

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

**JURNAL**

**SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK**

**Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan**

**Volume 5, Nomor 3, Agustus 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 3, Agustus 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. Leatemia, 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 3, Agustus 2021

### DAFTAR ISI

<b>Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo</b> <i>Segita Kono, Ayinda Kristi Tiopo, Nuralim Pasingi, Miftahul Khair Kadim</i>	235 – 244
<b>Pembesaran Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) pada Budidaya Sistem Resirkulasi Menggunakan Filtrasi Tanaman <i>Hydrilla verticillata</i> dan <i>Ceratophyllum demersum</i></b> <i>Bayu Pranata, Aradea Bujana Kusuma</i>	245 - 252
<b>Evaluasi Penerapan Konsep Ekowisata di Kampung Wisata Arborek, Raja Ampat</b> <i>Novelina Tampubolon; Maria Mardia Marampa, Marjan Bato</i>	253 - 262
<b>Pengaruh Penggunaan Substrat yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)</b> <i>Agus Putra AS; Rini Mastuti; Sorbakti Sinaga</i>	263 - 272
<b>Filogenetik Bulu Babi <i>Tripneustes gratilla</i> menggunakan Gen Sitokrom Oksidase Subunit 1</b> <i>Nurul Abidin, Rina A. Moge, Robi Binur</i>	273 - 284
<b>Kelayakan Ekonomi Alat Tangkap Ikan Bandrong Cakalang di Perairan Dangkal</b> <i>Andi Adam Malik, Andi Sitti Halimah</i>	285 - 292
<b>Potensi Karbon pada Lamun <i>Thalassia hemprichii</i> dan <i>Enhalus acoroides</i> di Perairan Pantai Waai Pulau Ambon</b> <i>Charlothia Irenny Tupan, Ferdinandus Sangur, Grasiano W Lailossa</i>	293 – 302
<b>Aspek Reproduksi Ikan Nyalian (<i>Barbodes binotatus Valenciennes, 1842</i>) di Danau Tamblingan</b> <i>Ni Made Sita Aditya Putri, Nyoman Dati Pertami, Gde Raka Angga Kartika</i>	303 – 314
<b>Profil Kawasan Reboisasi Mangrove Kepulauan Seribu Berdasarkan Karakteristik Lingkungan dan Fauna Makrobentik Terkait</b> <i>Febrianti Lestari, Syahrial Syahrial, Rika Anggraini, Yudho Andika, Cut Meurah Nurul 'Akla, Agus Putra Abdul Samad</i>	315 – 330

**Aktivitas Pemijahan, Perkembangan Awal, dan Pertumbuhan Larva Ikan Pelangi Arfak dalam Kondisi Laboratorium: Studi Pendahuluan untuk Penangkarannya**

*Emmanuel Manangkalangi, Ida Lapadi, Paskalina Theresia Lefaan, M. Fajar Rahardjo, Renny K. Hadiaty, Sigid Hariyadi, Charles P. H. Simanjuntak*

**331 – 350**

## Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo

Abundance and Ecological Index of Peryphyton in Bone River Bone Bolango in Gorontalo Regency

Segita Kono<sup>1\*</sup>, Ayinda Kristi Tiopo<sup>1</sup>, Nuralim Pasingi<sup>1</sup>, Miftahul Khair Kadim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNG, Gorontalo, 96111, Indonesia

\*Korespondensi: segitak99@gmail.com

### ABSTRAK

Perifiton merupakan organisme yang hidup menempel pada substrat alam seperti batu. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelimpahan dan indeks ekologis perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango. Penelitian ini dilakukan di dua stasiun yakni di Desa Panggulo Kecamatan Suwawa Timur dan Desa Tolomato Kecamatan Suwawa Tengah Kabupaten Bone Bolango. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Sungai Bone ditemukan 23 genus yang terdiri dari 8 kelas. Kelimpahan relatif perifiton yang tertinggi yaitu dari kelas Bacillariophyceae sebesar 33%. Indeks keanekaragaman perifiton di Stasiun 1 berkisar 1,80-1,90 dan pada Stasiun 2 berkisar 1,81-1,99. Indeks keseragaman perifiton di Stasiun 1 berkisar 0,70-0,75 dan di Stasiun 2 berkisar 0,86-0,93. Indeks dominansi hampir tidak ada individu yang mendominasi.

**Kata kunci:** Perifiton; kelimpahan; keanekaragaman; keseragaman; dominansi

### ABSTRACT

Periphyton is an organism that lives attached to natural substrates such as rocks. The purpose of this study was to determine the abundance, abundance and ecological index of periphyton in Bone River Bone Bolango in Gorontalo Regency. This research was conducted in two stations, namely Panggulo Village, East Suwawa District and Tolomato Village, Suwawa Tengah District, Bone Bolango Regency. The results showed that in the Bone River there were 23 genera consisting of 8 classes. The highest relative abundance of periphyton was from the class Bacillariophyceae by 33%. The periphyton diversity index at Station 1 ranges from 1,80 to 1,90 and at Station 2 ranges from 1,81 to 1,99. The periphyton uniformity index at Station 1 ranges from 0,70 to 0,75 and at Station 2 ranges from 0,86 to 0,93. The dominance index is almost no individual who dominates.

**Keywords:** Periphyton; abundance; diversity; uniformity; dominance

### PENDAHULUAN

Ekosistem perairan meliputi ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Ekosistem air tawar secara umum dibagi menjadi 2 yaitu perairan lentik (perairan tenang) misalnya danau, rawa, waduk dan sebagainya serta perairan lotik (perairan berarus) misalnya sungai

(Rafi'i dan Maulana, 2018). Sistem lentik adalah suatu perairan yang dicirikan air yang menggenang atau tidak ada aliran air, sedangkan sistem lotik adalah suatu perairan yang dicirikan oleh adanya aliran air yang cukup kuat, sehingga digolongkan

kedalam perairan mengalir (Wahyuni dan Rosanti, 2016).

Sungai merupakan aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir (Agustin et al., 2019). Kondisi sungai digambarkan sebagai badan air yang umumnya dangkal, arus biasanya searah, dasar sungai berupa batu kerikil dan berpasir, ada endapan atau erosi, temperatur air berfluktuasi, atas bawah hampir seragam (Dimenta et al., 2020). Lingkungan perairan sungai terdiri dari komponen abiotik dan biotik yang saling berinteraksi melalui arus energi dan daur hara (Isti'annah et al., 2015). Sungai memiliki fungsi sebagai tempat hidup organisme (Nangin et al., 2015) dan berperan penting dalam menunjang kegiatan dan kehidupan manusia (Pasingi et al., 2014b). Banyak akti-vitas manusia baik itu di daerah pedesa-an maupun dilingkungan perkotaan yang tidak luput dari pemanfaatan air sungai (Kadim, 2014). Salah satu organisme yang hidup dan dapat beradaptasi dengan baik di sungai adalah perifiton.

Perifiton merupakan sekelompok organisme (mikroskopis) yang hidup menempel pada benda atau pada permukaan tumbuhan air yang terendam, tidak menembus substrat, diam atau bergerak (Yuniarno et al., 2015). Perifiton tersebut hidup dan menempel pada permukaan benda-benda di perairan, seperti batu, kayu, dan permukaan tumbuhan (Ameilda et al., 2016). Perifiton yang tumbuh pada batu disebut dengan *Epilithic* (Mardana, 2019).

Perifiton dapat berupa hewan atau tumbuhan. Perifiton yang berjenis hewan umumnya terdiri dari protozoa dan rotifera, sedangkan perifiton yang berjenis tumbuhan terdiri dari mikroalga (Ameilda et al., 2016). Diatom menjadi salah satu kelompok mikroalga yang digunakan sebagai biondikator perairan (Pasingi, 2014), khususnya sungai (Pasingi et al., 2014a) karena mampu menunjukkan respon yang cepat

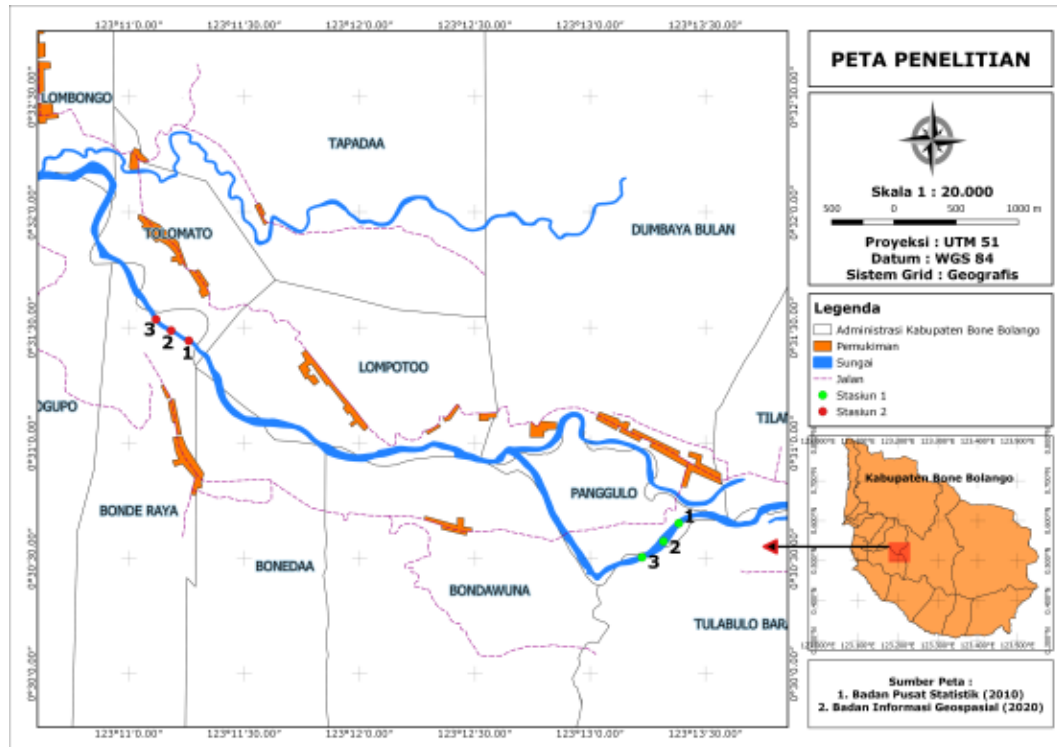
terhadap perubahan kondisi fisika dan kimia lingkungan perairan (Nogueira 2000; Yerli et al; 2012 dalam Pasingi, 2014).

Keberadaan perifiton dalam satu perairan dengan perairan lainnya tidaklah sama. Beberapa faktor yang mempengaruhi keadaan perifiton dalam suatu perairan adalah kondisi fisik, kimiawi, dan biologi perairan (Yuniarno et al., 2015). Faktor-faktor tersebut, antara lain adalah suhu, arus, kekeruhan, unsur hara (nitrat, amonium, dan ortofosfat), oksigen, pH, gas-gas terlarut, dan adanya interaksi dengan organisme lain (Pratiwi et al., 2017). Kondisi kualitas air suatu perairan yang baik sangat penting untuk mendukung kelulushidupan organisme yang hidup di dalamnya (Kadim et al., 2017). Komunitas perifiton memiliki peran sebagai produsen dalam ekosistem air tawar dan mampu merekam perubahan kondisi kualitas perairan, sehingga dapat digunakan sebagai sistem peringatan dini tentang perubahan lingkungan serta keberadaan keanekaragaman hayati (Suryono dan Sudarso, 2019). Keseimbangan ekosistem yang terpelihara dengan baik memberikan daur ulang ekosistem air berlangsung secara alamiah (Kadim dan Pasingi, 2018).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 di perairan Sungai Bone, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi sampel perifiton dilaksanakan di Laboratorium Hidrobioteknologi dan Biometrik Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo.



Gambar 1. Peta penelitian Sungai Bone

### Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, lugol 1 %, tisu basah dan tisu kering serta Pengambilan sampel perifiton dilakukan pada tiga titik di setiap stasiun. Perifiton yang diambil yang menempel pada substrat batu. Pengambilan sampel dilakukan secara acak sebanyak tiga substrat batu kemudian dilakukan pengerikan menggunakan sikat gigi halus terhadap permukaan substrat seluas 2×2 cm<sup>2</sup> dan 4×4 cm<sup>2</sup>. Batu yang diambil merupakan batu yang terendam dan terkena paparan sinar matahari.

### Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran, sikat halus, bingkai ukuran, botol sampel, pipet tetes, kertas label, mikroskop, cover glass, alat tulis, GPS essential, kamera dan buku identifikasi mikroalga Davis (1955), Prescott (1970) dan Mizuno (1979).

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara penghitungan kelimpahan spesies, indek skeanekaragaman, indeks keseragaman dan dominansi dengan formula sebagai berikut:

#### Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993 dalam Kusumaningsari et al., 2015) yaitu:

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

- KR = Kelimpahan relatif
- ni = Jumlah individu spesies ke-i
- N = Jumlah individu seluruh spesies

#### Indeks Keaneekaragaman (H')

$$H' = - \sum_{i=0}^n pi \ln pi$$



Keterangan:

$H'$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ )

$P_i$  =  $n_i / N$

$n_i$  = Jumlah individu jenis ke- $i$

$N$  = Jumlah total individu semua jenis

Menurut Brower et al., (1990) dalam Agustin et al., (2019) nilai indeks keanekaragaman dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu:

$0 < H' < 2,3$ : Keanekaragaman dan penyebaran jumlah individu pada setiap genus perifiton rendah, kestabilan komunitas perifiton rendah;

$2,3 < H' < 6,9$ : Keanekaragaman dan penyebaran jumlah individu setiap genus perifiton sedang, kestabilan komunitas perifiton sedang.

$H' > 6,9$ : Keanekaragaman dan penyebaran jumlah individu setiap genus perifiton tinggi, kestabilan komunitas perifiton tinggi.

### Indeks Keseragaman (E)

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

$H'$  = Indeks keanekaragaman

$H_{maks}$  =  $\ln S$

S = Jumlah spesies

Menurut (Meiriyani et al., 2011) kisaran nilai indeks keseragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

$0 < E < 0,4$ : Keseragaman jenis rendah.

$0,4 \leq E \leq 0,6$ : Keseragaman jenis sedang;

$0,6 < E < 1$ : Keseragaman jenis tinggi.

### Indeks Dominansi (C)

$$C = \sum (P_i)^2$$

Keterangan:

$P_i$  =  $n_i/N$

$n_i$  = Jumlah individu genus ke- $i$

$N$  = Jumlah total individu

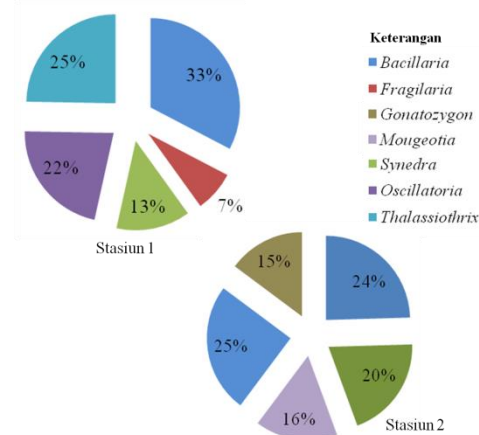
Menurut Odum (1993) dalam Agustin et al., 2019) apabila nilai C mendekati 0 hampir tidak ada individu yang mendominasi dan biasanya diikuti nilai E yang besar (mendekati 1), sedangkan apabila nilai C mendekati 1 berarti terjadi dominansi jenis tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sungai Bone merupakan sungai terbesar di antara sungai-sungai di Gorontalo. Sungai Bone mempunyai panjang 119,13 km, yang melintasi Kabupaten Bone Bolango, Kota Gorontalo dan bermuara ke Teluk Tomini.

Secara umum, perifiton yang ditemukan di Sungai Bone selama penelitian ada 23 genus yang terdiri dari 8 kelas sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Perifiton yang ditemukan, sebagian besar terdiri dari kelas Bacillariophyceae dari ordo Pennales. Hal ini karena kelas Bacillariophyceae mampu beradaptasi dengan lingkungan hidupnya dalam suatu perairan. Hal ini juga didukung oleh (Nasria et al., 2016) yang menunjukkan bahwa kelas Bacillariophyceae memiliki penyebaran yang luas di perairan mengalir dan tingginya kelas ini disebabkan oleh kecocokan habitat dan kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang ditempatinya.



Gambar 2. Kelimpahan Perifiton pada Stasiun 1 dan Stasiun 2.



Berdasarkan data pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kelimpahan perifiton yang tinggi pada Stasiun 1 dimiliki oleh genus *Bacillaria* (33%), *Thalassiothrix* (25%), *Oscillatoria* (22%), *Synedra* (13%) dan *Fragilaria* (7%). Genus *Bacillaria* diduga yang termasuk dalam kelas ini mempunyai

adaptasi yang tinggi dan ketahanan hidup pada berbagai kondisi perairan. Seperti pernyataan dari Nirmalasari, (2018) keberadaanya tertinggi diduga karena jenis ini bersifat kosmopolit dan penyebarannya luas serta memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan faktor lingkungan.

Tabel 1. Jenis-jenis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo

No	Kelas	Genus
1	Bacillariophyceae	<i>Amphipleura</i>
		<i>Asterionella</i>
		<i>Bacillaria</i>
		<i>Cerataulina</i>
		<i>Eunotia</i>
		<i>Fragilaria</i>
		<i>Melosira</i>
		<i>Nitzschia</i>
		<i>Peronia</i>
		<i>Pinnularia</i>
		<i>Synedra</i>
2	Charophyceae	<i>Thalassiothrix</i>
		<i>Penium</i>
3	Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus</i>
4	Chyanophyceae	<i>Microspora</i>
		<i>Oscillatoria</i>
5	Conjugatophyceae	<i>Phormidium</i>
6	Coscinodiscophyceae	<i>Mougeotia</i>
7	Oligotrichea	<i>Rhizosolenia</i>
8	Zygnematophyceae	<i>Eutintinnus</i>
		<i>Closterium</i>
		<i>Gonatozygon</i>

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) dan Dominansi (C)

STASIUN	TITIK	H'	C	E
1	1	1,90	0,22	0,70
	2	1,86	0,25	0,75
	3	1,80	0,24	0,73
2	4	1,99	0,17	0,86
	5	1,81	0,18	0,93
	6	1,98	0,17	0,90

Stasiun 2 memiliki kelimpahan perifiton yang tinggi yaitu pada genus *Thalassiothrix* (25%), *Bacillaria* (24%), *Synedra* (20%), *Mougeotia* (16%), dan *Gonatozygon* (15%). Jenis yang melimpah mampu bertahan dalam kondisi apapun yang jika dilihat sebagian besar perifiton tersebut masih bagian dari kelas Bacillariophyceae. Merujuk dari sumber Andriansyah et al., (2014) bahwa kelas Bacillariophyceae ditemukan dalam jumlah lebih banyak karena komunitas ini memiliki kemampuan menempel pada substrat dan dapat beradaptasi terhadap arus yang kuat sampai lambat.

Struktur komunitas perifiton sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo disajikan pada Tabel 1. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) perifiton tertinggi terdapat pada Stasiun 2 berkisar antara 1,81-1,99. Berdasarkan kisaran tersebut, Indeks keanekaragaman pada kedua lokasi pengamatan tersebut relatif hampir sama, dengan tingkat keanekaragaman rendah. Hal ini dinyatakan oleh Brower *dkk.* (1990) dalam Agustin et al., (2019) bahwa nilai indeks keanekaragaman  $0 < H' < 2,3$  tergolong rendah. Semakin rendah kondisi lingkungan perairan, maka nilai indeks keanekaragaman jenis akan menurun seiring dengan menurunnya kondisi atau kualitas lingkungan perairan. Berdasarkan pernyataan Pratiwi et al., (2017) bahwa keadaan alam seperti masukan cahaya dan kecepatan arus dapat mempengaruhi keberadaan organisme serta kadar nutrisi, pH, dan suhu (Zuardi dan Wardhana, 2018).

Menurut Clark (1974) dalam Ulum et al., (2012) menyatakan keanekaragaman menggambarkan variasi spesies yang berada dalam suatu ekosistem, jika suatu ekosistem memiliki indeks keanekaragaman yang rendah mengindikasikan ekosistem tersebut dalam keadaan tertekan atau terdegradasi. Sebaliknya, ketika suatu ekosistem memiliki keanekaragaman yang tinggi maka ekosistem tersebut cenderung seimbang.

Indeks keseragaman (E) perifiton di Sungai Bone di Stasiun 1 berkisar antara 0,70-0,75 dan di Stasiun 2 berkisar antara 0,86-0,93. Berdasarkan kisaran tersebut, dapat dikategorikan keseragaman organisme dalam keadaan tinggi. Hal ini sesuai dengan Meiriyani et al., (2011) bahwa nilai indeks keseragaman  $0,6 > E > 1$  termasuk dalam keseragaman tinggi.

Menurut Widodo (1997) dalam Suryono dan Sudarso (2019) bahwa faktor yang mempengaruhi keseragaman diantaranya pencemaran kimia dan organik, kerusakan habitat alami seperti pengonversian lahan menjadi peruntukan lain, serta perubahan iklim.

Secara keseluruhan, indeks dominansi rata-rata di 6 titik pengambilan sampel berada pada kategori sebesar 0,21. Hal ini berarti komunitas perifiton yang ada di perairan Sungai Bone tidak ada yang mendominasi. Hal ini didukung oleh Odum (1993) dalam Agustin et al., (2019) dimana nilai C mendekati 0 hampir tidak ada individu yang mendominasi.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Bone ditemukan 23 genus yang terdiri dari 8 kelas yaitu kelas Bacillariophyceae (12 genus), kelas Charophyceae (1 genus), Chlorophyceae (2 genus), kelas Chyanophyceae (3 genus), kelas Conjugatophyceae (1 genus), kelas Coscinodiscophyceae (1 genus), kelas Oligotrichea (1 genus), dan kelas Zygnematophyceae (2 genus). Kelimpahan perifiton yang tertinggi yaitu dari kelas Bacillariophyceae sebesar 33%. Indeks keanekaragaman perifiton di Sungai Bone termasuk kedalam kategori rendah, dan untuk indeks keseragaman perifiton termasuk kategori tinggi sedangkan untuk indeks dominansi hampir tidak ada individu yang mendominasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada staf Laboratorium Hidrobioteknologi dan Biometrik Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo atas peminjaman ruangan Laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A.D., Solichin, A., dan Rahman, A. (2019). Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kepadatan dan Jenis Perifiton di Sungai Jabungan, Banyumanik, Semarang. *Journal of Maquares*, 8(3), 185–192. <https://doi.org/10.14710/marj.v8i3.24254>
- Ameilda, C.H., Dewiyanti, I., dan Octavina, C. (2016). Struktur Komunitas Perifiton pada Makroalga *Ulva lactuca* di Perairan Pantai Ulee Lheue, Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(3), 337–347.
- Andriansyah, Setyawati, T.R., dan Lovadi, I. (2014). Kualitas Perairan Kanal Sungai Jawi dan Sungai Raya dalam Kota Pontianak Ditinjau dari Struktur Komunitas Mikroalga Perifitik. *Jurnal Protobiont*, 3(1), 61–70. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v3i1.4583>
- Davis CC. (1955). *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan (US): Michigan State University Press.
- Dimenta, R.H., Agustina, R., Machrizal, R., dan Khairul. (2020). Kualitas Sungai Bilah Berdasarkan Biodiversitas Fitoplankton Kabupaten Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 11(2), 24–33. <https://doi.org/10.20956/jal.v11i2.10183>
- Isti'anah, D., Huda, M.F., dan Laily, A. N. (2015). *Synedra* sp. sebagai Mikroalga yang Ditemukan di Sungai Besuki Porong Sidoarjo, Jawa Timur. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 57–59. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i1.3500>
- Kadim, M.K. (2014). Zonasi Sungai Umbulrejo di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang Berdasarkan Komunitas Makrozoobentos. *Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2(2), 56–59. <https://doi.org/10.37905/v2i2.1253>
- Kadim, M.K., dan Pasingi, N. (2018). Status Mutu Perairan Teluk Gorontalo dengan Menggunakan Metode Pollution Index. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(1), 1–8. <http://dx.doi.org/10.21776/ube.jfmr.2018.002.01.1>
- Kadim, M.K., Pasingi, N., dan Paramata, A.R. (2017). Kajian Kualitas Perairan Teluk Gorontalo dengan Menggunakan Metode STORET. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(3), 235–241. <https://doi.org/10.13170/depik.6.3.8442>
- Kusumaningsari, S.D., Hendrarto, B., dan Ruswahyuni. (2015). Kelimpahan Hewan Makrobentos pada Dua Umur Tanam *Rhizophora* sp di Kelurahan Mangunharjo, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(2), 58–64. <https://doi.org/10.14710/marj.v4i2.8528>
- Mardana, M. A. (2019). Keanekaragaman Jenis Perifiton pada Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di Danau Lut Tawar Kabupaten Aceh Tengah sebagai

