedang	Ada beberapa stasiun yang dekat dari pemukiman namun tidak mempunyai banyak penduduk, terumbu karang, tempat pemijahan ikan dan penduduk mempunyai alat tangkap ikan yang ramah lingkungan,
Pulau Anggromeos Pulau Iweri Pulau Tapapai Pulau Matas Pulau Nutabari Pulau Row Pulau Wairundi Utara Tanjung Ayami Pulau Numamuram Depan Yomber Pulau Nuana	51 – 75	Baik	Mempunyai zona inti yang banyak, stasiun yang jauh dari pemukiman, daerah pemijahan ikan, terumbu karang, aktivitas penangkapan ikan yang tidak berlebihan dan daerah pemukiman yang sering diadakan sosialisasi sehingga juga bisa dapat membantu menjaga potensi-potensi yang ada di stasiun ini.

Ket: \* = dikategorikan berdasarkan English *et al.* (1994)

### Kondisi Karang Berdasarkan Tipe Zona

TNTC dikelola dengan sistem zonasi, yaitu zona inti, zona perlindungan bahari, zona pariwisata, zona tradisional dan zona khusus dan zona umum. Ada 4 zona yang dilakukan pemantauan kondisi terumbu karang. Dari 30 stasiun penelitian, ada 3 stasiun terletak di zona pemanfaatan tradisional, yaitu: Tanjung Inamboru, Depan Yomber dan Napan-Yaur Timur. Zona larang tangkap terdapat 27 stasiun. Selanjutnya, zona inti (zona larang tangkap), zona pemanfaatan terbatas (zona pemanfaatan tradisional, pariwisata dan perlindungan bahari)

tertera dalam Tabel 2. Persentase tutupan karang di zona larang tangkap dan zona pemanfaatan tradisional tidak berbeda. Hal ini diduga disebabkan oleh pengawasan pada zona inti kurang maksimal, dan adanya aktifitas manusia yang menangkap ikan dengan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan (bom). Upaya pengelolaan kawasan dengan melibatkan masyarakat lokal mungkin akan dapat mengurangi praktek-praktek penang-kapan ikan yang merusak karang, terutama oleh nelayan-nelayan dari luar TNTC (Bawole *et al.*, 2011).

Tabel 2. Kondisi Karang Berdasarkan Tipe Zona TNTC

<b>Tipe Zonasi</b>	<b>Lokasi</b>	<b>%</b>	<b>Kategori*</b>
Perlindungan Bahari	Wairundi Selatan	26	Jelek
	Osamear	32	Sedang
	Tanjung Risisore	38	Sedang
	Wairundi Utara	58	Baik
	Pulau Nuana	69	Baik
Pemanfaatan Tradisional	Tanjung Inamboru	30	Jelek
	Napanyaur Timur	40	Sedang
	Depan Yomber	66	Baik
Parawisata	Sobey	16	Jelek
	Timur pulau Yoop	30	Jelek
	Pulau Mangga	46	Sedang
	Pulau Nurage	48	Sedang
	Pulau Rariau	46	Sedang
	Utara Pulau Yoop	42	Sedang
	Pulau Matas	56	Baik
	Tanjung Ayami	59	Baik
Inti	Pulau Kabuai	15	Jelek
	Pulau Kumbur	27	Jelek
	Pulau Kuwom	38	Sedang
	Pulau Pepaya	48	Sedang
	Pulau Rorebo	32	Sedang
	Tanjung Mangguari	50	Sedang
	Tridacna Atol	40	Sedang
	Pulau Anggromeos	53	Baik
	Pulau Iweri	53	Baik
	Pulau Numamuram	61	Baik
	Pulau Nutabari	56	Baik
	Pulau Row	58	Baik
	Pulau Tapapai	55	Baik

Ket: \* = dikategorikan berdasarkan English *et. al.* (1994)

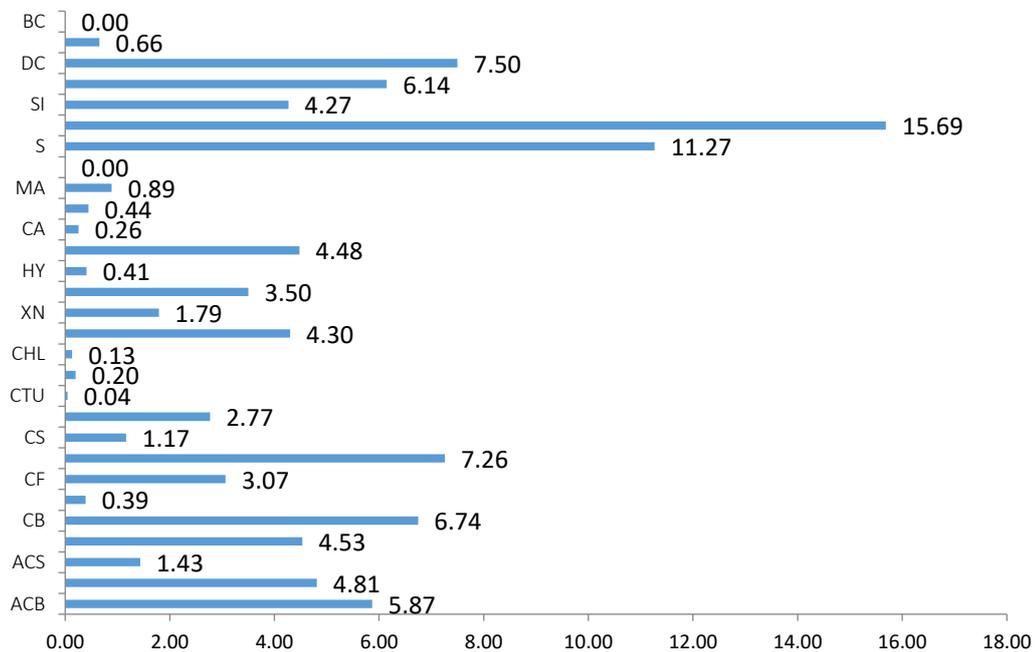
### Sebaran Bentuk Hidup Karang

Persentase tutupan karang berdasarkan bentuk hidup dapat dilihat pada Gambar 3. Persentase tutupan bentuk hidup bervariasi, nilai tutupan tertinggi adalah patahan karang (*rubble*) yaitu 15,69 %. Kondisi ini juga dijumpai di lokasi Pulau Matas yang berada di TNTC, dimana patahan karang sekitar 13,2% (Sembiring *et al.*, 2010). Nilai ini menunjukkan bahwa terumbu karang TNTC cukup memprihatinkan dan perlu perhatian secara intensif dari pihak pengelola kawasan. *Rubble* berasal dari kerusakan/patahan karang adalah faktor fenomena alam (terjadi secara alami) dan aktifitas manusia, seperti penggunaan alat peledak untuk menangkap ikan. Patahan karang di beberapa lokasi pengamatan disebabkan oleh adanya bencana alam seperti gempa bumi.

Selanjutnya pasir (*sand*) dengan nilai tutupan 11,27 %. Pada beberapa stasiun penelitian, pasir ditemukan cukup mendominasi sekitar hamparan terumbu karang.

Pada semua stasiun, secara umum *dead coral* (karang mati) ditemukan sangat besar dengan nilai tutupan mencapai 7,50 %. Hal ini dapat menggambarkan bahwa kondisi kurang baik. Kerusakan karang yang ditemukan sebagian besar diakibatkan oleh faktor penggunaan bom dalam mencari ikan, sehingga kondisi karang rusak yang didapati pada lokasi berbentuk patahan besar (akibat penggunaan bom ).

*Coral Massive* (CM) dominan ditemukan di stasiun penelitian, dengan nilai tutupan 7,26 %. *Coral Massive* berbentuk padat (*massive*), dengan ukuran bervariasi serta beberapa bentuk seperti bongkahan batu.



Gambar 3. Nilai Rata-Rata *Lifeform* Karang di TNTC.

Keterangan: ACB (Acropora Branching), ACE (Acropora Encrusting), ACS (Acropora Sub-massive), ACT (Acropora Tabulate), CB (Hard Coral Branching), CE (Hard Coral Encrusting), CF (Hard Coral Foliose), CM (Hard Coral Massive), CS (Hard Coral Sub-massive), CMR (Mushroom Coral), CTU (Tubipora, hard coral), CME (Milliopora, fire coral), CHL (Haliopora, blue coral), SC (Soft Coral), XN (Xenia), SP (Sponge), HY (Hydroid), OT (Other), CA (Coralline Algae), HA (Halimeda), MA (Macro Algae), TA (Turf Algae), S (Sand), R (Rubble), SI (Silt), RCK (Rock), DC (Dead Coral), BC (Bleach Coral)

Permukaan *coral massive* halus dan padat, biasanya ditemukan di sepanjang tepi terumbu karang dan bagian atas lereng terumbu. *Coral Massive* ini ditemukan pada semua stasiun pengamatan. Hal ini dikarenakan *Coral Massive* dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai kondisi lingkungan serta cukup kuat dalam menahan pengaruh ombak laut. Jenis ini juga dilaporkan merupakan life form yang dominan ditemukan di Pulau Wundi, Kepulauan Padaido (Paulangan, 2015).

Nilai tutupan karang bercabang (*coral branching*) sebesar 6,74 %. Karang bercabang banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, yang terlindung atau setengah terbuka serta banyak memberikan tempat perlindungan bagi ikan dan invertebrata. Jenis karang ini umumnya ditemukan pada kedalaman lebih dari 5 meter serta pada stasiun penelitian dengan perairan yang cukup tenang. Nilai tutupan *Rock* (RCK) sebesar 6,14 %. *Rock*/batu merupakan bongkahan karang mati yang dimanfaatkan organisme lain untuk menempel dan membentuk koloni baru sebarannya di TNTC.

*Acropora branching* (ACB) memiliki nilai tutupan 5,87 %. Jenis karang ACB mempunyai bentuk pertumbuhan yang bercabang. Jenis ini didapat pada lokasi yang tidak terlalu berombak yang banyak dimanfaatkan organisme lain untuk menempel. ACB (*acropora branching*) dan CF (*coral foliose*) ditemukan dominan. Jenis ACB juga dilaporkan ditemukan di lokasi lain yang berdekatan dengan TNTC, misalnya merupakan jenis yang dominan di Pulau Nusi, Kepulauan Padaido (Paulangan, 2015).

Nilai tutupan *acropora encrusting* (kerak) sebesar 4,81 %. Karang kerak merupakan salah satu jenis karang dengan bentuk tumbuh seperti berkerak/lempengan. Karang kerak banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, terutama yang terlindung atau setengah terbuka, serta banyak memberikan tempat perlindungan bagi ikan dan invertebrata. Jenis

karang ini umumnya ditemukan pada kedalaman lebih dari 10 meter serta kondisi lokasi yang cukup tenang dan memiliki pengaruh ombak yang sangat kecil. Kategori *others* (OT) memiliki nilai tutupan sebesar 4,48 %. OT ini terdiri dari berbagai jenis makro bentos yang ditemukan pada daerah sekitar transek. Kategori ini sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan karang karena merupakan biota yang berasosiasi dengan terumbu karang.

*Soft Coral* (SC) atau karang lunak ditemukan hampir pada semua lokasi pengamatan dengan nilai tutupan 4,30 %, namun persentasenya sangat sedikit ditemukan. Hal ini dikarenakan *soft coral* dapat tumbuh dengan baik pada kedalaman kurang dari 10 meter, sedangkan pengamatan dilakukan pada kedalaman 10 meter sehingga *Soft Coral* jarang ditemukan. Selanjutnya kategori lumpur (*silt*) dengan nilai tutupan 4,27 %. Pada beberapa lokasi pengamatan, lumpur ditemukan tidak mendominasi daerah sekitar hamparan terumbu karang.

*Sponge* (SP) memiliki nilai tutupan sebesar 3,50 %. *Sponge* biasanya berada pada substrat keras. Pada keseluruhan stasiun penelitian, substrat keras sangat berperan dalam penempelan terumbu karang dan *sponge*. *Sponge* dapat menahan laju arus dan gelombang sehingga pertumbuhannya juga ditemukan pada hampir seluruh stasiun pengamatan.