- Referensi Mata Kuliah Limnologi [skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Meiriyani, F., Ulqodri, T.Z., dan Putri W.A.E. (2011). Komposisi dan Sebaran Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Way Belau Bandar Lampung. *Maspari Journal*, 3(2), 69–77. <https://doi.org/10.36706/maspari.v3i2.1321>
- Mizuno T. (1979). *Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan*. Osaka (JP): Hoikusha Publishing Co Ltd.
- Nangin, S.R., Langoy, M.L., dan Katili, D.Y. (2015). Makrozoobentos Sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA UNSTRAT*, 4(2), 165–168. <https://doi.org/10.35799/jm.4.2.2015.9515>
- Nasria, R., Salwiyah, dan Irawati, N. (2016). Perbandingan Kepadatan dan Keanekaragaman Perifiton pada Subtrat Buatan yang Berbeda di Perairan Air Terjun Tinonggoli (Nanga-Nanga) Kota Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 2(1), 71–78.
- Nirmalasari, R. (2018). Analisis Kualitas Air Sungai Sebangau Pelabuhan Kereng Bengkiray Berdasarkan Keanekaragaman dan Komposisi Fitoplankton. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(17), 48–58.
- Pasingi, N. (2014). Diatom Epilitik sebagai Indikator Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cileungsi, Bogor [tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Pasingi, N., Pratiwi, N.T.M., dan Krisanti, M. (2014a). The Use of Trophic Diatom Index to Determine Water Quality in The Upstream of Cileungsi River, West Java. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 20(1), 11–16. <http://dx.doi.org/10.15578/ifrj.2014.11-16>
- Pasingi, N., Pratiwi, N.T.M., dan Krisanti, M. (2014b). Kualitas Perairan Sungai Cileungsi Bagian Hulu Berdasarkan Kondisi Fisik-Kimia. *Depik*, 3(1), 56–64. <https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1376>
- Pratiwi, N.T.M., Hariyadi, S., dan Kiswari, D.I. (2017). Struktur Komunitas Perifiton Dibagian Hulu Sungai Cisadane, Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(2), 289–296. <https://doi.org/10.14203/jbi.v13i2.3403>
- Prescott GW. (1970). *How to Know The Freshwater Algae*. Montana (US): Wm. C. Brown Company Publishers.
- Rafi'i, M., dan Maulana, F. (2018). Jenis, Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Sungai Wangi Desa Banua Rantau Kecamatan Banua Lawas. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 4(2), 94–101. <https://doi.org/10.33654/jph.v4i2.443>
- Suryono, T., dan Sudarso, J. (2019). Hubungan Komposisi dan Kelimpahan Perifiton dengan Kualitas Air di Sungai dan Danau Oxbow di Palangka Raya pada Kondisi Air Dangkal. *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 26(1), 23–38. <http://dx.doi.org/10.14203/limnotek.v26i1.192>

- Wahyuni, I.S., dan Rosanti, D. (2016). Keanekaragaman Fitoplankton di Kolam Retensi Kambang Iwak Kota Palembang. *Jurnal Sainmatika*, 13(2), 48–57. <http://dx.doi.org/10.31851/sainmatika.v13i2.1035>
- Yuniarno, H.A., Ruswahyuni, dan Suryanto, A. (2015). Kelimpahan Perifiton pada Karang Masif dan Bercabang di Perairan Pulau Panjang Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(4), 99–108. <https://doi.org/10.14710/marj.v4i4.9778>
- Zuardi, S.H., dan Wardhana, W. (2018). Struktur Komunitas Epifiton pada Tanaman *Utricularia* sp. di Situ Alam FMIPA Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat. *Proceeding of Biology Education*, 2(1), 59–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/pbe.2-1.8>



## Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Budidaya Sistem Resirkulasi Menggunakan Filtrasi Tanaman *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum demersum*

Enlarging of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Recirculation System of Cultivation by Using *Hydrilla verticillata* and *Ceratophyllum demersum* Plant Filtration

Bayu Pranata<sup>\*1</sup>, Aradea Bujana Kusuma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNIPA, Manokwari, 98314, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNIPA, Manokwari, 98314, Indonesia

\*Korespondensi: b.pranata@unipa.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini mengkombinasikan tanaman *Hydrilla verticillata* dengan *Ceratophyllum demersum* sebagai filter pada budidaya ikan Nila sistem resirkulasi. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ikan Nila pada budidaya sistem resirkulasi. Filtrasi yang digunakan pada budidaya sistem resirkulasi yaitu tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum*. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Adapun parameter yang diamati berupa kelangsungan hidup ikan, pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), *Feed Conversion Ratio* (FCR) dan kualitas air. Kelangsungan hidup ikan selamat pemeliharaan yaitu 100%. Pertumbuhan bobot mutlak individu berkisar 8.76 sampai 16.6 gr/minggu. Laju pertumbuhan spesifik ikan Nila berkisar 2.74 sampai 4.49%. Nilai FCR sangat bagus yaitu 1.2 dan rata-rata nilai suhu, pH dan DO masih pada kisaran yang layak untuk pertumbuhan ikan Nila. Selama pemeliharaan hanya dilakukan satu kali pergantian air. Budidaya sistem resirkulasi tersebut sangat efektif dan efisien untuk diterapkan, terutama pada wilayah dengan ketersediaan air yang terbatas.

**Kata kunci:** Resirkulasi Akuakultur, *O. niloticus*, *H. verticillata*, *C. demersum*

### ABSTRACT

This study combined *Hydrilla verticillata* with *Ceratophyllum demersum* as a filter in the recirculation system of Tilapia aquaculture. The research objective was to determine the growth rate of tilapia in the recirculation system culture. The filtration used in the recirculation system was *H. verticillata* and *C. demersum*. The research method used a completely randomized design (CRD). The parameters observed were fish survival, absolute growth, specific growth rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR) and water quality. The survival of the fish survived the maintenance of 100%. Individual absolute weight growth ranged from 8.76 to 16.6 g / week. The specific growth rates of tilapia ranged from 2.74 to 4.49%. The FCR value is very good, namely 1.2 and the average temperature, pH and DO values are still in the proper range for the growth of tilapia. During maintenance, only one water change is carried out. Cultivation of the recirculation system is very effective and efficient to apply, especially in areas with limited water availability.



**Keywords:** Recirculation Aquaculture, *O. niloticus*, *H. verticillata*, *C. demersum*

## PENDAHULUAN

Budidaya ikan sistem resirkulasi merupakan budidaya ikan dengan memanfaatkan kembali air yang telah digunakan, setelah melalui proses filtrasi. Filtrasi bertujuan untuk menjaga kestabilan kualitas air (Nugroho *et al.*, 2013). Salah satu metode filtrasi yang dapat digunakan yaitu metode fitoremediasi menggunakan tanaman.

Sistem filtrasi menggunakan tumbuhan yang berkolaborasi dengan mikroorganisme dapat menstabilkan dan mengubah senyawa kontaminan (Artiyani, 2011), serta dapat menjaga kualitas air seperti suhu, DO dan pH.

Dalam penelitian ini, filtrasi menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum demersum*. Tanaman tersebut ditumbuhkan pada lahan basah buatan.

Penelitian sebelumnya telah menggunakan tanaman *H. verticillata* sebagai fitoremediasi pada budidaya ikan Patin (Siregar *et al.*, 2017). Kajian penggunaan tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum* sebagai filter pada budidaya ikan Nila sistem resirkulasi belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada budidaya sistem resirkulasi menggunakan kombinasi filter tanaman *H. verticillata* dengan *C. demersum*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Tanggal 1 Desember 2020 sampai 6 Januari 2021 di Laboratorium Akuakultur dan Kualitas Air (AKA) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua.

### Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jumlah sampel dalam penelitian ini yaitu 150 individu ikan Nila. Ukuran ikan yang

digunakan yaitu 9-10 cm dan berat rata-rata ikan diawal pemeliharaan yaitu 39 gr/ekor. Pengukuran berat ikan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,01gr. Pengukuran panjang menggunakan Digital Kaliper 150 mm (6").

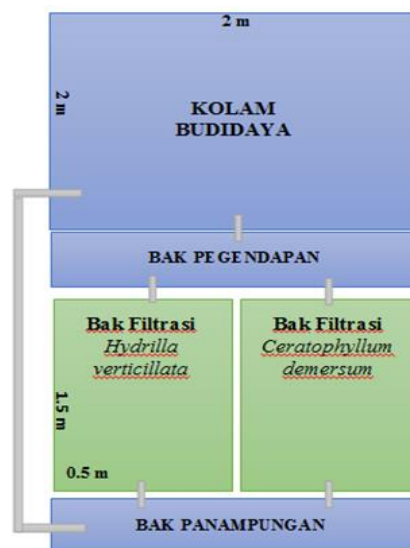
## Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu sebagai berikut:

- Perlakuan A control yaitu tidak menggunakan tanaman filtrasi.
- Perlakuan B dengan menggunakan tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum*.

Desain kolam budidaya ikan sistem resirkulasi yaitu terdiri dari bak pemeliharaan, bak pengendapan, bak filtrasi dan bak penampungan.

Sistem resirkulasi yang terjadi yaitu air akan mengalir dari bak pemeliharaan menuju bak pengendapan, selanjutnya air akan melalui bak filtrasi yang terdapat tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum*, air hasil filtrasi akan ditampung pada bak penampungan dan selanjutnya akan dialirkan kembali ke bak pemeliharaan. Adapun desain dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Kolam RAS

### Pakan

Pakan yang digunakan yaitu pakan komersial dan pakan tambahan seperti Lemna. Pemberian pakan dilakukan pagi dan sore hari. Jumlah pakan yang diberikan yaitu 3% dari biomassa ikan (SNI : 01- 614, 1999)

### Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut;

#### a. Kelulusan Hidup (SR)

Perhitungan SR berdasarkan rumus Zonneveld *et al*, (1991), yaitu sebagai berikut:

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

Keterangan:

SR = Tingkat kelulusan hidup (%)

No = Jumlah Ikan diawal pemeliharaan

Nt = jumlah ikan diakhir pemeliharaan

#### b. Rasio Konversi Pakan (FCR)

Perhitungan FCR menggunakan rumus Effendie (1997), yaitu sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(Wt + D) - Wo}$$

Keterangan:

F = Berat pakan ikan (gr)

Wt = Biomassa akhir hewan uji (gr)

Wo = Biomassa awal hewan uji (gr)

D = Bobot ikan yang mati (gr)

#### c. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

SGR dihitung menggunakan rumus Zonneveld *et al*, (1991), yaitu sebagai berikut:

$$SGR = \frac{LnWt - Ln Wo}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)

Wt = Berat rata-rata ikan diakhir (gr)

Wo = Berat rata-rata ikan diawal (gr)

t = Waktu pemeliharaan

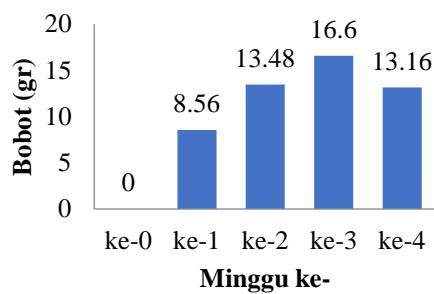
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bedasarkan hasil pengamatan tingkat kelulusan hidup ikan Nila selama proses pemeliharaan yaitu mencapai 100%. Dari total 150 individu ikan Nila yang di budidaya pada sistem resirkulasi, tidak ada satupun yang mengalami kematian.

Tingkat kelulusan hidup merupakan salah satu parameter utama. Tingkat kelulusan hidup yang tinggi didukung oleh faktor fisik-kimia lingkungan budidaya yang baik. Beberapa penelitian terdahulu mengemukakan bahwa budidaya ikan Nila sistem resirkulasi menunjukkan tingkat kelulusan hidup mencapai 80-100% (Diansari *et al.*, 2013; Karimah *et al.*, 2018; Suparlan *et al.*, 2020;).

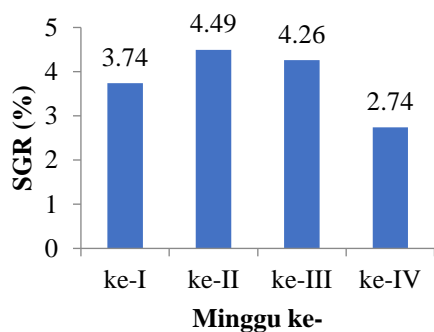
Hasil pengamatan rata-rata pertumbuhan ikan Nila per individu dapat lihat pada gambar 2. Rata-rata pertumbuhan individu ikan yaitu berkisar 8.76 sampai 16.6 gr/minggu. Pada minggu ke-4 pertumbuhan ikan mengalami penurunan. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut (DO) yang mengalami penurunan pada minggu ke-4. Selain itu, dapat juga dipengaruhi oleh kandungan amonia. Putra *et al*, 2016 menjelaskan bahwa kandungan DO dan amonia menjadi faktor penghambat pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor gen, penyakit, daya serap terhadap makanan dan faktor fisik, kimia dan biologi perairan (Prihadi, 2011). Selain itu, pakan dan suhu air mempengaruhi pertumbuhan ikan. Kekurangan protein pada pakan berdampak pada penurunan pertumbuhan bobot (Kordi, 2009). Selain pakan komersial, tanaman lemna diberikan sebagai pakan tambahan selama pemeliharaan.



Gambar 2. Rata-Rata Pertumbuhan Individu Ikan Nila

Hasil pengamatan rata-rata laju pertumbuhan spesifik ikan Nila yaitu dapat dilihat pada Gambar 3 berikut. Laju pertumbuhan spesifik yaitu berkisar dari 2.74 sampai 4.49 %. Laju pertumbuhan spesifik pada minggu ke 2 dan ke 3 ditemukan paling tinggi yaitu 4.49% dan 4.26%.



Gambar 3. Laju Pertumbuhan Spesifik

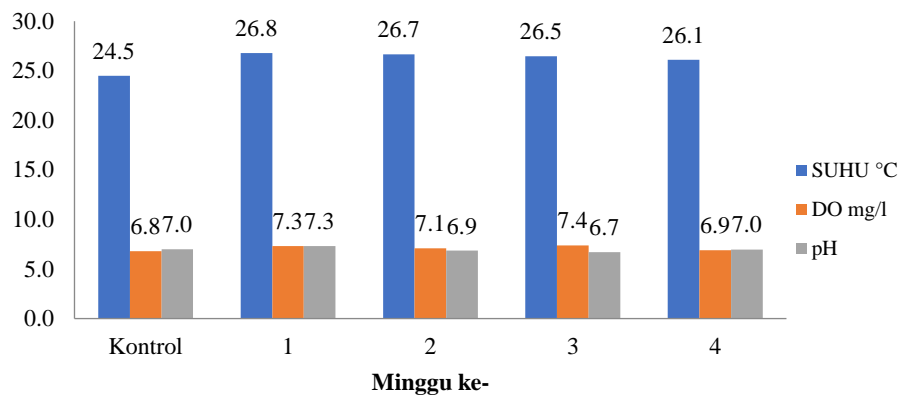
*Feed Conversion Ratio (FCR)* yaitu perbandingan berat pakan yang diberikan dalam siklus periode tertentu dengan berat biomasa total ikan. Informasi dari perhitungan FCR yaitu jumlah pakan yang dibutuhkan untuk memperoleh 1 kg daging ikan. Hasil penelitian menunjukkan nilai FCR selama 30 hari pemeliharaan yaitu 1.2. Dengan demikian, untuk menghasilkan 1 kg daging ikan dibutuhkan pakan 1.2 kg. Nilai FCR tersebut berada pada kisaran yang cukup baik. Nilai FCR yang baik yaitu berkisar 0.8-1.6 (DKP, 2010). Salah satu faktor yang mempengaruhi besar kecilnya FCR yaitu ketersediaan oksigen terlarut.

Kualitas air berperan penting untuk mendukung kegiatan produksi budidaya perikanan. Pengukuran kualitas air selama penelitian dilakukan setiap hari (pagi dan sore). Parameter yang diukur yaitu suhu, DO dan pH (Gambar 4).

Suhu rata-rata mingguan selama proses pemeliharaan yaitu 26.5 sampai 27.2 °C. Tidak ada perbedaan suhu air yang signifikan selama penelitian berlangsung. Kisaran rata-rata suhu yang baik untuk pertumbuhan ikan nila yaitu 25-32 °C (Effendi *et al.*, 2015). Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting. Suhu mempengaruhi aktifitas respirasi, reproduksi, metabolisme ikan dan ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan (Aliyasi *et al.*, 2016). Kondisi suhu rendah proses pencernaan makanan pada ikan berlangsung lambat, sedangkan pada suhu hangat proses pencernaan berlangsung lebih cepat (Aliyas *et al.*, 2016).

pH menunjukkan kondisi asam atau basa pada suatu perairan. pH dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa-senyawa lain yang bersifat asam. Nilai pH selama penelitian yaitu 6.7 – 7.3. Kisaran nilai pH tersebut masih pada nilai optimal untuk pertumbuhan ikan Nila. Berdasarkan SNI 7550 (2009), kisaran nilai pH yang layak untuk pertumbuhan ikan Nila yaitu 6.5-8.5. Athirah *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa pada perairan dengan nilai pH yang rendah pertumbuhan ikan Nila mengalami penurunan, namun masih dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH 5–10.

Rata-rata nilai DO perminggu yaitu 7.1-7.8 mg.L<sup>-1</sup>. Nilai DO yang baik untuk budidaya Nila yaitu antara ≥ 3 mg/L<sup>-1</sup> (SNI 7550, 2009). Tingginya nilai DO dikarenakan budidaya ikan Nila menggunakan sistem resirkulasi. Kondisi perairan yang memiliki kandungan DO rendah dapat menyebabkan kondisi anoxia pada ikan. Pada kondisi tersebut suplai oksigen ke organ-organ penting berkurang sehingga terjadi kematian (Dahril *et al.*, 2017).



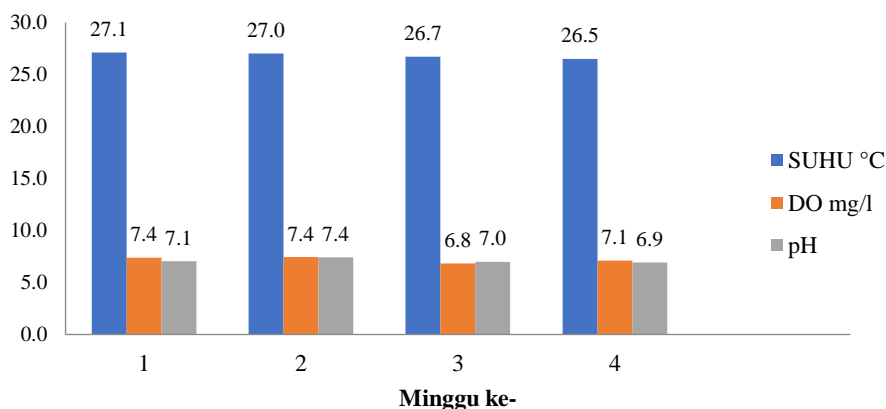
Gambar 3. Kualitas Air Kolam Pemeliharaan

Penggunaan tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum* sangat baik dalam mempertahankan kondisi fisik kimia seperti suhu, DO dan pH selama pemeliharaan ikan. Hasil pengukuran kualitas pada kolam filtrasi dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5. Tidak ada perbedaan yang signifikan kualitas air pada kolam filtrasi menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata* dan *Ceratophyllum demersum*. Suhu, DO dan pH berada pada kisaran optimum untuk pertumbuhan ikan Nila.

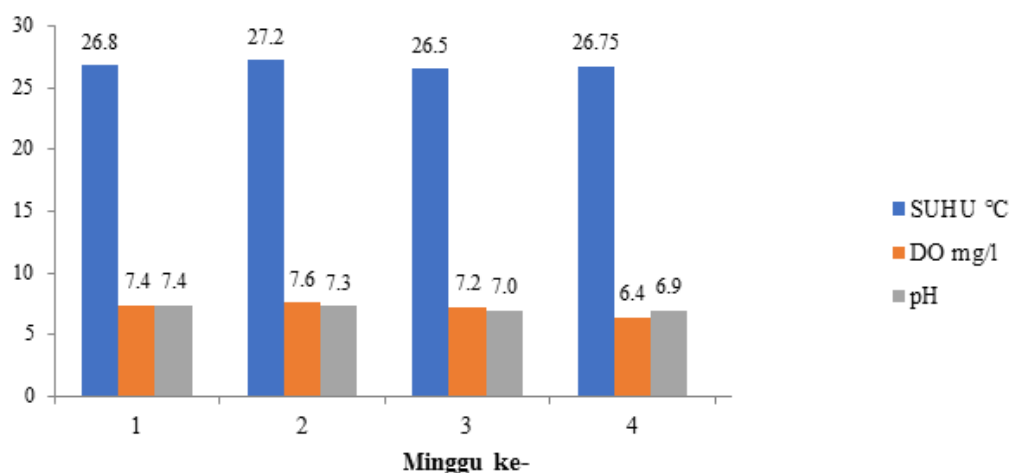
Penggunaan tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum* sebagai filtrasi pada budidaya ikan Nila sistem resirkulasi sangat efektif. Hal tersebut dibuktikan dengan tingkat kelulusan hidup yang tinggi. Selain itu, selama pemeliharaan tidak pernah dilakukan

pergantian air. Hasil penelitian Zulusyanto (2015), penggunaan tanaman *H. verticillata* pada pembesaran ikan Nila menggunakan sistem resirkulasi mampu memberikan hasil terbaik untuk kualitas air. Tanaman *H. verticillata* mampu menjaga konsentrasi ammonia dalam air. Hasil penelitian Siregar *et al*, (2017) menunjukkan semakin banyak tanaman *H. verticillata* yang digunakan, konsentrasi ammonia dalam air cenderung semakin menurun.

Tanaman air *H. verticillata* dan *C. demersum* sangat efektif untuk meningkatkan nilai DO dalam air melalui proses fotosintesis. Nilai DO pada kolam filtrasi dan pemeliharaan berkisar antara 6 – 7 mg.L<sup>-1</sup>.



Gambar 4. Kualitas Air pada Kolam Filtrasi Menggunakan Tanaman *H. verticillata*



Gambar 5. Kualitas Air pada Kolam Filtrasi Menggunakan Tanaman *C. demersum*

### KESIMPULAN

Budidaya sistem resirkulasi dengan memanfaatkan tanaman *H. verticillata* dan *C. demersum* sangat efektif menjaga kualitas air selama budidaya ikan Nila. Selain itu, selama proses budidaya tingkat kelangsungan hidup ikan 100%, dengan nilai FCR termaksud dalam kategori baik. Nilai SGR yang tinggi menunjukkan kondisi lingkungan yang baik dan sangat cocok untuk pertumbuhan ikan Nila. Selama proses budidaya tidak dilakukan pergantian air. Hal ini menunjukkan budidaya sistem resirkulasi sangat cocok untuk wilayah-wilayah dengan sumber air terbatas.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Ketua LPPM Universitas Papua beserta staf atas kesempatan serta dukungannya yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Terimakasih pula kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Akuakultur dan Kualitas Air (AKA) FPIK Universitas Papua.