*Coral Foliose* (CF) mendapat nilai tutupan yang agak rendah, yaitu 3,07 %. Hal ini menandakan bahwa pada keseluruhan daerah pengamatan, jenis ini jarang tumbuh atau ditemukan. *Coral Mushroom* (CMR) mempunyai nilai tutupan 2,77 % bentuk seperti jamur (*mushroom*), dan berbentuk oval, memiliki banyak tonjolan seperti punggung bukit beralur dari tepi hingga mulut. Jenis ini biasa berada pada dasar perairan, namun tidak cukup banyak ditemukan pada daerah pengamatan.

ACS (*Acropora Sub-massive*) ditemukan pada beberapa stasiun penelitian dengan nilai tutupan 1,43 %. Jenis karang ini tumbuh menyerupai

dasar terumbu dengan permukaan yang kasar dan keras serta berlubang-lubang kecil. ACS banyak terdapat pada stasiun penelitian yang terbuka dan berbatu-batu, terutama mendominasi di sepanjang tepi lereng terumbu. ACS memberikan tempat berlindung untuk hewan-hewan kecil yang sebagian tubuhnya tertutup cangkang.

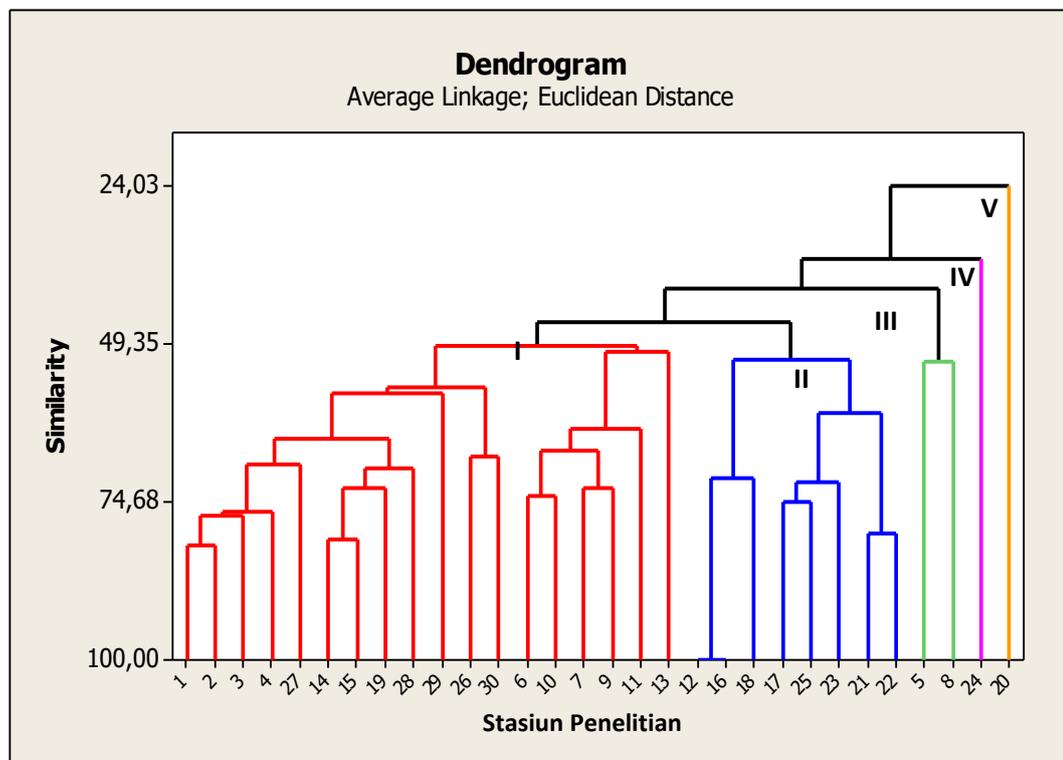
Karang alga mati (*Dead Coral Alga/DCA*) memiliki nilai tutupan 0,66 %. Variabel ini ditemukan hampir di keseluruhan lokasi pengamatan. Pada suatu perairan, apabila terdapat banyak karang mati (alga/DCA), maka kualitas terumbu karang telah mengalami penurunan. Banyak alga tumbuh pada karang mati sehingga menyebabkan perubahan pertumbuhan karang lain di sekitarnya.

Nilai persentase terendah ditemukan pada *Coral Sub-massive (CS)*, *Makro Alga (MA)*, *Halimeda (HA)*,

*Hydroid (Hy)*, *Hard Coral Encrusting (CE)*, *Coralline Algae (CA)*, *Milliopora (CME)*, *Halliopora (CHL)*, *Tubipora (CTU)*, *Turf Alga (TA)*, *Bleach Coral (BC)* pada daerah pengamatan. Kategori lifeform ini tidak banyak ditemukan pada stasiun penelitian.

### Pengelompokan Stasiun Penelitian Berdasarkan Bentuk Hidup

Pengelompokan dengan analisis kluster ditunjukkan untuk mengelompokkan stasiun penelitian yang dicirikan oleh bentuk hidup karang. Hasil analisis menunjukkan 5 kelompok (Gambar 4), dimana kelompok yang terbentuk memperlihatkan kesamaan karakteristik bentuk hidup karang. Pengelompokan stasiun penelitian dapat mempermudah untuk mengetahui stasiun yang mempunyai terumbu karang yang baik.



Gambar 4. Pengelompokan Lokasi Penelitian Berdasarkan Bentuk Hidup

Keterangan  
 Gambar 4

Kode	Kelompok I	Kode	Kelompok II
1	Utara Pulau Yob	12	Wairundi Utara
2	Timur Pulau Yob	16	Pulau Row
3	Tanjung Risisore	18	Pulau Anggromeos
4	Tanjung Inamboru	17	Tanjung Mangguar
27	Pulau Rorebo	25	Timur Kwatisore
14	Pulau Iweri	23	Pulau Mangga
15	Pulau Matas	21	Pulau Nutabari
19	Timur Napanyaur	22	Pulau Pepaya
28	Tridacna atol		
29	Pulau Kabuai	Kode	Kelompok III
26	Pulau Kuwom	5	Pulau Nummamuram
30	Sobey	8	Depan Yomber
6	Tanjung Ayami		
10	Pulau Nuana	Kode	Kelompok IV
7	Pulau Rariau	24	Pulau Nurage
9	Osamear		
11	Pulau Tapapai	Kode	Kelompok V
13	Wairundi Selatan	20	Pulau Kumbur

Kelompok I merupakan kumpulan 18 stasiun penelitian yang dicirikan oleh tipe bentuk hidup ACB dan CF. Kelompok II mengelompokkan 8 stasiun penelitian yang dicirikan oleh tipe bentuk hidup ACS, ACT, CHL, CB, HA dan CME. Kelompok III merupakan kumpulan 2 stasiun penelitian yang dicirikan oleh tipe bentuk hidup ACE, SP, CTU, OT, SI, CM, HY, SC dan RCK. Kelompok IV merupakan stasiun penelitian Pulau Nurage yang dicirikan dengan tipe bentuk hidup CS, R, CMR dan XN. Kelompok V yang merupakan stasiun penelitian Pulau Kumbu dicirikan oleh bentuk hidup CE, MA, CA, S, DCA dan DC.

### KESIMPULAN

Nilai tutupan karang di Perairan TNTC menunjukkan tingginya kerusakan karang. Tekanan akibat aktifitas manusia yang merusak maupun faktor alam sebagai penyebab kerusakan karang. Berdasarkan zonasi di Perairan TNTC menunjukkan bahwa kondisi tutupan karang tidak jauh berbeda antar zona inti dan zona pemanfaatan tradisional. Banyaknya aktifitas penang-

kan ikan dengan alat tidak ramah lingkungan dan kurangnya pengawasan pada kegiatan-kegiatan pemanfaatan sumberdaya perikanan karang telah mendorong terjadinya pemanfaatan yang tidak legal.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana karena berbagai bantuan baik akomodasi dan transportasi dari WWF Indonesia. Bantuan juga diperoleh dari masyarakat lokal dalam menyiapkan tempat bagi tim selama melaksanakan survei.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G., & Erdmann, M. V. (2009). Reef fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. *Check List*, 5. doi: 10.15560/5.3.587
- Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih. (2009). Zonasi Taman Nasional Teluk Cenderawasih Manokwari.
- Bawole, R., Pattiasina, T., & Kawulur, E.I.J.J. (2014). Coral-fish association and its spatial distribution

- in Cenderawasih Bay national park Papua, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 7, 248-254.
- Bawole, R., Yulianda, F., Bengen, D. G., & Fahrudin, A. (2011). Governance sustainability of traditional use zone within marine protected area National Park of Cenderawasih Bay, West Papua. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, XVII (2), 71-78.
- BBTNTC. (2009). Zonasi Taman Nasional Teluk Cenderawasih Manokwari. Manokwari: Balai Besar Taman Nasional Teluk Cenderawasih
- Bell, J., & Galzin, R. (1984). Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 15, 265-274. doi: 10.3354/meps015265
- Caroselli, E., Zaccanti, F., Mattioli, G., Falini, G., Levy, O., Dubinsky, Z., & Goffredo, S. (2012). Growth and demography of the solitary scleractinian coral *Leptopsammia pruvoti* along a sea surface temperature gradient in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE*, 7(6), e37848-e37848. doi: 10.1371/journal.pone.0037848
- Coker, D. J., Wilson, S. K., & Pratchett, M. S. (2014). Importance of live coral habitat for reef fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24(1), 89-126. doi: 10.1007/s11160-013-9319-5
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1994). *Survey manual for tropical marine resources*. Australian Institute of Marine Science. Townsville.
- Hill, J., & Wilkinson, C. (2004). *Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs*. A resource for managers. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Hukom, FD and Bawole R. (1997) Spacial distribution of butterfly fishes (Cahetodontidae). *Biological Society of New Guinea*, 1: 1-14.
- Manuputty, A. E. W., & Djuwariah. (2009). *Method guide for Point Intercept Transect (PIT) for community. Base line study and coral health monitoring at marine no take zone area (DPL)*. Jakarta: COREMAP - LIPI.
- Mudjirahayu, Bawole, R., Rembet, U. N. W. J., Ananta, A. S., Runtuboi, F., & Sala, R. (2017). Growth, mortality and exploitation rate of *Plectropomus maculatus* and *P. oligocanthus* (Groupers, Serranidae) on Cenderawasih Bay National Park, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43, 213–218. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.09.002>
- Öhman, M. C., & Rajasuriya, A. (1998). Relationships between habitat structure and fish communities on coral. *Environmental Biology of Fishes*, 53(1), 19-31. doi: 10.1023/A:1007445226928
- Paulangan, Y. P. (2015). Kondisi terumbu karang di daerah perlidungan laut Pulau Nusi dan Pulau Wundi Kepulauan Padai-do, Kabupaten Biak Numfor. *The Journal of Fisheries Development*, 2(3), 71 - 81.
- Sembiring, E., Manangkoda, A. Y., & Susanto, A. (2010). Kondisi terumbu karang DI Pulau Matas Taman Nasional Teluk Cenderawasih. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, 10(1), 42-48.
- Turak, E., Brodie, J., & Devantier, L. (2007). Reef-building corals and coral communities of the Yemen Red Sea. *Fauna of Arabia*, 23.
- Wilson, J., & Green, A. (2009). Metode pemantauan biologi untuk menilai kesehatan terumbu karang dan efektivitas pengelolaan kawasan konservasi laut di Indonesia, Versi 1.0 (Vol. Laporan No 1/09, pp. 46p): TNC Indonesia Marine Program



## **Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Ekowisata Bahari Pulau Mansinam Kabupaten Manokwari**

Suitability Analysis and Carrying Capacity Mansinam Isle for Marine Ecotourism in Manokwari

**Muhammad Arsyad<sup>1</sup>, Vera Sabariah<sup>1\*</sup>, Roni Bawole<sup>1</sup>, Nurhani Widiastuti<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi S3 Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Ekowisata, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Waisai, Raja Ampat, 98482, Indonesia

\*Korespondensi: v.sabariah@unipa.ac.id

### **ABSTRAK**

Pulau Mansinam memiliki potensi sumberdaya alam dengan ekosistem teresterial dan akuatik yang beraneka ragam flora, fauna, dan keindahan alam. Potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dibutuhkan program untuk pengembangan dan pemanfaatan serta memperhatikan upaya konservasi dan rehabilitasi berkelanjutan, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah: 1) mengkaji kesesuaian wisata, 2) daya dukung ekologis, dan kenyamanan pengunjung berwisata di Pulau Mansinam; menggunakan metode survei dengan teknik observasi langsung pada ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan ekosistem pantai. Analisis kesesuaian wisata menunjukkan kategori selam (diving) pada ekosistem terumbu karang kedalaman 3 meter sangat sesuai (IKW 82,19-89,04), kedalaman 10 meter sesuai (IKW 76,71). Kesesuaian wisata kategori wisata snorkling pada ekosistem terumbu karang kedalaman 3 meter sangat sesuai (IKW 90,12-91,36), ekosistem padang lamun sesuai (IKW 78,79). Kesesuaian wisata untuk kategori wisata pantai sangat sesuai (IKW 89,29-96,43), wisata hutan pantai cukup sesuai (IKW 70,51-76,92). Daya dukung dan daya tampung ekologis kategori wisata selam untuk terumbu karang 44 orang/hari, wisata snorkling 24 orang/hari, padang lamun 20 orang/hari, rekreasi pantai 18 orang/hari, wisata berjemur 10 orang/hari, berenang 16 orang/hari, wisata olah raga 8 orang/hari, dan wisata berkemah 197 orang/hari. Nilai keindahan berwisata di Pulau Mansinam 52 % responden menyatakan cukup indah dan 41 % indah, sedangkan nilai kenyamanan adalah 66 % responden menyatakan cukup nyaman dan 21 % nyaman.