### DAFTAR PUSTAKA

Artiyani, A. (2011). Penurunan Kadar N-Total dan P-Total pada Limbah Cairan Tahu dengan Metode Fitoremediasi Aliran *Batch* dan

Kontinyu Menggunakan Tanaman *Hydrilla verticillata*. *J. Spectra*, 9(18): 9-14.

Athirah, A., Mustafa, A., dan Rimmer, M. A. (2013). Perubahan Kualitas Air Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Tambak Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, KKP Jakarta*: 1065-1075.

Aliyasi, Samliok, N., Ya'la, Z. (2016). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup ikan Nila (*Oreochromis sp.*) yang Dipelihara pada Media Bersalinitas. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 5(1):19-27.

Diansari, V. R., Arini, E., Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2 (3):37-45.

DKPD. (2010). Petunjuk Teknis Pembelian dan Pembesaran Ikan Nila. Dinas Kelautan dan Perikanan. Sulawesi Tengah. 2 hlm.

Dahril, I., Tang, U. M., Putra, I. (2017).

- Pengaruh Salinitas Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*, 45(3):67-75.
- Effendi, M.I. (1979). *Metoda Biologi Perikanan*. Yayasan. Dewi Sri. Bogor.
- Effendi, H., Utomo, B. A., Darmawangsa, G. M., Karo-karo, R. E. (2015). Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) dengan Kangkung (*Ipomea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam System Resirkulasi. *Ecolab*, 9(2):47-104.
- Kordi, K. M. G. H. (2009). *Budidaya Perairan*. Citra Ditya Bakti. Bandung.
- Karimah, U., Istyanto, K., Pinandoyo. (2018). Performa Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*: 7, (1):128-135.
- Nugroho, A., Arini, E., Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2 (3): 94-100.
- Prihadi, D. J. (2011). Pengaruh Jenis dan Waktu Pemberian Pakan Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam Keramba Jaring Apung di Balai Budidaya Laut Lampung. *Jurnal Akuatika*, 2(1): 1-11.
- Putra, K. A., Saifullah, Putra A. N. (2016). Pengaruh Prebiotik Terhadap Nilai Amoniak pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(1) : 61-66.
- SNI. (2009). *Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang*. Badan Standarisasi Nasional/BSN. SNI 01 7550:2009.
- SNI. (1999). *Produksi Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker) kelas benih sebar*. SNI : 01- 6141 – 1999.
- Suparlan, Thaib, A., Aprilizar, Z., Nurhayati. (2020). Kombinasi Filter pada Sistem Resirkulasi Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal TILAPIA*, 1(1):26-31.
- Siregar, A., Jubaedah, D., Wijayanti, M. (2017). Penggunaan *Hydrilla Verticillata* Sebagai Fitoremediator Dalam Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius* Sp.). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1):70-82.
- Zonneveld, N., Huisman E. A., dan Boon, J. H. (1991). *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 318 hlm.
- Zulsusyanto. (2015). Kinerja Produksi Benih Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Ukuran 4-5 cm dengan *Hydrilla verticillata* sebagai Fitoremediator, Skripsi (Tidak dipublikasikan). Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.







## Evaluasi Penerapan Konsep Ekowisata di Kampung Wisata Arborek, Raja Ampat

Evaluation of the Implementation of the Ecotourism Concept  
in Arborek Village, Raja Ampat

Novelina Tampubolon<sup>1\*</sup>, Maria Mardia Marampa<sup>2</sup>, Marjan Bato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Perikanan, FPIK - UNIPA, Jalan Gunung Salju, Amban, Manokwari, 98314, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi D3 Ekowisata, FPIK - UNIPA, Raja Ampat, 98482, Indonesia

\*Korespondensi: novelinatampubolon@gmail.com

### ABSTRAK

Evaluasi penerapan konsep ekowisata pada sebuah destinasi wisata dinilai penting dalam menjaga keberlanjutan pengelolaan wisata. Kampung wisata Arborek merupakan salah satu kampung wisata terbaik di Raja Ampat sehingga pemilihan sebagai lokasi penelitian dirasa tepat untuk mengevaluasi penerapan konsep ekowisata pada setiap kegiatan wisata sehingga eksistensi Kampung Wisata Arborek tetap terjaga. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi penerapan konsep ekowisata di kampung wisata Arborek. Data diambil menggunakan kuisioner *closed ended* selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode *One Score One Criteria Scoring System*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelola wisata di Kampung Wisata Arborek telah memahami konsep ekowisata; memiliki keunikan dan ciri khas, adanya daya dukung masyarakat, pemerintah dan memiliki nilai jual. Sama halnya dengan persepsi masyarakat yang menyatakan bahwa dari sisi keadaan kampung, dampak kegiatan wisata bagi masyarakat dan fasilitas wisata rata-rata memiliki skor 6 yang artinya adalah **baik**. Persepsi yang sama diutarakan oleh wisatawan dari sisi fasilitas dan aksesibilitas yaitu skor 6 (**baik**) sedangkan untuk aspek atraksi wisata wisatawan menyatakan skor 7 yang artinya **sangat baik**. Secara umum, Kampung Wisata Arborek telah menerapkan konsep ekowisata dengan baik, Namun untuk menjaga keberlanjutan kegiatan wisata diperlukan kerjasama antar stakeholder yang terlibat (masyarakat, pemerintah dan NGO) sehingga keberlanjutan Kampung Wisata Arborek tetap terjaga.

**Kata kunci:** Ekowisata; Evaluasi; Kampung wisata arborek; Raja Ampat

### ABSTRACT

Evaluation the application of the ecotourism concept in a tourist destination is considered important in maintaining the sustainability of tourism management. Arborek tourism village is one of the best tourist villages in Raja Ampat so that the selection as a research location is considered appropriate to evaluate the application of the ecotourism concept to every tourist activity so that the existence of Arborek Tourism Village is maintained. The purpose of this study is to evaluate the application of the ecotourism concept in the Arborek tourist village. The data was taken using a closed ended questionnaire and then analyzed using the One Score One Criteria Scoring System method. The results showed that tourism managers in Arborek Tourism Village had understood the concept of ecotourism; has a unique and distinctive characteristic, the existence of the carrying capacity of the community, government and has a selling value. It is the same with public perception which states that in terms of village conditions, the impact of tourism activities on the community and tourist facilities has an average score of 6 which means it is good. The same perception was expressed by tourists in terms of

facilities and accessibility, namely a score of 6 (good) while for the tourist attraction aspect, tourists stated a score of 7 which means very good. In general, Arborek Tourism Village has implemented the concept of ecotourism well, however, to maintain the sustainability of tourism activities, cooperation between stakeholders involved (community, government and NGOs) is needed so that the sustainability of Arborek Tourism Village is maintained.

**Keywords:** Ecotourism; Evaluation; Arborek tourism village; Raja Ampat

## PENDAHULUAN

Ekowisata bukan hanya sekedar melakukan perjalanan wisata ke alam melainkan sebagai roh dan jiwa dari aktivitas wisata yang dilaksanakan wisatawan di destinasi wisata dengan menegakkan 7 (tujuh) pilar utama yaitu 1) ekologi, 2) sosial budaya, 3) ekonomi, 4) pengalaman, 5)kepuasan, 6) kenangan dan 7) pendidikan (Avenzora *et al*, 2013). Salah satu destinasi unggulan di Indonesia adalah Kepulauan Raja Ampat. Hal ini didukung oleh pernyataan Nikijuluw dkk (2017) bahwa Raja Ampat merupakan salah satu kepulauan yang memiliki terumbu karang terbaik di dunia sehingga dijuluki sebagai jantung segitiga karang dunia (*Heart of The Coral Triangle*). tidak hanya keindahan bawah laut namun hamparan padang lamun, hutan mangrove, pantai berpasir dan pantai tebing berbatu juga menjadi ciri khas dari Kepulauan Raja Ampat. Tak hanya wisata bahari, Raja Ampat juga memiliki wisata dari segi atraksi budaya dan kehidupan asli masyarakat lokal.

Kekayaan alam yang berlimpah menjadikan Raja Ampat sebagai salah satu destinasi unggulan yang banyak dikunjungi oleh para wisatawan baik wisatawan lokal maupun mancanegara. Sehingga diperlukan bentuk kegiatan wisata yang tidak hanya mengedepankan aspek ekonomi namun aspek ekologi dan sosial budaya tetap dijaga. Ekowisata menjadi solusi dari kegiatan wisata

yang mengedepankan tiga aspek tersebut. Pernyataan ini didukung oleh TIES (2002) bahwa ekowisata tidak hanya berwisata pada area-area alami namun sekaligus untuk melakukan kegiatan konservasi lingkungan, budaya dan juga memperhatikan kesejahteraan dari masyarakat di sekitar destinasi wisata. Namun, pengelolaan yang salah akan berimplikasi pada terancamnya eksistensi sumber daya alam (Choi & Sirakaya, 2006). Pendapat yang sama juga diutarakan oleh Tsaur & Lin (2006) bahwa apabila pengelolaan ekowisata tidak menerapkan prinsip-prinsip pelestarian yang bertanggungjawab secara tepat pada sumber daya alam yang dijadikan sebagai objek daya tarik utama maka kegiatan ekowisata akan berdampak buruk pada lingkungan destinasi wisata.

Raja Ampat memiliki 4 (empat) kampung wisata yang telah di SK kan oleh pemerintah daerah yaitu Kampung Wisata Yenwaupnor dan Sawingrai dikenal dengan pesona burung cendrawasih, wisatawan dapat menyaksikan burung cedrawasih (*bird watching*), Kampung Wisata Arborek dikenal melalui atraksi Ikan Pari (Manta), Kampung Wisata Sauwandarek terkenal dengan rumah-rumah penduduknya yang masih berbentuk asli tempo dulu dengan atap dari daun yang masih asli. Arborek menjadi Kampung Wisata terbanyak pengunjung wisatawannya

dibandingkan 3 kampung wisata lainnya.

Keberhasilan dari Kampung Arborek dalam membuat peraturan daerah, sekaligus pemberian nama kawasan konservasi yaitu *Mambarayup* dan *Indip* yang dibantu para stakeholder (pemerintah pusat, daerah, pusat penelitian dan organisasi non pemerintah menjadikan Kampung Arborek sebagai pionir bagi 18 kampung wisata lainnya dalam melakukan konservasi kekayaan laut yang berbasis masyarakat, masyarakat. Kampung Arborek merupakan salah satu spot diving terbaik di Raja Ampat untuk bertemu dengan Ikan Pari. Melihat keberhasilan dari Kampung Arborek dibandingkan dengan 3 kampung lainnya, maka diperlukan evaluasi apakah implementasi ekowisata di Kampung Arborek telah sesuai dengan konsep ekowisata sehingga keberlanjutan kegiatan ekowisata di Kampung Arborek tetap terjaga.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Kampung Arborek Distrik Meos Mansar Kabupaten Raja Ampat pada bulan Desember 2021 – Februari 2021.

### Alat dan Objek Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian adalah kuisisioner, daftar pertanyaan, alat tulis, kamera, dan laptop sedangkan untuk objek penelitian adalah pengelola, masyarakat dan wisatawan.

### Teknik Pengambilan dan Analisis Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan kuisisioner yang dinilai dan dianalisis dengan metode

*One Score-One Criteria System* dengan rentang skala 1-7 (1= Sangat buruk 2 = buruk 3= Agak buruk 4=Biasa saja 5=Agak baik 6=Baik 7=Sangat baik). Karakter masyarakat Indonesia yang sangat rinci dalam memberikan sebuah penilaian maka penggunaan skala 1-7 tepat untuk diterapkan (Avenzora, 2008). Data diambil pada 3 kategori responden yaitu; pengelola, masyarakat, dan wisatawan dengan jumlah responden masing-masing 10 orang per kategori dengan teknik simple random sampling sehingga jumlah keseluruhan responden adalah 30 responden.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Evaluasi Penerapan Ekowisata Berdasarkan Persepsi Masyarakat

Persepsi ini didasarkan pada kondisi kegiatan ekowisata yang ada di kampung Arborek; responden memberikan penilaian terhadap penerapan konsep ekowisata. Selain itu, ekowisata merupakan jenis pariwisata berkelanjutan dimana aktor utama dalam kegiatan pengelolaannya adalah masyarakat lokal di kawasan wisata. Hal ini didukung oleh pernyataan Kosmaryandi (2008) bahwa pelibatan masyarakat lokal sebagai pelaku dari kegiatan wisata menjadi tanda bahwa konsep ekowisata bukan lagi bentuk pengelolaan yang sentralistik.

### Kondisi Kampung Wisata

Berdasarkan analisis data responden, mayoritas responden mempersepsikan bahwa kriteria untuk keadaan fisik kampung yang terdiri dari kondisi kampung, kebersihan kampung, penataan kampung wisata dan ternobatnya Arborek sebagai kampung wisata memiliki skor 6

(enam) yang artinya baik. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

### Dampak Kegiatan Wisata

Responden mempersepsikan bahwa masyarakat yang ada di sekitar lokasi wisata turut merasakan dampak dari kegiatan wisata seperti meningkatkan perekonomian masyarakat lokal (67%) dan membuka lapangan pekerjaan baru (20%); saat ini, mayoritas masyarakat bekerja sebagai pelaku wisata seperti pengelola homestay, divers, guide dan pembuat kerajinan tangan sehingga melalui keterlibatan masyarakat sebagai pelaku wisata di Kampung Arborek berdampak pada peningkatan ekonomi masyarakat.. Hal yang sama dikemukakan oleh (Nuraini dkk, 2018) bahwa **Pertama**, melalui penyewaan alat *snorkeling*, *diving*, *speedboat/longboat* dan fasilitas wisata lainnya kepada wisatawan yang berkunjung ke kawasan Kampung Arborek, masyarakat sebagai

pengelola ekowisata mendapatkan tambahan penghasilan. **Kedua**, pihak swasta hanya diizinkan untuk menyediakan *liveboard* yang berhenti di sekitar kawasan Kampung Arborek, hal ini sebagai salah satu strategi untuk membawa wisatawan untuk melakukan aktivitas wisata di Kampung Arborek seperti menikmati pasir putih di pantai Arborek, snorkeling, keliling kampung hingga membeli souvenir berupa hasil kerajinan tangan masyarakat lokal seperti noken dan *kayakyof*. **Ketiga**, kegiatan wisata tidak hanya berkontribusi pada pembangunan kampung namun juga dalam pembangunan daerah. Dampak kegiatan wisata tersebut setelah dianalisis mayoritas masyarakat mempersepsikan bahwa indikator partisipasi masyarakat sampai dengan nilai jual barang dan jasa memiliki skor 6 (enam) yang artinya baik. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Keadaan fisik kampung berdasarkan persepsi masyarakat

Kriteria	Skor										Rata-Rata
Kondisi kampung	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6
Kebersihan	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
Penataan kawasan wisata Arborek sebagai kampung wisata	6	6	7	6	6	6	7	6	5	6	6
	6	6	6	7	6	7	7	4	6	7	6

Ket: 1= Sangat buruk 2 = buruk 3= Agak buruk 4=Biasa saja 5=Agak baik 6=Baik 7=Sangat baik

Tabel 2. Dampak kegiatan wisata

Dampak kegiatan wisata	Skor										Rata-rata Skoring
Partisipasi masyarakat	6	6	6	7	5	7	7	7	6	6	6
Keuntungan ekonomi	6	6	6	7	6	5	5	4	6	6	6
Sosial budaya	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6
Ramah lingkungan	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6
Nilai jual barang dan jasa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6

Ket: 1= Sangat buruk 2 = buruk 3= Agak buruk 4=Biasa saja 5=Agak baik 6=Baik 7=Sangat baik

### Fasilitas Wisata

Berdasarkan analisis data, responden menilai bahwa fasilitas wisata yang ada memiliki skor 6 (enam) yang artinya baik. Sama halnya dengan sikap masyarakat terhadap pengunjung dan partisipasi masyarakat dalam kegiatan ekowisata di Kampung Arborek dengan nilai rata-rata skor 6 (enam). Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat sudah terlibat penuh dengan kegiatan ekowisata di Kampung Arborek. Dengan kata lain prinsip ekowisata diterapkan dengan baik di Kampung Wisata Arborek. Selain itu, responden menyatakan bahwa ada beberapa fasilitas yang perlu ditingkatkan (Tabel 3).

### Evaluasi Penerapan Ekowisata Berdasarkan Persepsi Pengelola

Hasil analisis data menunjukkan bahwa responden menilai masyarakat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam kegiatan wisata setelah kampung Arborek dinobatkan sebagai kampung wisata sehingga kegiatan wisata berjalan dengan baik. Selain itu, data lapangan menunjukkan bahwa masyarakat telah memahami konsep ekowisata yang sesungguhnya. Responden menyatakan bahwa prinsip ekowisata adalah memiliki keunikan dan ciri khas, adanya dukungan masyarakat, pemerintah dan

memiliki nilai jual. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.

### Homestay

Kampung Arborek memiliki 2 *homestay* pasif dan 9 *homestay* aktif yang masih beroperasi sampai saat ini serta pengelolaan *homestay* secara garis besar telah dilaksanakan dengan memperhatikan kebersihan, kenyamanan dan keamanan. Kebersihan *homestay* telah mencerminkan standar *homestay* mulai dari kebersihan kamar mandi dan kualitas air serta kebersihan dan higienitas makanan yang disediakan, yang disediakan dari pihak pengelola. Pengelolaan *homestay* itu sendiri diperlukan untuk memenuhi serta meningkatkan lama tinggal wisatawan dan juga meningkatkan kepuasan wisatawan dalam menikmati daya tarik wisata yang ada di Kampung Arborek. Sama halnya dengan yang dikemukakan (Puspitasari, 2019) bahwa keberadaan *homestay* menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi minat kunjungan wisatawan ke destinasi wisata asalkan pengelolaan *homestay* dilakukan secara profesional. *Homestay* yang nyaman akan memberikan peluang bagi wisatawan tinggal lebih lama untuk menikmati alam dan mengenal tradisi dan budaya di destinasi wisata.

Tabel 3. Saran responden terkait pembenahan fasilitas wisata

No.	Saran pembenahan wisata saat wisatawan meningkat	Persentase
1	Fasilitas yang memadai (restoran, homestay dan toilet)	50%
2	Keamanan wisatawan (pos penjagaan)	30%
3	Kenyamanan (tempat sampah, sarana ibadah, tempat duduk, gazebo)	20%

Tabel 4. Persepsi pengelola tentang ekowisata

No.	Lokasi yang sesuai dengan kaidah ekowisata	Persentase
1	memiliki keunikan dan ciri khas, adanya dukungan masyarakat, pemerintah dan memiliki nilai jual	60%
2	memiliki panorama yang indah dan alami	30%
3	Memiliki habitat dan ekosistem beragam	30%
4	Adanya sarana dan prasarana	10%



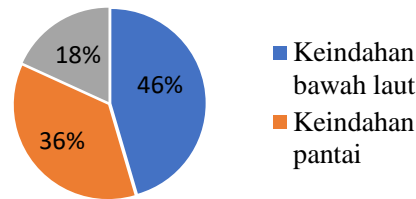
*Homestay* yang ada di Kampung Arborek adalah milik masyarakat itu sendiri sehingga pengelolaannya lebih pada kekeluargaan. Pemilik *homestay* mempekerjakan keluarga sendiri untuk mengelola dan melayani para tamu yang tinggal di *homestay*. pemilik *homestay* hanya mengontrol jalannya pengelolaan *homestay* yang dilakukan oleh pelayan yang dipekerjakan di *homestay* baik itu bagian masak dan penyajian makanan bagi wisatawan maupun kebersihan di kamar dan kamar mandi/toilet.

Pengelola *homestay* juga menyediakan fasilitas di dalam kamar tidur seperti kipas angin, meja kecil, kursi, *single/double bed*, selimut, kelambu, bantal/guling, stop kontak dan tempat sampah kecil. Sedangkan untuk diluar kamar *homestay* pengelola menyediakan tempat sampah, kamar mandi, tempat duduk dan ayunan untuk bersantai. Berdasarkan hal di atas dapat disimpulkan bahwa pengelola *homestay* telah memahami konsep pengelolaan *homestay*, mulai dari penyambutan tamu, pelayanan (kebersihan dan keramahan) hingga pengaturan menu makanan bagi wisatawan. Selain itu, masyarakat telah menjalankan pengelolaan *homestay* dengan prinsip pemberdayaan masyarakat lokal.

### Evaluasi Penerapan Ekowisata Berdasarkan Persepsi Wisatawan

#### Atraksi wisata

Kampung Arborek memiliki kekayaan objek wisata alam mulai dari wisata laut, pantai dan wisata budaya. Wisata pantai sendiri yakni berenang, snorkling dan diving dan Kampung Arborek sendiri merupakan titik area untuk dapat melihat Pari Manta. Secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Jenis atraksi wisata di kampung arborek

Gambar 1 menjelaskan bahwa 46% wisatawan melakukan kunjungan ke kampung wisata Arborek untuk melihat keindahan bawah laut dan keindahan pantai termasuk bertemu dengan Pari Manta; ada aturan yang berlaku dan dibatasi dalam rentan 1 jam maksimal 20 penyelam untuk mengeksplorasi Manta Sandy. Snorkling untuk melihat keindahan spesies ikan; di bawah jembatan utama kampung Arborek merupakan area *schooling fish*. Selain itu, tanpa snorkeling wisatawan sudah dapat melihat keindahan terumbu karang. Selain itu ada pula wisata budaya seperti tarian yang dimainkan oleh anak-anak, suling tambur dan cakalele yang dimainkan pada saat penyambutan para tamu besar dan juga untuk acara adat. Menurut responden sebanyak 70% kaum perempuan merupakan pengrajin souvenir. Wisatawan tidak hanya menikmati keindahan alam kampung Arborek namun juga melakukan kegiatan konservasi lingkungan. Selain itu, para wisatawan juga berinteraksi dengan masyarakat lokal untuk mengenal kehidupan masyarakat kampung mulai dari belajar membuat papeda, balobe (kegiatan mencari ikan di malam hari dengan menggunakan tombak dan senter) hingga belajar membuat kerajinan/anyaman.

Berdasarkan analisis data responden, wisatawan mempersepsikan bahwa kriteria budaya lokal, pemandangan alam, keindahan bawah laut dan atraksi pari manta di Kampung Arborek memiliki skor 7 (tujuh) yang artinya adalah sangat baik. Sedangkan

untuk kriteria daya tarik wisata, variasi cinderamata dan tumbuh-tumbuhan sebagai bagian dari atraksi wisata memiliki skor 6 (enam) yang artinya dinilai baik. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 5.

**Keunikan atau Kekhasan**

Hasil analisis data menunjukkan bahwa 33% responden menyatakan Pari Manta dan diving (*penyelaman*) adalah paket wisata yang khas di Kampung Arborek. Selain itu, 17% responden lainnya menyatakan adanya keindahan

bawah, 9% keindahan pantai dan 8% menyatakan adanya budaya masyarakat lokal. Dengan demikian, Pari Manta dan diving untuk melihat keindahan terumbu karang menjadi atraksi unggulan di Kampung Arborek.

**Kesenian Cenderamata**

Adapun persepsi wisatawan untuk kriteria kesenian cinderamata memiliki skor 6 (enam) yang artinya baik. Hal ini dibuktikan dengan kampung wisata Arborek memiliki variasi cinderamata yang beragam (Tabel 6).