**Kata kunci:** Analisis kesesuaian, Daya Dukung ekowisata, Bahari, Pulau Mansinam, Manokwari

### **ABSTRACT**

Mansinam isle has a potential natural resources with terrestrial and aquatic ecosystems, with varieties of flora, fauna, and outstanding natural beauty. Some of them had not been used optimally, therefore useful programs are required to develop and utilize these resources but still acknowledging the effort of conservation and rehabilitation thus the resources remain sustainable and to improve local community life. The purposes of this research are to assess: 1) the suitability of tourism, 2) ecological carrying capacity, and 3) the hospitality for travelling visitors. A survey method with direct observation technique applied on coral reefs, seagrass beds and coastal ecosystems. The results shows that ecotourism in Mansinam isle as follows: tourism suitability for diving category on coral reef ecosystems at 3 meters depth was very suitable (IKW 82.19 to 89.04) and 10 meters

depth is suitable (IKW 76.71). Tourism suitability for snorkeling category on coral reef ecosystems at 3 meters depth is very suitable (IKW 90.12 to 91.36), and seagrass ecosystems is suitable (IKW 78.79). Tourism suitability for beach category is very suitable (IKW 89.29 to 96.43), coastal category is moderately (IKW 70.51 to 76.92). Analysis on supporting capacity and ecological carrying capacity for diving category on coral reef ecosystems is 44 visitors per day, snorkeling 24 visitors per day, seagrass 20 visitors per day, beach recreation 18 visitors per day, sun bathing 10 visitors per day, swimming 16 visitors per day, sports tourism 8 visitors per day, and camping tours 197 visitors per day. Results shown for esthetics and hospitality values suggested that 52% of respondents stated that Mansinam Island were quite beautiful and 41% said very beautiful, moreover 66% of respondents expressed quite comfortable and 21% said comfortable.

**Keywords:** Suitability analysis, Ecotourism carrying capacity, marine tourism, Mansinam isle, Manokwari

## PENDAHULUAN

Kabupaten Manokwari memiliki Teluk Doreri sebagai satu kawasan teluk besar yang di dalamnya terdapat lima teluk kecil yaitu Teluk Pasir Putih, Sawah Ibu, Wosi, Sowi dan Andai, serta tiga pulau kecil yaitu Pulau Raimuti, Pulau Lemon, dan Pulau Mansinam (Arsyad *et al.*, 2006). Kondisi sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan yang terdapat pada kawasan ini memerlukan berbagai kajian agar dapat dilakukan pengelolaan dan pengembangan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang menetap di dalam dan sekitar kawasan.

Pulau Mansinam merupakan pulau terbesar dari ketiga pulau yang terletak di Teluk Doreri Kabupaten Manokwari. Pulau Mansinam terletak di sebelah Selatan Kota Manokwari berjarak  $\pm$  1 mil laut dengan waktu tempuh  $\pm$  20 menit menggunakan alat transportasi perahu motor tempel berkapasitas 15-25 PK. Potensi sumberdaya yang ada yaitu sumberdaya manusia, sumberdaya alam (teresterial dan akuatik), dan sumberdaya pendukung lain. Krey *et al.* (2014) melaporkan bahwa terdapat bermacam spesies ikan hias laut pada ekosistem terumbu karang yang memiliki nilai estetika dan dapat dinikmati bagi kegiatan wisata snorkeling dan selam. Terdapat pula situs tugu masuknya Injil di Tanah Papua, dermaga, alat transportasi laut, jalan lingkar pulau, serta sumberdaya jasa-jasa lingkungan. Lebih jauh lagi tersedia hamparan pasir putih sepanjang

pantai dan panorama alam indah yang memberikan kesejukan dan kenyamanan berkunjung. Kondisi ini memungkinkan Pulau Mansinam dapat dijadikan sebagai kawasan ekowisata. Ekowisata merupakan perjalanan yang bertanggung jawab ke tempat-tempat alami dengan menjaga kelestarian lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan penduduk setempat (TIES, 1990). Tujuan ekowisata secara umum adalah untuk mempelajari, mengagumi dan menikmati pemandangan, tumbuh-tumbuhan dan satwa liar, serta bentuk-bentuk manifestasi budaya masyarakat yang ada, baik dari masa lampau maupun masa kini (Wood, 2002).

Pulau Mansinam juga telah menjadi destinasi wisata unggulan di Manokwari dengan diresmikannya situs Pekabaran Injil oleh Presiden Republik Indonesia (Dr. Susilo Bambang Yudoyono) pada tanggal 24 Agustus 2014. Pembangunan situs ini dikhawatirkan berdampak pada berkurangnya daya dukung lahan sehingga berpotensi mengurangi tutupan lahan akibat pembangunan dan adanya tekanan dari luar, baik terhadap ekosistem, ekonomi, atau masyarakat yang melebihi kapasitas pulau sehingga mengakibatkan perubahan reaksi sub-sistem. Keseimbangan antara sub-sistem akan berpengaruh terhadap kesinambungan pembangunan berkelanjutan dan mengakibatkan kerusakan ekosistem serta penurunan kualitas fungsi lingkungan di Pulau Mansinam. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar pengelolaan dan pengembangan Pulau Mansinam dapat lestari dan

berkelanjutan adalah dengan konsep ekowisata.

Meskipun karakteristik Pulau Mansinam dan perairan pesisir di sekitarnya memungkinkan untuk dikembangkan sebagai kawasan ekowisata, diperlukan kajian-kajian yang mendalam terhadap potensi yang ada agar dapat didesain rencana pengelolaan secara lestari atau berkelanjutan. Hingga saat ini, kajian tentang kesesuaian dan daya dukungnya bagi ekowisata masih terbatas. Kajian kesesuaian dan daya dukung ekologis terkait kegiatan ekowisata di Pulau Mansinam perlu dilakukan karena potensi sumberdaya dan jasa-jasa lingkungannya yang cukup besar. Hal ini terkait pula dengan aktivitas sosial budaya setiap tahun seperti peringatan hari masuknya Injil yang melibatkan banyak pengunjung dari berbagai daerah di Papua bahkan dari luar Papua.

Oleh karena itu, melalui penelitian ini, tujuan yang ingin dicapai adalah diketahuinya kesesuaian wisata bahari pada ekosistem laut dan pantai Pulau Mansinam serta diketahuinya daya dukung ekologis dan kenyamanan pengunjung yang berwisata di Pulau Mansinam;

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Mansinam dan perairan di sekitarnya. Adapun waktu pelaksanaan penelitian

adalah pada bulan September 2014 sampai dengan Februari 2015. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

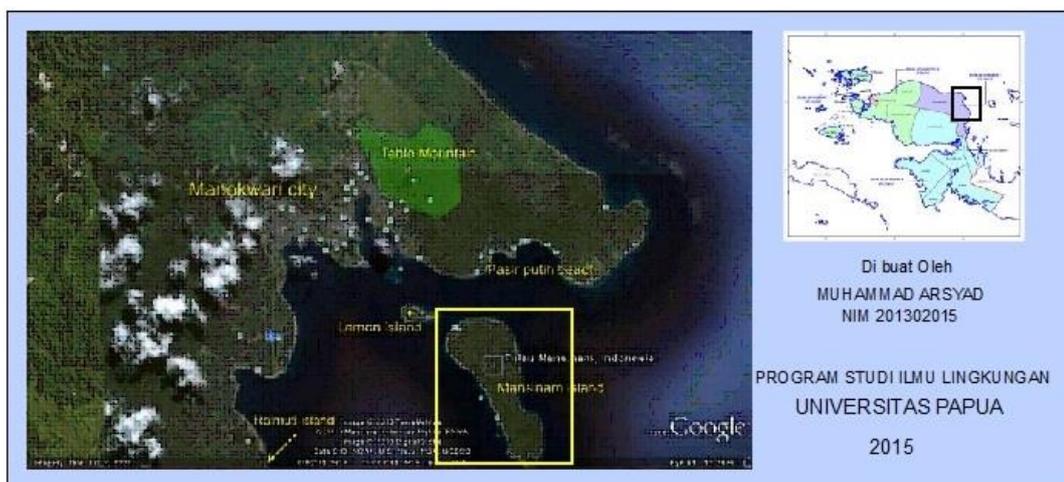
### Metode Pengambilan Data

Pengambilan data di lapangan dilakukan melalui metode survei dengan teknik observasi langsung. Peralatan yang dipakai untuk mengukur kualitas air adalah piring secchi (kecerahan), current meter (kecepatan arus), roll meter, jam tangan dengan bathymetri (kedalaman air), kamera (dokumentasi).

Data ekosistem laut dan pantai yang diambil berupa data primer. Pengambilan data padang lamun menggunakan *line plot transect method*, yaitu metode pengambilan data sedangkan terumbu karang menggunakan metode *line intercept transect* (Fachrul, 2007). Adapun untuk mengetahui persepsi pengunjung terkait keindahan dan kenyamanan dilakukan wawancara terstruktur dengan panduan kuisioner.

### Pengolahan dan Analisa Data

Informasi potensi Sumberdaya Pulau Mansinam (panjang atau luas pantai, padang lamun, dan terumbu karang), dikumpulkan secara observasi langsung, wawancara maupun kajian pustaka. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui kesesuaian wisata, daya dukung ekologis, dan kenyamanan berwisata di Pulau Mansinam.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### Analisis Kesesuaian Wisata

Analisis kesesuaian yang dilakukan dalam penelitian ini difokuskan pada kawasan pantai, hutan pantai, lamun, dan terumbu karang yang dipertimbangkan sebagai wisata selam, snorkeling, an wisata pantai lainnya seperti berenang, perahu dayung, pemancingan, *travelling* dan lain-lain. Tahapan proses analisis kesesuaian dilakukan dengan teknik yang dikemukakan oleh Hardjowigeno & Widiatmaka (2001) yaitu:

#### Penetapan persyaratan (parameter dan kriteria), pembobotan dan skoring

Jenis kegiatan wisata yang dapat dilakukan di pesisir Pulau Mansinam adalah wisata selam, snorkling, berenang, berperahu dayung, dan olah raga air lainnya. Pada kajian ini kesesuaian wisata yang dinilai antara lain untuk selam, snorkeling, dan wisata pantai secara umum. Kesesuaian wisata kategori selam mempertimbangkan minimal enam parameter dengan tiga klasifikasi

penilaian. Parameter tersebut antara lain, kecerahan perairan, tutupan komunitas karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, dan kedalaman terumbu karang. Penetapan kriteria, bobot, dan skor dari masing-masing parameter disajikan pada Tabel 1. Kesesuaian wisata kategori snorkeling di terumbu karang dianalisis dengan menimbang tujuh parameter, bobot dan skor dari masing-masing parameter disajikan pada Tabel 2. Pada kesesuaian wisata kategori snorkeling di hamparan lamun dipertimbangkan delapan parameter, bobot dan skor dari masing-masing parameter disajikan pada Tabel 3. Kesesuaian wisata untuk kategori pantai perlu memperhatikan potensi sumberdaya dan peruntukannya, karena tiap kegiatan wisata memiliki persyaratan sumberdaya dan lingkungan yang sesuai untuk dikembangkan. Kesesuaian wisata pantai dibagi menimbang sepuluh parameter dengan empat klasifikasi penilaian. Matriks kesesuaian wisata pantai disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1. Matrik kesesuaian wisata kategori selam di terumbu karang