Tabel 5. Persepsi wisatawan terhadap atraksi wisata

Atraksi Wisata	Skor										Rata-rata
Variasi cinderamata	7	4	5	7	6	7	3	6	6	5	6
Daya tarik wisata	7	4	6	7	7	7	7	6	7	6	6
Budaya lokal	7	6	7	6	7	7	6	6	7	7	7
Pemandangan alam	7	7	7	7	7	4	7	7	7	7	7
Tumbu-tumbuhan	6	7	6	6	6	6	5	6	6	5	6
Keindahan bawah laut	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
Atraksi Pari Manta	7	7	7	6	6	7	6	7	7	7	7

Ket: 1= Sangat buruk 2 = buruk 3= Agak buruk 4=Biasa saja 5=Agak baik 6=Baik 7=Sangat baik



Gambar 2. Atraksi wisata yang unik/khas

Tabel 6. Jenis cenderamata Kampung Arborek

No.	Jenis cinderamata	Bahasa	Jenis bentuk
		Lokal	
1	Tikar	<i>Yaer</i>	Tikar Lipat (yaer yaper) Tikar gulung (yaer kamon)
2	Topi	<i>Kayafiof</i>	Topi dengan bentuk Pari Manta Topi gelombang Topi bentuk ikan Raja (interar) Topi biasa
3	Kalung		Mata kalung berbentuk Pari Manta
4	Bakul	<i>Bayai</i>	Kotak



5	Tas anyaman	<i>Noken</i>	Noken kebun Gelombang Biasa Laptop
6	Alat seserahan	<i>Mekabi</i>	Berbentuk bulat



Gambar 3. Kesenian cenderamata

### Fasilitas

Aspek berikut yang harus diperhatikan dalam mengembangkan ekowisata yakni fasilitas. Data di lapangan menunjukkan bahwa mayoritas wisatawan mempersepsikan kriteria untuk fasilitas wisata kampung Arborek berupa tempat sampah, kondisi fasilitas yang ada, sarana informasi, kesehatan, hiburan, kebersihan, keamanan dan pelayanan pengelola kampung memiliki skor 6 (enam) yang artinya baik. Sedangkan homestay dan tempat ibadah memiliki skor 7 (tujuh) yang artinya sangat baik. Adapun kios makanan dan minuman serta air bersih memiliki skor

4 (empat) yang artinya biasa saja, hal ini menurut responden dikarenakan kampung Arborek belum ada sarana air bersih dan warung makan sehingga untuk saat ini masyarakat menggunakan air hujan untuk kebutuhan sehari-hari seperti memasak, mencuci bahan makanan dan dimasak untuk menjadi air minum. Fasilitas toilet/MCK memiliki skor 5 (lima) yang artinya adalah agak baik. Hal ini karena fasilitas yang ada cukup baik dapat digunakan oleh berbagai kalangan tanpa ada batasan (Tabel 7)

Tabel 7. Hasil penilaian wisatawan terhadap fasilitas wisata di kampung arborek

Fasilitas	Skor										Rata-Rata	
Kondisi Fasilitas yang ada	7	4	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6
Air bersih	4	3	3	3	6	7	1	5	5	5		4
Penginapan/homestay	7	6	6	7	7	7	7	6	7	7		7
Toilet/MCK	7	3	6	5	3	4	4	6	7	6		5
Tempat sampah	6	6	6	6	7	5	7	6	6	5		6
Tempat ibadah	7	6	6	7	6	7	7	6	7	7		7
Kios makanan dan minuman	7	4	5	6	1	6	1	5	5	5		4
Sarana informasi	7	4	7	6	7	7	7	5	6	5		6
Sarana kesehatan	7	6	6	5	5	7	4	6	7	6		6
Tingkat kebersihan	7	6	7	7	6	7	7	6	6	6		6
Jaminan keamanan	7	7	7	7	6	7	7	6	7	6		6
Sarana hiburan	7	4	6	5	6	7	6	6	7	6		6
Pelayanan masyarakat	7	6	6	6	6	7	6	6	7	6		6
Pelayanan pengelola kampung	7	5	6	6	6	6	6	7	7	6		6

### Aksesibilitas

Aspek ke 3 (tiga) yang perlu di perhatikan dalam pengembangan ekowi-

sata yakni aksesibilitas. Aksesibilitas adalah bagaimana seseorang mendapatkan keamanan dan kenyamanan serta kemudahan untuk tiba di sebuah tujuan. Aksesibilitas dalam sebuah kegiatan wisata sangat penting karena mempengaruhi kenyamanan wisatawan dalam melakukan perjalanan menuju destinasi wisata. Semakin tinggi aksesibilitas maka semakin tinggi juga kenyamanan wisatawan dalam melakukan perjalanan wisata. Berdasarkan analisis data responden, 100% wisatawan mempersepsikan bahwa kriteria untuk aksesibilitas wisata kampung Arborek memiliki skor 6 (enam) yang artinya baik. Secara rinci dapat dilihat pada Tabel 8.

Pada Tabel 8 di atas menjelaskan bahwa akses menuju kampung wisata

baik dan cukup mudah namun hanya melalui jalur laut dengan menggunakan speedboat atau perahu. Jarak ke Ibu kota kecamatan (Yenbekwan) dapat ditempuh menggunakan logboat atau speed boat kurang lebih 20 menit sedangkan untuk menuju Ibu kota kabupaten (Raja Ampat) dapat ditempuh selama 1- 2 jam dan untuk menuju ke ibu kota provinsi (Sorong) dapat ditempuh selama 4 – 5 jam. Wisatawan yang berkunjung 50% menggunakan transportasi yang di sewa dan 50% menggunakan perahu tidak disewa yang merupakan milik kerabat ataupun keluarga. Namun apabila wisatawan membutuhkan transportasi masyarakat maka biayanya yakni Rp 1.000.000 untuk pulang-pergi.

Tabel 8. Penilaian wisatawan terhadap aksesibilitas menuju kampung arborek

Aksesibilitas	Skor										Rata-Rata
Kondisi jalan	7	6	6	6	6	7	5	6	6	5	6
Transportasi laut	7	4	6	6	6	7	4	6	6	7	6
Biaya (Transport, tiket, konsumsi)	7	5	6	5	6	7	7	6	6	5	6
Jembatan	7	5	6	7	6	7	7	6	6	6	6
Tata ruang kampung	7	6	7	6	6	7	5	6	7	5	6
Ketersediaan transportasi	7	5	6	6	6	7	3	6	6	7	6

### KESIMPULAN

Secara umum 7 (tujuh) pilar ekowisata telah diterapkan dalam pengelolaan Kampung Wisata Arborek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden kategori masyarakat menyatakan keadaan kampung sebagai destinasi wisata, dampak kegiatan wisata dan fasilitas wisata rata-rata memiliki skor 6 yang artinya adalah **baik**. Sejalan dengan persepsi pengelola yang menyatakan bahwa kegiatan wisata di Kampung Wisata Arborek memiliki keunikan dan ciri khas, adanya daya dukung masyarakat, pemerintah dan memiliki nilai jual. Tidak berbeda jauh dengan persepsi wisatawan yang berpendapat bahwa atraksi wisata di

Kampung Arborek memiliki skor 7 yang artinya adalah **sangat baik**. Sedangkan untuk fasilitas dan aksesibilitas memiliki skor 6 yang artinya adalah **baik**. Wisatawan juga mempersepsikan bahwa pengelola dan masyarakat telah memiliki kepedulian, tanggung jawab, dan komitmen untuk menjaga keberlanjutan kegiatan wisata di Kampung Arborek.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih peneliti sampaikan kepada Ketua LPPM Universitas Papua beserta staf atas kesempatan serta dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Avenzora R. (2008). Ekoturisme-Teori dan Praktek. (ID): BRR NAD-Nias.
- Kosmaryandi, (2008). dalam Oktami E.A., Tutut S, Harios A. (2018). Partisipasi Masyarakat Dalam Pengembangan Ekowisata Taman Hutan Raya Ir H Djuanda. Media Konservasi Vol. 23 No. 3.
- Nikijuluw V.P.H., Renoldy L.P, Paulus B. (2017). Daya Dukung Pariwisata Berkelanjutan Raja Ampat. Conservation International Indonesia.
- Nuraini, Arif S, Ekawati S.W. (2018). “Mekanisme Akses dan Kekuasaan Dalam Mmemperkuat Kinerja Institusi Pengelolaan Ekowisata Bahari (Studi Kasus: Kampung Wisata Arborek, Distrik Meos Mansar, Kabupaten Raja Ampat
- Puspitasari D. (2019). “Persepsi dan Pengelolaan Homestay di Desa Wisata Wukirsari Bantul” Vol. 9 (Hal. 1-14).
- TIES (The International Ecotourism Society). (2002). Quebec Declaration On Ecotourism. Canada
- Tsaur & Lin. (2006). Evaluating ecotourism sustainability from the integrated perspective of resource, communtiy and tourism. Journal of Tourism Management Vol. 27 hlm 640-653

## Pengaruh Penggunaan Substrat yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Effect of Different Substrate Use on Growth and Survival of Crayfish (*Portunus pelagicus*) Larvae

Agus Putra AS<sup>1\*</sup>, Rini Mastuti<sup>2</sup>, Sorbakti Sinaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Samudra, Langsa, Indonesia

<sup>2</sup> Prodi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Samudra, Langsa, Indonesia

\*Korespondensi: [agus.putra.samad@gmail.com](mailto:agus.putra.samad@gmail.com)

### ABSTRAK

Rajungan termasuk kedalam kelas Portunidae dan di beberapa negara kepiting ini terkenal sebagai komoditas ekspor. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan substrat terbaik yang dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan *Portunus pelagicus*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan tersebut adalah: penggunaan substrat pasir (P1), lumpur (P2), kerikil (P3), dan kombinasi pasir dan kerikil (P4). Parameter yang diamati adalah tingkat kelangsungan hidup, berat dan panjang larva, rasio konversi pakan (FCR) dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup tertinggi terlihat pada P1 (33,67%), penambahan berat dan panjang terbaik terdapat pada P1 (1,69 gr dan 0,39 cm) dan terendah pada P2 (1,54 gr dan 0,34 cm). Data menunjukkan bahwa FCR terbaik terdapat pada perlakuan P3 yaitu 3,92. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan substrat pasir memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva rajungan.

**Kata kunci:** Kelangsungan hidup; Pertumbuhan; *Portunus pelagicus*; Rajungan

### ABSTRACT

Swimming crab is a among Portunidae crab, and in some countries this crab is wellknown as an export commodity. The present study was done to determine the best substrate to improve survival and growth rate of *Portunus pelagicus*. This study used a completely randomized design with 4 treatments in triplicate. The treatments were: Sand (P1), Mud (P2), Gravel (P3), and Combination of Sand and Gravel (P4). The observed parameters were survival rate, larval weight and length, feed conversion ratio (FCR) and water quality. The results showed that the highest survival rate was seen at P1 (33.67%), the best weight and length gain was at P1 (1.69 g and 0.39 cm) and the lowest was at P2 (1.54 g and 0.34 cm). Data showed that the best FCR is found in treatment P3 of 3.92. This study showed that the use of sand substrate has the best effect on growth and survival during the rearing of crab larvae.

**Keywords:** Survival rate; Growth; *Portunus pelagicus*; Crab

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terbentang dari Sabang sampai Merauke, oleh karena itu Indonesia juga dikenal sebagai salah satu negara dengan garis pantai terpanjang di dunia (KKP, 2019). Dengan luasnya laut, Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang beragam (Syahrial *et al.*, 2020). Hasil laut yang biasa ditangkap antara lain: tuna, udang, lobster dan rajungan. Dengan hasil perikanan yang melimpah, jika dikelola dengan baik. Indonesia akan menjadi negara yang memiliki ketahanan pangan paling baik di dunia (KKP, 2019). Rajungan merupakan jenis dari famili Portunidae. Namun karena kandungan proteinnya yang tinggi, kepiting ini termasuk krustasea yang banyak dicari nelayan. Saat ini rajungan merupakan komoditas unggulan ekspor produk perikanan Indonesia, khususnya ke Jepang, Uni Eropa dan Amerika Serikat (KKP, 2019; Effendy *et al.*, 2006). Untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang kepiting, penelitian ini dilakukan di perairan Langsa. Daerah ini dekat dengan Selat Malaka, sehingga masyarakatnya dominan bermata pencaharian sebagai nelayan. Hasil tangkapan nelayan di daerah ini sangat melimpah seperti: ikan, udang atau kepiting (Samad *et al.*, 2020). Di kawasan ini, mereka selalu menangkap berbagai ukuran kepiting. Dengan demikian tidak ada kesempatan bagi kepiting ini untuk berkembang biak. Oleh karena itu, untuk mempertahankan populasinya, salah satu cara terbaik adalah dengan melakukan program budidaya atau breeding. Program pemuliaan adalah suatu metode penetasan hewan air dari telur menjadi larva hingga

dewasa dalam lingkungan yang terkendali. Program pemuliaan sangat diperlukan dalam budidaya perikanan untuk menjaga stok benih di alam (Susanto *et al.*, 2005). Selama proses pembibitan, lingkungan harus disiapkan sama seperti di habitat aslinya. Dengan demikian, substrat merupakan salah satu hal yang penting dalam percobaan ini. Substrat sangat berpengaruh terhadap kehidupan larva rajungan, oleh karena itu penting untuk mengetahui jenis substrat terbaik yang mampu meningkatkan kelangsungan hidup larva rajungan untuk mendukung stabilitas populasi rajungan baik di alam maupun budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari substrat terbaik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva rajungan.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan terdiri dari empat perlakuan dan tiga kali pengulangan yaitu:

P1 = Substrat pasir.