Parameter	Bobot	Kategori S1	Skor	Kategori S2	Skor	Kategori N	Skor
Kecerahan perairan (%)	5	>80	3	50-80	2	<50	1
Tutupan karang (%)	5	>75	3	>50-75	2	<50	1
Jenis <i>life form</i>	4	>12	3	<7-12	2	<7	1
Jenis Ikan Karang	4	>100	3	50-100	2	<50	1
Arus (cm/s)	3	0-15	3	15-150	2	>50	1
Kedalaman karang	3	6-15	3	15-30	2	>30	1

Sumber : Yulianda (2007)

Keterangan :

Bobot; Skor S1 = 3, S2 = 2, N = 1, Skor Maksimum = 72

S1= Sangat sesuai, dengan nilai 75 – 100 %, S2 = sesuai, dengan nilai 50 – 75 %, N = tidak sesuai; dengan nilai < 50 %

Tabel 2. Matrik kesesuaian wisata ketegori snorkeling di terumbu karang

Parameter	Bobot	Kategori S1	Skor	Kategori S2	Skor	Kategori N	Skor
Kecerahan perairan (%)	5	100	3	50-<100	2	<50	1
Tutupan karang (%)	5	>75	3	>50-75	2	<50	1
Jenis <i>life form</i>	4	>12	3	<7-12	2	<7	1
Jenis Ikan Karang	4	>100	3	50-100	2	<50	1
Arus (cm/s)	3	0-15	3	15-150	2	>50	1
Kedalaman karang	3	1-5	3	5-10	2	>10	1
Lebar hamparan karang (m)	3	>500	3	50-500	2	<50	1

Sumber : Yulianda (2007)

Keterangan :

Bobot; Skor S1 = 3, S2 = 2, N = 1, Skor Maksimum = 81,

S1= Sangat sesuai, dengan nilai 75 – 100 %, S2 = sesuai, dengan nilai 50 – 75 %, N = tidak sesuai; dengan nilai < 50 %

Tabel 3. Matrik kesesuaian wisata kategori snorkeling di padang lamun

Parameter	Bobot	Kategori S1	Skor	Kategori S2	Skor	Kategori N	Skor
Kecerahan perairan (%)	5	100	3	50-<100	2	<50	1
Tutupan Padang Lamun (%)	5	>75	3	>50-75	2	<50	1
Keragaman Jenis	4	tinggi	3	sedang	2	rendah	1
Biota Assosiasi	4	>12	3	<7-12	2	<7	1
Arus (cm/s)	3	0-15	3	15-150	2	>50	1
Kedalaman padang lamun	3	1-5	3	5-10	2	>10	1
Biota Berbahaya	3	Tidak ada	3	Bulu Babi	2	Bulu Babi, Ikan Pari	1
Lebar hamparan lamun (m)	3	>500	3	50-500	2	<50	1

Sumber : Yulianda (2007)

Keterangan :

Bobot; Skor S1 = 3, S2 = 2, N = 1, Skor Maksimum = 66

S1= Sangat sesuai, dengan nilai 75 – 100 %, S2 = sesuai, dengan nilai 50 – 75 %, N = tidak sesuai; dengan nilai < 50 %

Tabel 4. Matriks kesesuaian kategori wisata pantai

Parameter	Bobot	Kategori S1	Kategori S2	Kategori S3	N
Kedalaman Perairan (m)	5	0-3	>3-6	6-10	>10
Tipe Pantai	5	Pasir Putih	Pasir Putih sedikit Karang	Pasir hitam, berkarang & sedikit Terjal	Lumpur berbatu terjal
Lebar Pantai (m)	5	>15	10-15	3-9,9	<3
Material Dasar Perairan	3	Pasir	Karang berpasir	Pasir berlumpur	Lumpur
Kecepatan Arus (m/s)	3	0-0,17	0,18-0,34	0,35-0,51	>0,51
Kemiringan Pantai (°)	3	<10	10-25	25,1-45	>45
Kecerahan Perairan (%)	1	80-100	50-79,9	20-49,9	<20
Penutupan Lahan Pantai	1	Kelapa, Lahan terbuka	Semak Belukar rendah, savana	Belukar Tinggi	Hutan Bakau, pemukiman pelabuhan
Biota Barbahaya	1	Tidak ada	Bulu Babi	Bulu Babi, Ikan Pari	Pari, Lepu, ikan hiu
Ketersediaan Air Tawar (km)	1	0,5	0,6-1	1,01-2	>2

Sumber : Modifikasi Yulianda (2007) dalam Triyanto *et al.* (2014)

Keterangan :

Skor S1 = 3, S2 = 2, S1= 1, N = 0, Skor Maksimum = 69

S1= Sangat sesuai, dengan nilai 75 – 100 %, S2 = sesuai, dengan nilai 50 – 75 %, S3 = Sesuai bersyarat, dengan nilai 25-<50, N = tidak sesuai; dengan nilai < 25 %

### Perhitungan nilai kesesuaian peruntu-kan wisata

Setiap kegiatan wisata mempunyai persyaratan sumberdaya dan lingkungan yang sesuai dengan obyek wisata yang akan dikembangkan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kesesuaian wisata adalah (Yulianda, 2007) :

$$IKW = \sum \left[ \frac{N_i}{N_{Maks}} \right] x 100 \%$$

Keterangan :

IKW = Indeks Kesesuaian Wisata

$N_i$  = Nilai Parameter ke-i (bobot x skor)

$N_{Maks}$  = Nilai Maksimum dari suatu kategori wisata

### c. Pembagian kelas kesesuaian wisata

Kelas kesesuaian wisata terdiri dari tiga kelas yaitu : Sangat sesuai (S1), Sesuai (S2), dan tidak sesuai (N). Kelas S1 dengan nilai antara 75 – 100 % menunjukkan bahwa tidak ada faktor yang menjadi pembatas bagi kesesuaian kawasan untuk dijadikan sebagai kawasan wisata. Kelas S2 dengan nilai 50 – 75 % terdapat beberapa faktor yang menjadi pembatas untuk kesesuaian kawasan sebagai kawasan wisata, dan Kelas N dengan nilai <50 % menunjukkan adanya faktor-faktor yang menjadi pembatas tetap sehingga menghambat kesesuaian kawasan untuk dijadikan sebagai kawasan wisata. Khusus pada kategori wisata selam, kelas dibagi menjadi empat kelas dengan ketentuan Sangat sesuai (S1), Sesuai (S2), Sesuai bersyarat, (S3) dan tidak sesuai (N) (Tabel 4).

Pemetaan kelas kesesuaian wisata dapat dilakukan melalui perbandingan nilai kawasan dengan nilai masing-masing kelas kesesuaian wisata untuk penggunaan tertentu.

### Analisis Daya Dukung Ekologis

Analisis daya dukung wisata digunakan dengan mempertimbangkan kemampuan alam untuk mentolerir gangguan atau tekanan dari manusia terhadap sumberdaya alam (Fandeli, 2002). Analisis daya dukung yang

digunakan dalam penelitian ini adalah analisis daya dukung ekologis untuk pemanfaatan potensi sumberdaya secara lestari. Penentuan daya dukung ekologi dilakukan jika sumberdaya peruntukan wisata bersifat mudah rusak dan ruang untuk pengunjung relatif terbatas. Formulasi daya dukung ekologis untuk wisata adalah (Yulianda, 2007) :

$$DDK = K x \left( \frac{Lp}{Lt} \right) x \left( \frac{Wt}{Wp} \right)$$

Keterangan :

DDK = Daya dukung ekologis

K = Potensi ekologis pengunjung per satuan unit area

$Lp$  = Luas atau panjang area yang dapat dimanfaatkan

$Lt$  = Unit area untuk kategori tertentu

$Wt$  = Waktu yang disediakan kawasan untuk kegiatan wisata dalam 1 hari

$Wp$  = Waktu yang dihabiskan pengunjung untuk kegiatan tertentu

Daya dukung ekologis yang dimaksud pada kajian ini merupakan jumlah maksimum pengunjung yang secara fisik dapat ditampung pada kawasan wisata di pesisir Pulau Mansinam dalam waktu tertentu tanpa menimbulkan gangguan terhadap alam dan manusia. Daya dukung ekologis disesuaikan dengan karakteristik sumberdaya dan peruntukannya, seperti daya dukung untuk kegiatan penyelaman ditentukan dengan sebaran dan kondisi terumbu karang. Kebutuhan manusia akan ruang diasumsikan dengan keperluan ruang secara horizontal untuk bergerak bebas dan tidak merasa terganggu oleh keberadaan pengunjung lainnya. Khusus untuk wisata selam dan *snorkeling* yang memanfaatkan kawasan terumbu karang dipertimbangkan sesuai dengan kondisi komunitas karang dan persentase tutupan karang dari luas seluruh hamparan karang yang ada .

Potensi ekologis pengunjung ditentukan oleh kondisi sumberdaya dan jenis kegiatan yang dilakukan. Luas suatu

kawasan yang dapat digunakan oleh pengunjung ditentukan dengan mempertimbangkan kemampuan alam dalam memberikan toleransi sehingga keaslian sumberdaya alam akan tetap terjaga. Potensi ekologis pengunjung dan luas area kegiatan disajikan pada Tabel 5.

Waktu kegiatan pengunjung (Wp) dihitung berdasarkan lamanya waktu yang dihabiskan oleh pengunjung untuk

melakukan kegiatan wisata. Waktu pengunjung diperhitungkan dengan mempertimbangkan waktu yang disediakan untuk kawasan wisata (Wt). Rata-rata lamanya waktu kawasan wisata dibuka dalam satu hari adalah 10 jam (07.00 – 17.00). Prediksi waktu yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan wisata disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Potensi ekologis pengunjung (K) dan luas area kegiatan (Lt)

Jenis Kegiatan	K ( $\Sigma$ pengunjung)	Unit area (Lt)	Keterangan
Selam	2	1000 m <sup>2</sup>	Setiap 2 orang dalam 100 x 10 m luas hamparan karang
Snorkling	1	250 m <sup>2</sup>	Setiap 1 orang dalam 50 x 5 m luas hamparan karang dan lamun
Rekreasi pantai	1	50 m	Setiap 1 orang dalam 50 m panjang pantai
Wisata Berenang	1	50 m	Setiap 1 orang dalam 50 m Panjang Pantai
Wisata Berjemur	1	50 m <sup>2</sup>	Setiap 1 orang dalam 10 x 5 m
Wisata olah raga	1	50 m	Setiap 1 orang dalam 50 m panjang pantai
Wisata Berkemah	5	100 m <sup>2</sup>	Setiap 5 orang dalam 10 x 10 m pantai

Sumber : Yulianda (2007)

Tabel 6. Waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan wisata

Kegiatan	Waktu yang dibutuhkan Wp (jam)	Total waktu dalam 1 hari Wt (jam)
Selam	2	8
Snorkling	3	6
Rekreasi pantai	3	6
Wisata Berenang	2	4
Wisata berjemur	2	4
Wisata olah raga	2	4
Wisata Berkemah	24	24

Sumber : Yulianda (2007)

### Analisis Kenyamanan Pengunjung Wisata

Analisis mengenai kenyamanan pengunjung berhubungan erat dengan persepsi pengunjung terhadap tingkat keindahan dan kenyamanan objek wisata. Tingkat keindahan dan kenyamanan dalam suatu kawasan wisata ditentukan berdasarkan penilaian yang diberikan

pengunjung terhadap kawasan wisata (Yulianda, 2007).

Pengumpulan data terkait keindahan dan kenyamanan suatu kawasan wisata dilakukan dengan wawancara terstruktur pada 100 pengunjung. Keindahan yang dinilai adalah keindahan alami, tidak termasuk buatan manusia. Secara kuantitatif dapat dihitung dengan formulasi (Yulianda, 2007):

$$Ka = \frac{Ers}{Ero} \times 100 \%$$

Keterangan :

- Ka = Nilai keindahan alam (%)  
 Ers = Jumlah responden yang menyatakan indah  
 Ero = Jumlah seluruh responden

Kriteria/Nilai Keindahan alam :

- $Ka \geq 75 \%$  = Indah (3)  
 $40 \% \leq Ka \leq 75 \%$  = Cukup indah (2)  
 $Ka < 40 \%$  = Tidak indah (1)

Penilaian terhadap kenyamanan kawasan wisata yang diberikan oleh pengunjung didasarkan pada rasa kelapangan, ketentraman, dan kenyamanan. Perhitungan nilai kenyamanan dilakukan dengan formula (Yulianda, 2007):

$$Na = \frac{Ers}{Ero} \times 100 \%$$

Keterangan :

- Na = Nilai kenyamanan alam (%)  
 Ers = Jumlah responden yang menyatakan indah  
 Ero = Jumlah seluruh responden

Kriteria/nilai kenyamanan :

- $Na \geq 75 \%$  = Nyaman (3)  
 $40 \% \leq Na \leq 75 \%$  = Cukup nyaman (2)  
 $Na < 40 \%$  = Tidak nyaman (1)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kesesuaian Wisata

#### Kesesuaian Wisata Kategori Selam

Wisata selam adalah wisata untuk menikmati keindahan pemandangan bawah laut pada ekosistem terumbu karang. Hasil analisis kesesuaian wisata kategori selam pada terumbu karang disajikan pada Tabel 7.

Hasil analisis kesesuaian wisata kategori selam pada ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Mansinam menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang masih relatif baik, sehingga sangat sesuai untuk dilakukan wisata selam pada kedalaman tiga meter, sedangkan pada kedalaman 10 meter masuk dalam kategori sesuai.

Natha *et al.* (2014) menyatakan ekowisata selam dan snorkeling dengan nilai tertinggi 94% di pulau Ra dan Nusa Deket di Halmahera Selatan dikategorikan sangat sesuai. Koroy *et al.* (2017) melaporkan kelas kesesuaian ekowisata bahari pulau Sayafi dan Liwo yang termasuk pulau kecil di Halmahera Tengah berada dalam kategori sesuai dan sangat sesuai, dengan daya tampung untuk jenis kegiatan wisata diving sebanyak 260 orang/ hari dengan area pemanfaatan sebesar 18.07 ha. Adapun Johan (2016) pada penelitiannya di Pulau Sebesi Provinsi Lampung melaporkan bahwa kegiatan wisata selam di wilayah tersebut berada pada kategori sesuai, sesuai bersyarat, dan tidak sesuai.

Tabel 7. Analisis Kesesuaian Wisata Kategori Selam pada Terumbu Karang

Parameter	Nilai Bobot x Skor					
	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
	3 m	10 m	3 m	10 m	3 m	10 m
Kecerahan Perairan	15	15	15	15	15	15
Tutupan Karang	10	10	15	15	15	15
Jenis <i>Life Form</i>	12	8	8	8	12	8
Jenis Ikan Karang	8	8	8	8	8	8
Kecepatan Arus	6	6	6	6	6	6
Kedalaman Karang	9	6	9	6	9	6
<b>Jumlah</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>61</b>
<b>Bobot Maksimum = 73 IKW (%)</b>	<b>82,19</b>	<b>76,71</b>	<b>83,56</b>	<b>8356</b>	<b>89,04</b>	<b>8356</b>

Keterangan ST= Stasiun

### Kesesuaian Wisata Kategori Snorkeling

Wisata snorkeling hampir sama dengan wisata selam yaitu wisata untuk menikmati keindahan alam bawah laut perairan yang lebih dangkal, umumnya pada ekosistem terumbu karang. Hasil analisis kesesuaian wisata kategori snorkeling pada terumbu karang di perairan Mansinam disajikan pada Tabel 8. Analisis kesesuaian wisata kategori snorkeling pada ekosistem terumbu karang menunjukkan kondisi yang masih sangat baik dan sangat sesuai untuk wisata selam, kecuali pada stasiun satu di kedalaman 10 meter yang terkategori baik. Pada kedalaman tiga meter karang hidup relatif lebih tinggi dibandingkan pada kedalaman 10 meter.

Meskipun kegiatan snorkeling di terumbu karang pada kedalaman 3 meter berada pada kelas sangat sesuai dan kedalaman 10 meter sesuai, disarankan agar pengembangan kegiatan wisata selam maupun snorkeling pada terumbu karang di kedalaman 3 meter perlu pengawasan khusus. Hal ini sejalan dengan pendapat Plathong *et al.* (2000) bahwa kegiatan ekowisata snorkeling pada kedalaman 3 meter atau kurang dapat beresiko menyebabkan terinjaknya koloni karang atau terkena kibasannya kaki katak terutama pada perenang pemula yang belum terbiasa menggunakan

peralatan snorkeling. Idealnya kegiatan wisata snorkeling dilakukan pada kedalaman 3-6 meter (Club & Holbrook, 2001 dalam Johan, 2016). Lebih jauh Rosalina *et al.* (2019) melaporkan bahwa perilaku pengunjung di Kepulauan Seribu yang melakukan kegiatan snorkeling umumnya mengancam keberadaan terumbu karang dimana 55,56% pesnorkel masuk dalam kategori berisiko tinggi, 33,33% berisiko sedang, dan 11,11% berisiko rendah. Kegiatan yang tidak patut tersebut antara lain 1) Memberi makan ikan; 2) Menginjak atau berdiri di atas karang; 3) Memegang karang; 4) Memegang atau mengganggu ikan; 5) Mengambil atau memindahkan biota; 6) Menendang karang; 7) Mengaduk sedimen; dan 8) Memotret menggunakan flash. Oleh karena itu, pengelola wisata di Pulau Mansinam nantinya perlu mewajibkan pengunjung untuk menaati kode etik snorkeling yang memberikan batasan kepada pesnorkel dalam berperilaku selama melakukan aktivitas snorkeling.

Pada ekosistem padang lamun wisata snorkeling juga dapat dilakukan dengan tujuan mempelajari bentuk pertumbuhan, karakteristik, dan keragaman jenis lamun serta organisme asosiasi. Kesesuaian wisata snorkeling pada ekosistem padang lamun disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Analisis Kesesuaian Wisata Kategori Snorkeling Terumbu Karang

Parameter	Nilai Bobot x Skor					
	Stasiun 1		Stasiun 1		Stasiun 1	
	3 m	10 m	3 m	10 m	3 m	10 m
Kecerahan Perairan	15	15	15	15	15	15
Tutupan Karang	15	10	10	15	15	15
Jenis <i>Life Form</i>	12	4	12	12	12	8
Jenis Ikan Karang	8	12	12	12	8	12
Kecepatan Arus	9	9	9	9	9	9
Kedalaman Karang	9	6	9	6	9	6
Lebar Hamparan Karang	6	6	6	6	6	6
<b>Jumlah</b>	<b>74</b>	<b>62</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>71</b>
<b>Bobot Maksimum = 81 IKW (%)</b>	<b>91,36</b>	<b>76,54</b>	<b>90,12</b>	<b>92,59</b>	<b>91,36</b>	<b>87,65</b>

Tabel 9. Analisis Kesesuaian Wisata Kategori Snorkeling Padang Lamun

Parameter	Nilai Bobot x Skor		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Kecerahan Perairan (%)	15	15	15
Tutupan Padang Lamun (%)	10	10	10
Keragaman Jenis	6	4	4
Biota Assosiasi	6	6	6
Arus (cm/s)	9	9	9
Kedalaman Lamun	3	3	3
Biota Berbahaya	3	3	3
Lebar Hamparan Lamun	2	2	2
<b>Jumlah</b>	<b>54</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
<b>Bobot Maksimum = 66</b>			
<b>IKW (%)</b>	<b>81.82</b>	<b>78.79</b>	<b>78.79</b>

Analisis kesesuaian wisata kategori snorkeling pada ekosistem padang lamun menunjukkan bahwa pada stasiun satu sangat sesuai, sedangkan pada stasiun dua dan tiga cenderung sesuai. Hal ini disebabkan adanya kecenderungan tingkat keseragaman jenis yang tidak seimbang. Pada kawasan ini, hamparan lamun hanya didominasi oleh jenis *Thalassia hemprichi*, *Halodule uninervis*, dan *Halophylla ovalis*. Berbeda dengan penelitian Jayanthi *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa terdapat lima jenis lamun di Pantai Sumberkima, Buleleng, Bali dengan parameter perairan pada skor tertinggi sehingga diperoleh hasil analisis IKW mencapai 96,3 % (sangat sesuai).

#### Kesesuaian Wisata Kategori Pantai

Kesesuaian wisata untuk kategori pantai dapat dipresentasikan dalam bentuk nilai. Parameter yang diamati adalah kedalaman perairan, tipe pantai, lebar pantai, materi dasar perairan, kecepatan arus, kemiringan pantai, kecerahan perairan, penutupan lahan pantai, biota berbahaya, dan ketersediaan air tawar. Pantai pasir putih di Pulau Mansinam yang berpotensi untuk wisata pantai berlokasi di bagian Barat Daya dengan panjang pantai 300 meter dengan lebar pantai bervariasi yaitu stasiun 1 (48 m), stasiun 2 (62 m), stasiun 3 (59 m), stasiun 4 (32 m), stasiun 5 (37 m), dan stasiun 6 (31 m). Analisis kesesuaian wisata kategori pantai disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Analisis Kesesuaian Wisata Kategori Wisata Pantai

Parameter	Bobot x Skor					
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	Stasiun 5	Stasiun 6
Kedalaman Perairan (m)	15	15	15	15	10	10
Tipe Pantai	10	15	15	10	10	10
Lebar Pantai	15	15	15	15	15	15
Material Dasar	6	9	9	9	6	6
Kecepatan Arus	6	6	6	6	6	6
Kemiringan	9	9	9	9	9	9
Kecerahan	3	3	3	3	3	3
Penutupan Lahan	2	3	3	2	2	2
Biota Berbahaya	3	3	3	3	2	2
Air Tawar	3	3	3	3	3	3
<b>Jumlah</b>	<b>72</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>75</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
<b>Bobot Maksimum = 84</b>						
<b>IKW (%)</b>	<b>85.71</b>	<b>96.43</b>	<b>96.43</b>	<b>89.29</b>	<b>78.57</b>	<b>78.57</b>

Pantai pasir putih yang terdapat di Pulau Mansinam yaitu stasiun 1-4 masuk dalam kategori sangat sesuai yaitu (80 - 100%) untuk kegiatan wisata pantai, kecuali pada stasiun 5 dan 6 masuk dalam kategori cukup sesuai (60-80%). Perhitungan nilai indeks kesesuaian wisata pantai dari enam stasiun pengamatan terlihat bahwa parameter untuk kegiatan wisata pantai sangat mendukung. Hal ini dapat dilihat dari kedalaman perairan (3-7 m), lebar pantai (31-62 m), tipe pantai berpasir putih dan berbatu, material dasar berpasir dan terdapat pecahan karang dan tidak ditemukan biota berbahaya. Selain itu kecerahan perairan antara 80-100%, penutupan lahan dari jenis pohon perdu, dan dekat dengan sumber air tawar. Yulianda (2007) menyatakan bahwa wisata pantai akan sangat baik jika dikembangkan pada pantai yang didominasi substrat berpasir putih.

Hasil analisis pada penelitian ini serupa dengan kajian yang dilakukan oleh Yulisa *et al.* (2016) di Pantai Laguna Desa Mepas Kabupaten Kaur yang menghasilkan nilai indeks kesesuaian wisata pantai sangat sesuai yaitu 90,6%. Serupa pula dengan kajian Lelloltery *et al.* (2016) pada Pulau Marsegu Kabupaten Seram Bagian Barat dimana dihasilkan IKW 95,42% atau sangat sesuai.

Pada stasiun 5 dan 6, meskipun masih termasuk kategori sesuai namun nilai yang dihasilkan tergolong rendah. Hal ini disebabkan skor pada kedalaman perairan dan material dasar perairan yang rendah. Perairan pesisir yang dangkal baik untuk aktivitas mandi dan berenang. Idealnya, kedalaman pantai untuk aktivitas wisata menikmati pantai adalah 0 – 3 meter (Lelloltery *et al.*, 2016). Adapun material dasar perairan yang ideal untuk kegiatan wisata pantai adalah substrat berpasir (Yulianda, 2007). Kondisi pada stasiun 5 dan 6 lebih didominasi oleh pasir dengan banyak pecahan karang dan kedalaman pantai lebih dari 3 meter.

## Analisis Daya Dukung Ekologis

Daya dukung ekologis merupakan alat yang dipakai untuk mengukur suatu destinasi (tempat tujuan wisata) sehingga dapat berkelanjutan sesuai dengan potensi yang dimiliki. Daya dukung ekologis adalah jumlah wisatawan yang secara fisik dapat diterima di dalam kawasan wisata untuk waktu tertentu tanpa menimbulkan gangguan terhadap alam dan manusia (Yulianda, 2007).

Berdasarkan hasil survei potensi sumberdaya Pulau Mansinam, terdapat beberapa kawasan yang dapat dikembangkan untuk tujuan wisata seperti wisata selam di kawasan terumbu karang, snorkeling di kawasan terumbu karang dan padang lamun, rekreasi pantai, berenang, berjemur, olah raga pantai, dan wisata berkemah di pantai pasir putih. Daya dukung ekologis untuk kegiatan wisata disajikan pada Tabel 11.

Hasil perhitungan daya dukung ekologis untuk wisata selam pada terumbu karang di Pulau Mansinam dengan area yang dapat dimanfaatkan seluas 5500 m<sup>2</sup> dengan asumsi setiap 2 orang wisatawan memerlukan area 1000 m<sup>2</sup> dengan waktu disediakan 8 jam dan rata-rata lama waktu yang digunakan adalah 2 jam, maka daya dukung untuk kategori wisata selam pada ekosistem terumbu karang dapat menampung wisatawan sebanyak 44 orang per hari. Meskipun nampaknya jumlah wisatawan yang dapat ditampung lebih sedikit dari yang dikemukakan Koroy *et al.* (2017) di pulau Sayafi dan Liwo, Halmahera Tengah.

Aktivitas wisata snorkeling pada terumbu karang dengan area yang dapat dimanfaatkan seluas 3000 m<sup>2</sup> dengan asumsi setiap 1 orang memerlukan area seluas 250 m<sup>2</sup> dengan waktu disediakan 6 jam dengan rata-rata waktu digunakan adalah 3 jam, maka daya dukung untuk kategori wisata snorkeling pada ekosistem terumbu karang dapat menampung sebanyak 24 orang per hari. Sedangkan untuk ekosistem padang lamun dapat menampung 20 orang per hari.

Tabel 11. Daya Dukung lingkungan untuk wisata di Pulau Mansinam

Jenis Kegiatan	K	Lp	Lt	Wp (jam)	Wt (jam)	DDK
Wisata Selam	2	5500 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	2	8	44
Wisata Snorkling	1	3000 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	3	6	24
Wisata Snorkling	1	2500 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	2	4	20
Rekreasi Pantai	1	300 m	50 m	3	9	18
Wisata Berenang	1	300 m	50 m	3	8	16
Wisata Berjemur	1	250 m	50 m	2	4	10
Wisata Olah Raga	1	200 m	50 m	2	4	8
Tempat Berkemah	5	3950 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	24	24	197
Total pengunjung untuk seluruh aktivitas per hari						337

Data Primer 2015, (diolah)

Keterangan

- K = Potensi ekologis Pengunjung,
- Lp = Luas/Panjang area yang dapat dimanfaatkan,
- Lt = Unit area untuk Kategori tertentu,
- WP = waktu yang digunakan pengunjung,
- Wt = waktu yang disediakan kawasan dalam sehari,
- DDK = daya dukung ekologis

Aktivitas wisata pantai seperti berjalan di tepi pantai, duduk santai, berfoto atau memotret, mengobrol, dan menikmati pemandangan panjang area yang dapat dimanfaatkan adalah 300 meter dengan asumsi setiap orang memerlukan panjang area 50 meter dengan waktu yang disediakan 9 jam dan rata-rata waktu yang digunakan 3 jam, maka daya dukung ekologis wisata pantai dapat menampung sebanyak 18 orang per hari. Demikian halnya dengan aktifitas wisata berenang dengan panjang area perairan yang dapat digunakan adalah 300 meter dengan asumsi setiap orang memerlukan area 50 meter dengan waktu yang disediakan 8 jam dan rata-rata waktu digunakan adalah 3 jam, maka daya dukung ekologis wisata berenang adalah 16 orang per hari.

Panjang area yang dapat digunakan untuk wisata berjemur adalah 250 meter, jika setiap orang memerlukan panjang area 50 meter, dengan waktu yang disediakan adalah 4 jam, sedangkan waktu yang digunakan wisatawan rata-rata 2 jam, maka daya dukung ekologis untuk wisata berjemur di pantai pasir putih Pulau Mansinam adalah sebanyak 10 orang per hari. Aktivitas wisata olah raga seperti volly pantai, senam pantai dan

lain-lain panjang area yang dapat digunakan adalah 200 meter, jika diasumsikan setiap wisatawan menggunakan area 50 meter dengan waktu yang disediakan sebanyak 4 jam dan rata-rata waktu yang digunakan adalah 2 jam, maka daya dukung ekologis wisata olah raga di pantai pasir putih Pulau Mansinam adalah 8 orang per hari. Luas area Pantai pasir putih Pulau Mansinam yang datar dan landai untuk dilakukan wisata berkemah adalah 3950 m<sup>2</sup>. Jika diasumsikan setiap 5 orang memerlukan area 100 m<sup>2</sup> dalam waktu 24 jam, maka daya dukung ekologis wisata berkemah adalah 197 orang per hari. Total wisatawan yang dapat berkunjung dalam sehari untuk melaksanakan kegiatan wisata bahawi di Pulau Mansinam adalah 337 jiwa. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan analisis Jayanthi *et al.* (2019) dimana total daya dukung di kawasan perairan Pulau Pasir Putih, Buleleng, Bali adalah 222 orang/hari.

Analisis daya dukung ekologis (DKK) kawasan wisata Pulau Mansinam dilakukan dalam rangka memberikan keleluasaan bergerak dengan nyaman dan santai bagi wisatawan selama berwisata. Pengaturan jumlah pengunjung merupakan salah satu faktor penting untuk

mencapai destinasi yang berkelanjutan. Fennd & Eagles (1990) dalam Damanik & Weber (2006) menyarankan adanya 6 (enam) prinsip penting yang harus dipenuhi wisatawan dalam penyelenggaraan ekowisata berkaitan dengan keberlangsungan destinasi sebagai berikut:

- a. Pengunjung harus semaksimal mungkin berusaha meniadakan dampak negatif terhadap lingkungan destinasi wisata dan penduduk lokal.
- b. Pengunjung melakukan perjalanan wisata dengan tujuan meningkatkan kesadaran dan pemahaman terhadap alam dan keunikan budaya lokal.
- c. Pengunjung membantu memaksimalkan partisipasi awal dalam jangka panjang dari masyarakat lokal, dalam proses pembuatan keputusan yang menyangkut pengembangan ekowisata.
- d. Pengunjung memberikan kontribusi terhadap usaha-usaha konservasi daerah yang dilindungi.
- e. Pengunjung memberikan keuntungan ekonomi dibandingkan mengalihkan masyarakat setempat dari pekerjaan tradisional.
- f. Pengunjung membuka peluang bagi masyarakat lokal dan pekerja wisata untuk memanfaatkan keindahan sumberdaya alam.

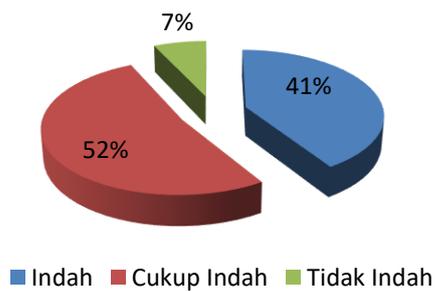
Konsep-konsep di atas, sangat jelas menggambarkan bahwa untuk mencapai destinasi wisata yang berkelanjutan, dibutuhkan integritas ekologis sebagai usaha mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Pada tingkat global, pertumbuhan ekowisata tercatat jauh lebih tinggi dari pasar wisata secara keseluruhan. Berdasarkan analisis TIES (2000) pertumbuhan ekowisata berkisar antara 10-30 % per tahun, sedangkan pertumbuhan wisatawan secara keseluruhan hanya 4 %. Pergeseran perilaku pasar wisata sedang berlangsung saat ini dan ekowisata diperkirakan akan menjadi pasar wisata yang sangat prospektif masa depan. Situasi pandemi covid 19 yang menyaratkan perlunya pembatasan sosial pada destinasi wisata juga menjadi faktor pendukung dikembangkannya ekowisata di masa depan. Kementerian Pariwisata

dan Ekonomi Kreatif sendiri telah memprediksi bahwa produk ekowisata akan lebih diminati masyarakat pascapandemi (Subinarto, 2020), demikian pula Direktur Indonesia Ecotourism Network, menyatakan bahwa pada era *new normal* ada tiga bentuk wisata yang akan dicari oleh wisatawan yakni ekowisata, wisata petualangan, dan wisata kebugaran (Intan, 2020).

Salah satu ciri dalam pengembangan ekowisata adalah pembatasan jumlah pengunjung sesuai daya dukung (*carrying capacity*) kawasan. Pembatasan jumlah pengunjung dilakukan karena terjadinya kerusakan lingkungan dan degradasi sumberdaya, salah satunya disebabkan oleh banyaknya jumlah wisatawan yang melebihi daya dukung kawasan. Pada dasarnya ekowisata merupakan perpaduan dari berbagai minat yang tumbuh dari keprihatinan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Susilawati (2011) mengemukakan pengembangan ekowisata merupakan upaya pemberdayaan sosial, budaya dan ekonomi masyarakat.

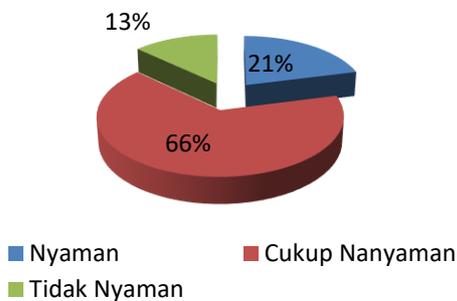
### **Analisis Nilai Keindahan dan Kenyamanan**

Pulau Mansinam merupakan destinasi wisata yang diminati oleh wisatawan baik domestik maupun manca negara. Analisis nilai keindahan dan kenyamanan Pulau Mansinam sebagai destinasi wisata dilakukan terhadap 100 orang responden yang pernah berkunjung dengan menggunakan kuisioner. Berdasarkan hasil penilaian terhadap keindahan alami Pulau Mansinam, sebanyak 52 % responden mengatakan cukup indah dan 41 % responden mengatakan indah. Hasil analisis nilai keindahan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Analisis Keindahan

Kenyamanan adalah salah satu faktor yang paling berpengaruh pada keputusan wisatawan untuk berkunjung ulang ke destinasi yang bersangkutan. Faktor-faktor yang mempengaruhi penilaian kenyamanan wisatawan mancanegara adalah sumberdaya alam/iklim, hubungan masyarakat, keindahan, kebersihan, dan hubungan wisatawan. (Juniawan *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penilaian 100 responden wisatawan domestic terhadap kenyamanan berkunjung di Pulau Mansinam, terdapat 66 % responden menyatakan cukup nyaman dan 21% responden menyatakan nyaman (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil Analisis Kenyamanan

Berdasarkan diagram pada Gambar 2 dan 3, diketahui bahwa masih terdapat responden yang menjawab tidak indah / tidak nyaman. Demikian pula lebih dari separuh responden menyatakan cukup indah / cukup nyaman. Salah satu faktor penyebab munculnya penilaian yang cukup dan tidak nyaman/ tidak indah pada kawasan wisata di Pulau Mansinam dipengaruhi oleh keberadaan sampah organik maupun non organik di sekitar destinasi tersebut. Wyzer *et al.* (2018)

menyatakan bahwa sampah domestik yang disebabkan oleh aktivitas manusia di kawasan Teluk Doreri secara periodik dapat terakumulasi di pesisir pantai Pulau Mansinam dan berdampak negatif terhadap sanitasi dan kualitas perairan. Kajian ini juga melaporkan bahwa pada saat surut, komposisi sampah plastik yang ada di pesisir pantai Pulau Mansinam menduduki peringkat pertama terbanyak di semua stasiun, sedangkan sampah organik menduduki peringkat pertama saat kondisi pasang. Berdasarkan Indeks Pencemaran, tingkat pencemaran perairan laut Pulau Mansinam tergolong tercemar ringan untuk tujuan wisata bahari (Wyzer *et al.*, 2018). Kondisi ini serupa dengan kajian Khalik (2014) yang melaporkan bahwa sampah merupakan salah satu hal yang sering dikeluhkan oleh wisatawan di Kawasan Wisata Kuta Lombok. Terkait dengan hal ini, maka Pemerintah Kabupaten Manokwari perlu mendesain tata kelola persampahan di kota Manokwari secara holistik karena sampah dari berbagai pemukiman dapat berdampak hingga ke Pulau Mansinam.

Selain sampah, faktor lain yang turut berpengaruh adalah fasilitas yang masih minim dan kondisi keamanan. Hasil kajian Widiastuti *et al.* (2015) melaporkan bahwa persepsi responden tentang kondisi keamanan dalam pengembangan ekowisata di sekitar Teluk Doreri, termasuk di dalamnya Pulau Mansinam masih tergolong rendah yaitu 42%. Oleh karena itu, hal ini harus menjadi perhatian bagi pengelola wisata Pulau Mansinam. Perlu ada penambahan fasilitas dan perlindungan keamanan yang dapat menciptakan rasa nyaman bagi pengunjung.

## KESIMPULAN

Analisis kesesuaian wisata bahari di Pulau Mansinam untuk pengembangan kawasan ekowisata di Kabupaten Manokwari pada umumnya adalah sesuai dan sangat sesuai. Kesesuaian wisata untuk kategori selam (*diving*) pada ekosistem terumbu karang dengan kedalaman 3 meter sangat sesuai dan pada

kedalaman 10 meter sesuai. Kesesuaian wisata kategori wisata *snorkeling* pada ekosistem terumbu karang kedalaman 3 meter sangat sesuai dan pada ekosistem padang lamun sesuai. Sedangkan kesesuaian wisata untuk kategori wisata pantai sangat sesuai, dan kategori wisata hutan pantai cukup sesuai. Daya dukung dan daya tampung ekologis kategori wisata selam untuk ekosistem terumbu karang dapat memuat 44 orang per hari, wisata snorkeling di paparan terumbu karang 24 orang per hari dan padang lamun 20 orang per hari. Untuk kategori rekreasi pantai sebanyak 18 orang per hari, kategori wisata berjemur 10 orang perhari, berenang 16 orang per hari, wisata olah raga 8 orang per hari, dan wisata berkemah 197 orang per hari. Nilai keindahan dan kenyamanan berwisata di Pulau Mansinam termasuk indah bagi para responden, dan cukup nyaman untuk dikunjungi dengan fasilitas yang tersedia saat itu. Perlu ada perbaikan tata kelola yang dapat meningkatkan unsur keindahan dan kenyamanan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Secara khusus kepada pemerintah dan masyarakat kampung Pulau Mansinam, serta seluruh pengunjung yang telah bersedia menjadi responden.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M. (2006). Analisis Tingkat Pencemaran dengan Pendekatan Plankton Sebagai Bioindikator di Perairan Teluk Doreri. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Fandeli, C. (2002). *Pengertian dan Konsep Dasar Ekowisata*. Artikel dalam buku: *Pengusahaan Ekowisata*, editor: Chafid Fandeli. Fakultas Kehutanan UGM bekerjasama dengan Unit Konservasi Sumberdaya Alam Yogyakarta. Yogyakarta.
- Fachrul, M.F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hardjowigeno, S & Widiatmaka. (2001). *Kesesuaian Lahan dan Perencanaan. Tataguna Tanah*. Bogor: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB Bogor.
- Intan, P. (2020). Tren Wisata Pasca Corona: Ekowisata, Petualangan, dan Kebugaran. Artikel pada Travel Detik tertanggal 13 Juni 2020. Diakses pada <https://travel.detik.com/travel-news/d-5051553/tren-wisata-pasca-corona-ekowisata-petualangan-dan-kebugaran>.
- Jayanthi, N.P.C.K., Restu, I.W. & Pratiwi, M.A. (2019). Kajian Kesesuaian Pulau Pasir Putih dalam Kerangka Pengembangan Ekowisata Bahari di Pantai Sumberkima, Buleleng, Bali. *Current Trends in Aquatic Science II(1): 62-69* (2019)
- Johan, Y. (2016). Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Ekowisata Bahari Pulau Sebesi, Provinsi Lampung. *Depik, 5(2): 41-47*.
- Juniawan, I.M., Karini, N.M., & Dewi, L.G.L.K. (2017). Karakteristik dan Persepsi Kenyamanan Wisatawan Mancanegara di Pantai Kuta Bali. *Jurnal IPTA Vol. 5 No. 1, 2017*.
- Khalik, W. (2014). Kajian Kenyamanan dan Keamanan Wisatawan di Kawasan Pariwisata Kuta Lombok. *JUMPA Volume 01, Nomor 01, Juli 2014*.
- Koroy, K., Yulianda, F., & Butet, N. (2017). Pengembangan Ekowisata Bahari Berbasis Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil Di Pulau Sayafi Dan Liwo, Kabupaten Halmahera Tengah. *Jurnal teknologi Perikanan dan Kelautan 8(1):1-17*
- Krey, M.A. (2014). Keterkaitan Terumbu Karang dengan Ikan Chaetodontidae dan Implikasi Untuk Pengelolaan Perairan Teluk Doreri Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. Tesis Pascasarja Ilmu Lingkungan. Universitas Negeri Papua. Manokwari.

- Lelloltery, H., Pujiatmoko, S., Fandeli, C. & Baiquni, M. (2016). Pengembangan Ekowisata Berbasis Kesesuaian dan daya Dukung Kawasan Pantai (Studi Kasus Pulau Marsegu Kabupaten Seram Bagian Barat). *Jurnal Budidaya Pertanian*. Vol. 12 (1): 25 – 33 Th. 2016.
- LIPI. (2009). Segitiga Koral, Jantung Dunia. Dipublikasikan pada 13 Februari 2009 pada <http://lipi.go.id/berita/segitiga-koral-jantung-dunia/4174>.
- Natha M.H, AmboTuwo, & Samawi, F. (2014). Kesesuaian Ekowisata Selam dan Snorkling di Pulau Nusa Ra dan Nusa Deket Berdasarkan Potensi Biofisik Perairan. *J. Sains & Teknologi*, Desember 2014, Vol.14 No.3 : 259 – 268
- Plathong, S., Inglis, G.J. & Huber, M.E. (2000). Effects of Self-Guided Snorkeling Trails on Corals in a Tropical Marine Park. *Conservation Biology*. Vol. 14, No. 6 (Dec., 2000), pp. 1821-1830 (10 pages).
- Rosalina, D.R., Yonvitner, & Imran, Z. (2019). Perilaku Pesnorkel terhadap Ekosistem Terumbu Karang (Studi Kasus di Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu, DKI Jakarta). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Oktober 2019 Vol. 24 (4): 327–336
- Subinarto, D. (2020). Era Kenormalan Baru dan Prinsip Fundamental Ekowisata. Opini pada situs berita lingkungan Mongabay tanggal 18 Juni 2020. Diakses pada <https://www.mongabay.co.id/2020/06/18/era-kenormalan-baru-dan-prinsip-fundamental-ekowisata/>.
- Susilawati, S., (2011). Pengembangan Eko-wisata Sebagai Salah Satu Upaya Pemberdayaan Sosial, Budaya dan Ekonomi di Masyarakat. Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI. Bandung.
- TIES. (1990). The International Ecotourism Society, (TIES) overview. <https://ecotourism.org/ties-overview/> diunduh 9 Maret 2015.
- TIES. (2000). Fact The International Ecotourism Society (TIES), Washington, DC 20005, USA <https://ecotourism.org/ties-overview/> info@ecotourism.org www.ecotourism.org
- Triyanto, M.A. (2014). Kajian Pengembangan Ekowisata Pantai Di Kabupaten Manokwari Papua Barat (Studi Kasus Pantai Yen Beba). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Damanik J., Weber, H.F. (2006). Perencanaan Ekowisata. Pusat Studi Pariwisata UGM dan Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Wood, M. (2002). *Ecotourism: Principles, Practices & Policies for Sustainability*, United Nations Environment Programme. United Nations Publication, France.
- Widiastuti, N., Mudjirahayu, Maitindom, V., & Leatemia, S. (2015). Persepsi Masyarakat Lokal Dalam Mendukung Pengembangan Ekowisata di Teluk Doreri Kabupaten Manokwari. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Wyzer, J.I., Hartini, S. & Tokede, M.. (1998). Kualitas Perairan Pulau Mansinam pada Kondisi Arus Permukaan Monsun Timur. *CASSOWARY* volume I (1): 1 - 20
- Yulianda, F. (2007). Ekowisata Bahari sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi. Makalah Seminar Sains pada Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Yulisa, E.N., Johan, Y. & Hartono, D.. (2016). Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Ekowisata Pantai kategori Rekreasi Pantai Laguna Desa Merpas Kabupaten Kaur. *Jurnal Enggano* Vol. 1, No. 1, april 2016: 97-111.

## PETUNJUK PENULISAN DAN PENGIRIMAN NASKAH KE JURNAL SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

### Petunjuk Umum Penulisan Naskah

Naskah yang disubmit belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan tidak sedang dalam pertimbangan untuk publikasi di jurnal lain. Semua penulis naskah diharapkan sudah menyetujui pengiriman naskah ke Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik dan menyetujui urutan nama penulisnya. *Corresponding author* juga diharapkan sudah memperoleh persetujuan dari semua penulis untuk mewakili mereka selama proses penyuntingan dan penerbitan naskah. Untuk menghindari adanya plagiarisme, penulis wajib mengisi dan menandatangani *Statement of Originality* dan melampirkannya pada *bagian Upload Supplementary Files* pada saat mensubmit naskahnya. Penulis yang naskahnya sudah dinyatakan *Accepted*, wajib mengisi lembar *Copyright Transfer Agreement* dan mengirimkannya ke Redaksi Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik.

Naskah harus mengandung komponen-komponen naskah ilmiah berikut (sub judul sesuai urutan), yaitu: (a) JUDUL (Bahasa Inggris dan Indonesia), (b) Nama Penulis, (c) Afiliasi penulis, (d) Alamat email semua penulis, (e) ABSTRACT dan Key Word (bahasa Inggris) (f) ABSTRAK dan Kata Kunci (Bahasa Indonesia), (g) PENDAHULUAN, (h) METODE PENELITIAN, (i) HASIL DAN PEMBAHASAN, (j) KESIMPULAN, (k) UCAPAN TERIMA KASIH (jika ada), dan (l) DAFTAR PUSTAKA.

Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan jumlah halaman maksimum 25 termasuk gambar dan tabel. Naskah harus ditulis dengan ukuran bidang tulisan A4 (210 x 297 mm) dan dengan format margin kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Naskah harus ditulis dengan jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran font 11pt, berjarak 2 spasi kecuali judul, afiliasi penulis, dan abstrak, dalam format satu kolom. Kata-kata atau istilah asing dicetak miring. Sebaiknya hindari penggunaan istilah asing untuk naskah berbahasa Indonesia. Paragraf baru dimulai 10 mm dari batas kiri, sedangkan antar paragraf tidak diberi spasi antara. Semua bilangan ditulis dengan angka arab, kecuali pada awal kalimat. Penjelasan lebih lanjut:

#### A. Judul

Judul naskah ditulis secara singkat dan jelas, serta harus menunjukkan dengan tepat masalah yang hendak dikemukakan dan tidak memberi peluang penafsiran yang beraneka ragam. Judul naskah tidak boleh mengandung singkatan kata. Judul ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Judul Bahasa Indonesia ditulis dengan huruf *Times New Roman* ukuran 14, Bold, Spasi 1. Judul Bahasa Inggris ditulis dengan huruf *Times New Roman* ukuran 14, regular, Spasi 1. Jarak antara Judul Bahasa Indonesia dengan Bahasa Inggris adalah 12 pt (satu kali enter).

## **B. Nama Penulis**

Nama penulis ditulis lengkap tanpa gelar, dengan huruf Times News Roman ukuran, ukuran 11, Bold. Jika penulis lebih dari satu, tuliskan nama-nama penulis dengan dipisahkan oleh koma (.). Jika nama penulis hanya terdiri atas satu kata, tuliskan nama sebenarnya dalam satu kata, namun demikian di versi *online* (HTML) akan dituliskan dalam dua kata yang berisi nama yang sama (berulang). Nama penulis ditulis dengan jarak 12 pt (satu kali enter) dari judul Bahasa Inggris. Penulis korespondensi diberi tanda \*. Editor hanya akan melakukan komunikasi pada penulis korespondensi.

## **C. Afiliasi Penulis**

Afiliasi penulis atau nama institusi penulis ditulis dibawah nama penulis dengan jarak 12 pt (satu kali enter) dari nama penulis. Penulis yang tidak berada pada institusi yang sama, harus ditandai dengan angka “1” dan seterusnya seperti pada contoh. Afiliasi ditulis dengan mencantumkan nama departemen, Nama Institusi, Kota institusi, kodepos dan Negara. Afiliasi penulis ditulis dengan huruf TNR, ukuran 11 pt, regular.

## **D. Alamat email penulis**

Semua penulis wajib mencantumkan alamat emailnya masing masing dan ditulis di bawah afiliasi penulis tanpa ada jarak.

## **E. Abstract dan Keyword**

Abstract bahasa inggris ditulis dengan menggunakan huruf TNR, ukuran 11 pt, regular. Abstrak ditulis sepanjang 150 sampai dengan 300 kata, memuat inti permasalahan yang akan dikemukakan, metode pemecahannya, dan hasil-hasil temuan saintifik yang diperoleh serta kesimpulan yang singkat. Abstrak untuk masing-masing bahasa hanya boleh dituliskan dalam satu paragraf saja dengan format satu kolom. Jarak antar baris adalah satu spasi pada format ini. Setiap artikel harus memiliki Abstract Bahasa inggris dan Abstrak Bahasa Indonesia.

Keyword ditulis dibawah abstract dengan jarak 12 pt dari baris terakhir abstract. Keyword berisi 5 kata kunci yang berhubungan dengan penelitian yang ditulis.

## **F. Abstrak dan Katakunci**

Abstrak bahasa Indonesia ditulis dengan menggunakan huruf TNR, ukuran 11 pt, regular. Abstrak ditulis sepanjang 150 sampai dengan 300 kata, memuat inti permasalahan yang akan dikemukakan, metode pemecahannya, dan hasil-hasil temuan saintifik yang diperoleh serta kesimpulan yang singkat. Abstrak untuk masing-masing bahasa hanya boleh dituliskan dalam satu paragraf saja dengan format satu kolom. Jarak antar baris adalah satu spasi pada format ini. Setiap artikel harus memiliki Abstract Bahasa inggris dan Abstrak Bahasa Indonesia.

Kata kunci ditulis dibawah abstrak dengan jarak 12 pt dari baris terakhir abstract. Keyword berisi 5 kata kunci yang berhubungan dengan penelitian yang ditulis.

## G. Pendahuluan

Bagian pendahuluan ditulis dengan TNR, ukuran 11, Spasi 2. Judul Bab seperti PENDAHULUAN, METODE PENELITIAN dst, ditulis dengan huruf besar, cetak tebal, Rata Kiri. Jarak antara judul bab ke baris pertama paragraph adalah 6 pt (pada bagian after tambahkan 6 pt). Isi dari bab ditulis dengan rata kanan kiri. Aturan ini berlaku juga untuk bagian Metode penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, dan Ucapan Terimakasih.

## H. Daftar Pustaka

Semua rujukan yang diacu dalam teks naskah harus didaftarkan di Daftar Pustaka, demikian juga sebaliknya. Daftar Pustaka harus berisi pustaka-pustaka acuan berasal dari sumber primer (jurnal ilmiah dan berjumlah minimum 80 % dari keseluruhan daftar pustaka) diterbitkan 10 (sepuluh) tahun terakhir. Setiap naskah paling tidak berisi 10 (sepuluh) daftar pustaka acuan dan penulisannya diurutkan sesuai abjad.

Rujukan atau sitasi ditulis di dalam uraian/teks. Untuk naskah berbahasa Indonesia, jika rujukannya dua penulis, ditulis: Smith dan Jones (2009) atau (Smith dan Jones, 2009). Namun jika tiga penulis atau lebih, penulisannya: Smith dkk. (2009) atau (Smith dkk., 2009). Untuk naskah yang berbahasa Inggris: Smith and Jones (2005) atau Smith *et al.*, 2005. Pustaka yang ditulis oleh penulis yang sama pada tahun yang sama dibedakan dengan huruf kecil a, b, dst. baik di dalam teks maupun dalam Daftar Pustaka (misalnya 2005a atau 2005a, b). Referensi ditulis dengan format Harvard reference style. Disarankan untuk menggunakan aplikasi pengelolaan daftar pustaka misalnya *Mendeley*, *Zotero*, *Refworks*, *Endnote*, dan *Reference Manager*.

AOAC, 2002. Guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals. AOAC Int. 1–38.

Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P., 2009. Food Chemistry, 4th ed. Springer-Verlag, Berlin.

Hua, X., Yang, R., 2016. Enzymes in Starch Processing, in: Ory, R.L., Angelo, A.J.S. (Eds.), Enzymes in Food and Beverage Processing. CRC Press, Boca Raton, pp. 139–170. doi:10.1021/bk-1977-0047.

OECD-FAO, 2011. OECD-FAO Agricultural Outlook - OECD [WWW Document].

Pratiwi, T.. Uji Aktivitas Ekstrak Metanolik *Sargassum hystrix* dan *Eucheuma denticulatum* dalam Menghambat  $\alpha$ -Amilase dan  $\alpha$ -Glukosidase. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia.

Setyaningsih, W., Saputro, I.E., Palma, M., Barroso, C.G., 2016. Pressurized liquid extraction of phenolic compounds from rice (*Oryza sativa*) grains. Food Chem. 192. doi:10.1016/j.foodchem.2015.06.102.

Setyaningsih, W., Saputro, I.E., Palma, M., Carmelo, G., 2015. Profile of Individual Phenolic Compounds in Rice ( *Oryza sativa* ) Grains during Cooking Processes, in: International Conference on Science and Technology 2015. Yogyakarta, Indonesia.

## Bagian Tabel dan Gambar

Tabel dan Gambar diletakkan di dalam kelompok teks, sesudah tabel atau gambar tersebut dirujuk. Setiap gambar harus diberi judul tepat di bagian bawah gambar tersebut dan bernomor urut angka Arab. Setiap tabel juga harus diberi judul tabel dan bernomor urut angka Arab, tepat di atas tabel tersebut. Gambar-gambar harus dijamin dapat tercetak dengan jelas, baik ukuran *font*, resolusi, dan ukuran garisnya. Gambar, tabel, dan diagram/ skema sebaiknya diletakkan sesuai kolom di antara kelompok teks atau jika terlalu besar diletakkan di bagian tengah halaman. Tabel tidak boleh mengandung garis-garis vertikal, sedangkan garis-garis horisontal diperbolehkan tetapi hanya bagian yang penting saja.

## Biaya

Bagi penulis yang naskahnya dinyatakan dimuat, dikenakan biaya sebesar Rp 500.000,00 (empat ratus lima puluh ribu rupiah). Pembayaran dilakukan secara langsung ke Redaksi Sumberdaya Akuatik Indopasifik atau dapat ditransfer ke Rekening Mandiri No. 160-00-0389148-4 atas nama Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik. Konfirmasi transfer ke petugas bagian produksi dan distribusi (No. HP. 08114904196) dengan mengirimkan bukti tranfer ke email admin@ejournalfpikunipa.ac.id atau ke Whatsapp 08114904196 (Nurhani).

## Petunjuk Submit Naskah secara Online

Naskah yang sudah memenuhi petunjuk penulisan Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik dikirimkan melalui cara berikut ini:

1. Pengiriman naskah dengan *Online Submission System* di portal *e-journal*, pada alamat <http://ejournalfpikunipa.ac.id>
2. Penulis mendaftarkan sebagai *Author* dengan meng-klik bagian “*Daftar atau Register*” atau pada alamat <http://ejournalfpikunipa.ac.id/index.php/JSAI/user/register>
3. Lengkapi semua form yang diminta dan klik *Daftar*
4. Kemudian lakukan login dengan menggunakan username dan password yang tadi anda daftarkan.
5. Setelah Penulis *login* sebagai *Author*, klik “*New Submission*”. Submit naskah terdiri atas 5 tahapan, yaitu: (1) *Start*, (2) *Upload Submission*, (3) *Enter Metadata*, (4) *Upload Supplementary Files*, dan (5) *Confirmation*.
6. Pada bagian *Start*, pilih *Journal Section (Full Article)*, centang semua *checklist*.
7. Pada bagian *Upload Submission*, silakan unggah file naskah dalam MS Word tipe 2013 atau versi lebih baru. Sangat tidak disarankan menggunakan format file office 2003,2007.
8. Pada bagian *Enter Metadata*, masukkan data-data lengkap semua penulis dan afiliasinya, diikuti dengan judul, abstrak, dan indexing keywords.

9. Pada bagian Upload Supplementary Files, diperbolehkan mengunggah file data-data pendukung, surat pengantar, termasuk surat pernyataan keaslian naskah, atau dokumen lainnya.
10. Pada bagian *Confirmation*, klik “*Finish Submission*” jika semua data sudah benar.

### **Template Penulisan Naskah**

Berikut disajikan *Template* penulisan naskah yang disubmit ke Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik. Pembuatan *template* bertujuan untuk memudahkan penulis dan menyeragamkan persepsi format penulisan yang digunakan. Teks dapat di-*copy paste* ke *template* ini sehingga penulis tidak lagi kesulitan untuk menyesuaikan dengan format penulisan yang dimaksudkan. Penting untuk diketahui, *template* berikut menggunakan *MS-Word* tipe 2013 sehingga penulis dianjurkan menggunakan tipe yang sama dengan tujuan mencegah perbedaan tulisan. Penggunaan *MS Word* tipe 2010 masih dapat diterima namun tidak direkomendasikan.



# JURNAL

## SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

Volume 5, Nomor 2, Mei 2021

<b>Karakteristik Kimia Rumput Laut Hijau (<i>Caulerpa microphysa</i> dan <i>Codium</i> sp) dari Perairan Kepulauan Riau</b> <i>Aidil Fadli Ilhamdy, Jumsurizal Jumsurizal, Azwin Azwin, Satrio Manggala Bahari, Ginanjar Pratama</i>	119 – 126
<b>Kelulushidupan Biota pada Sistem Integrated Multi Trophic Aquaculture (IMTA)-Padi</b> <i>Hamsiah, Indra Cahyono, Heriansah, Wayan Kuntun, Arnold Kabangnga</i>	127 - 136
<b>Rancang Bangun Media Pertumbuhan Karang Dengan Menggunakan Metode Bioreeftek</b> <i>Kismanto Koroy, Iswandi Wahab, Safyan Popa</i>	137 - 144
<b>Pola Sebaran dan Kelimpahan Hiu Berjalan Halmahera (<i>Hemiscyllium halmahera</i>) di Teluk Weda Maluku Utara, Indonesia</b> <i>Mu'min Mu'min, Nebuchadnezzar Akbar, Abdurrachman Baksir, Irmalita Tahir, Rommy M. Abdullah, Yunita Ramili, Firdaut Ismail, Rustam E Paembonan, Ikkal Marus, Eko S Wibowo, Hawis Madduppa, Beginer Subhan, Iswandi Wahab</i>	145 - 156
<b>Sistem Pendeteksi Keberadaan Nelayan Menggunakan GPS Berbasis Arduino</b> <i>I Gusti Made Ngurah Desnanjaya, I Made Aditya Nugraha, Samsul Hadi</i>	157 - 168
<b>Mikroplastik dalam Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>) pada Ukuran yang Berbeda di Perairan Kwanyar Kabupaten Bangkalan Madura</b> <i>Nesi Wahyu Listiani, Insafitri Insafitri, Wahyu Andy Nugraha</i>	169 - 180
<b>Strategi Pengelolaan Perikanan Udang Pasca Moratorium Perikanan Di Provinsi Papua Barat</b> <i>Zulkifli Henan, Selvi Tebay, Roni Bawole, Ridwan Sala, Paulus Boli, Gandi Y.S. Purba</i>	181 – 192
<b>Pemanfaatan Bahan Lokal Biji Pala (<i>Myristica</i> sp.) Sebagai Bahan Anestesi Pada Kegiatan Budidaya Ikan Hias Blue Devil (<i>Chrysiptera cyanea</i>)</b> <i>Muhammad Aris, Fatma Muchdar</i>	193 – 200
<b>Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua</b> <i>Ridwan Sala, Roni Bawole, Rimer Haigen Hein Biloro, Mudjirahayu Mudjirahayu</i>	201 – 212
<b>Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Ekowisata Bahari Pulau Mansinam Kabupaten Manokwari</b> <i>Muhammad Arsyad, Vera Sabariah, Roni Bawole, Nurhani Widiastuti</i>	213 – 228

Jurnal Online : [www.ejournalfpikunipa.ac.id](http://www.ejournalfpikunipa.ac.id)