P2 = Substrat lumpur.

P3 = Substrat kerikil.

P4 = substrat pasir dan kerikil.

### Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan sebagai tempat pengeraman telur berupa bak fiber yang berkapasitas 200 L. Persiapan yang dilakukan dengan membuang air yang masih terdapat pada bak fiber, kemudian dilakukan penyikatan bak fiber untuk menghilangkan kerak kemudian membilasnya dengan air bersih, dan dilakukan pembilasan terakhir

menggunakan air kaporit 100 ppm sebagai desinfektan terhadap patogen.

### **Seleksi Induk**

Induk rajungan (*P. pelagicus*) diperoleh dari hasil tangkapan nelayan disekitar perairan Langsa. Induk betina sehat dicirikan dengan gerakan aktif, tidak keropos baik karapas maupun organ lain, dan kelengkapan organ tubuh. Kemudian berdasar pada parameter berat dan panjang karapas 100-300 gr untuk berat dan 10-15 cm untuk panjangnya. Induk rajungan (*P. pelagicus*) yang sudah memiliki telur ditebar pada wadah pengeraman (inkubasi). Padat tebar yang diterapkan adalah 1 ekor/150 L.

### **Pengelolaan Kualitas Air**

Pengelolaan kualitas air pada bak pengeraman telur dengan cara mengganti air sebanyak 10% setiap harinya. Air yang digunakan untuk media pemeliharaan induk berasal dari air laut steril yang telah melalui filterisasi. Penggantian air dilakukan pada pagi hari pukul 08:00 pagi.

### **Penetasan Telur dan Penebaran Larva**

Telur Rajungan terus mengalami perkembangan embrio, yaitu dari tingkat perkembangan embrio I hingga VII. Perkembangan embrio ini terlihat dari perubahan warna telur yang terjadi, yaitu kuning tua, keabu-abuan, kehitam-hitaman kemudian menetas. Setelah penetasan dilakukan pada bak inkubasi, larva yang baru menetas segera dipindahkan pada bak pemeliharaan. Sewaktu melakukan pemindahan dari bak inkubasi ke bak pemeliharaan harus dilakukan dengan sangat hati-hati agar larva tidak stress dan mati.

Setelah telur Rajungan menetas menjadi larva (Zoea 1) maka seluruh larva sehat hasil panen dipindahkan ke bak-bak pemeliharaan larva. Penebaran larva dilakukan sesuai dengan kondisi lingkungan lama terhadap lingkungan baru (aklimatisasi) menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Kepadatan larva yang diterapkan adalah 50-100 larva/L.

Selama waktu pemeliharaan larva, pakan yang diberikan merupakan pakan alami dan pakan beku. Pakan alami seperti Rotifer diberikan setelah larva zoea ditebar ke bak pemeliharaan larva, pemberian rotifer dilakukan selama 8-9 hari yaitu pada awal tebar (D0) hingga hari ke-9 (D9) dengan kepadatan sebesar 10-15 ekor/ml. Pemberian naupli artemia pada hari ke-6 (D6) hingga larva Rajungan berkembang menjadi Crab 1 yaitu disaat umur pemeliharaan larva menginjak hari ke-13 atau 14. Awal pemeliharaan yaitu dari umur 5-6 hari naupli yang diberikan sebesar 15-20 ekor/ml/hari, ketika berumur 7-13 hari kepadatan Artemia meningkat 20-30 ekor/ml/hari. Pakan tersebut diberikan pada masa pemeliharaan megalopa sampai sebelum panen (C5-10) dengan dosis pakan yang digunakan 5-7 gr. Frekuensi pemberian pakan dilakukan 2 kali/hari.

### **Pengumpulan Data Kelangsungan Hidup Rajungan**

Untuk melihat kelangsungan hidup dari rajungan yang dibesarkan, makadilakukan perhitungan derajat sintasan menurut Effendi (1997), yaitu dengan rumus:  $SR = (N_t/N_0) \times 100\%$ .



### Laju Pertumbuhan Rajungan

Laju pertumbuhan spesifik rajungan sangat dipengaruhi oleh jumlah dan kualitas pakan yang diberikan. Untuk melihat pertumbuhan rajungan maka akan dihitung dengan menggunakan rumus Samad *et al.* (2014) yaitu:  $LPS = (\ln wt - \ln w0) / t \times 100\%$ .

### Feed Conversion Ratio (FCR)

Untuk menghitung FCR dapat menggunakan rumus (Samad *et al.*, 2014) sebagai berikut:

$$FCR = \frac{\text{Pakan dikonsumsi (g)}}{\text{Berat akhir (g)} - \text{Berat awal (g)}}$$

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan analisis varian (ANOVA).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelangsungan Hidup Larva Rajungan

Hasil pengamatan rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan selama 10 hari terlihat pada Tabel 1. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa substrat yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup larva rajungan.

Tabel 1. Rata-rata kelangsungan hidup larva rajungan (*P. pelagicus*)

Perlakuan	Kelangsungan hidup larva rajungan ( <i>P. pelagicus</i> ) (%)
P1	33,67 ± 2,02 <sup>c</sup>
P2	13,00 ± 2,08 <sup>a</sup>
P3	17,67 ± 1,20 <sup>a</sup>
P4	24,33 ± 0,33 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (P<0,05).

Pada Tabel 1. menunjukkan kelangsungan hidup larva terbaik terdapat pada perlakuan P1 yaitu :

33,67% (substrat pasir) sedangkan kelangsungan hidup terendah ditemui pada perlakuan P2 yaitu : 13,00% (substrat lumpur).

### Pertumbuhan Berat Larva Rajungan

Hasil pengamatan rata-rata pertumbuhan berat larva rajungan terlihat pada Tabel 2. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa substrat yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat larva rajungan.

Tabel 2. Rata-rata pertambahan berat larva rajungan (*P. pelagicus*)

Perlakuan	Pertambahan berat larva rajungan ( <i>P. pelagicus</i> ) (gr)
P1	1,69 ± 0,040 <sup>c</sup>
P2	1,54 ± 0,033 <sup>a</sup>
P3	1,60 ± 0,016 <sup>ab</sup>
P4	1,62 ± 0,056 <sup>ab</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (P<0,05).

Pada Tabel 2. terlihat bahwa P1 memiliki pertambahan berat terbaik dengan rata-rata 1,69 gr sedangkan rata-rata pertumbuhan terendah terlihat pada P2 yaitu 1,54 gr. Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata dengan P2.

### Pertumbuhan Panjang Larva Rajungan

Hasil pengamatan rata-rata pertumbuhan panjang larva rajungan adalah seperti terlihat pada Tabel 3. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa substrat yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang larva rajungan.



Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan panjang larva rajungan (*P. pelagicus*)

Perlakuan	Pertumbuhan panjang larva rajungan ( <i>P. pelagicus</i> ) (cm)
P1	0,39 ± 0,00 <sup>b</sup>
P2	0,37 ± 0,00 <sup>ab</sup>
P3	0,34 ± 0,00 <sup>a</sup>
P4	0,35 ± 0,00 <sup>a</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (P<0,05).

Pada Tabel 3. terlihat bahwa perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P1 dengan rata-rata pertumbuhan panjang: 0,39 cm, sedangkan pertumbuhan panjang terendah terlihat pada perlakuan P3 yaitu 0,34 cm.

#### Rasio Konversi Pakan

Hasil pengamatan terhadap rasio konversi pakan adalah seperti terlihat pada Tabel 4. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa substrat yang berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap FCR larva rajungan.

Tabel 4. Rata-rata Rasio konversi pakan larva rajungan (*P. pelagicus*)

Perlakuan	FCR larva rajungan ( <i>P. pelagicus</i> )
P1	6,69 ± 0,20 <sup>c</sup>
P2	4,01 ± 0,43 <sup>a</sup>
P3	3,92 ± 0,86 <sup>a</sup>
P4	5,77 ± 0,36 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (P<0,05).

Pada Tabel diatas menunjukkan bahwa FCR terbaik terdapat pada perlakuan P3 3,92, sedangkan FCR tertinggi terdapat pada perlakuan P1 sebesar 6,69.

#### Kualitas Air

Hasil pengamatan rata-rata kualitas air selama penelitian terlihat

pada Tabel 5. Rata-rata kualitas air menunjukkan kualitas air yang konstan dan seragam dari seluruh perlakuan.

Tabel 5. Rata-rata kualitas air larva rajungan

Perlakuan	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
Suhu (°C)	30,17	29,33	29,40	29,23
Salinitas (ppt)	25,15	25,00	25,61	25,54
DO (ppm)	5,14	5,43	5,43	5,48
pH	7,34	7,56	7,46	7,53

Pada Tabel 5. Terlihat bahwa suhu air pada setiap pengamatan tertinggi yaitu 30,17 °C (P1) dan suhu terendah yaitu 29,23°C. Salinitas air pada penelitian tertinggi pada perlakuan P3 (25,61 ppt) dan terendah pada perlakuan P2 (25,00 ppt). Oksigen terlarut tertinggi pada P4 (5,48 mg/l) sedangkan terendah pada P1(5,14 mg/l). Tingkat keasaman air (pH) pada pengamatan menunjukkan pH tertinggi pada perlakuan P2 (7,56) dan pH terendah pada perlakuan P1 (7,34).

Tingkat kelangsungan hidup larva rajungan merupakan modal dasar dalam kegiatan pembenihan rajungan. Tingkat kelangsungan hidup merupakan perbandingan larva awal pertama ditebar dengan akhir pengamatan dan dinyatakan dalam bentuk persen. Semakin tinggi nilai persentase tingkat kelangsungan hidup maka perlakuan yang diberikan semakin baik (Effendi, 2002). Dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa penggunaan substrat yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup larva rajungan (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan pendapat Stevens & Swiney (2005), yang menyebutkan bahwa beberapa

jenis organisme akan menjadikan shelter sebagai tempat berlindung dari predator dan kanibalisme terutama pada saat megalopa dan zoea. Namun, hasil eksperimen ini berbeda dengan penelitian yang dilaporkan oleh Djunaidi (2009), bahwa substrat pasir, lumpur dan liat tidak berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan larva rajungan. Rajungan mampu hidup pada substrat dasar perairan yang berbeda dengan populasi yang berbeda (Susanto *at al.*, 2004). Selanjutnya Budiaryani (2007) menambahkan bahwa rajungan hidup pada habitat yang beraneka ragam seperti pasir, pasir berlumpur dan juga laut terbuka pada kedalaman hingga 50 meter. Rajungan pada masa megalopa akan menunjukkan sifat agitasi yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan mortalitas yang tinggi. Adanya peluang berlindung akan meningkatkan kehidupan larva rajungan, selain itu, kualitas shelter dan substrat juga mampu mengurangi kanibalisme.

Selama penelitian ini, kondisi wadah pemeliharaan seperti: kualitas air dan ketersediaan pakan senantiasa diatur sesuai dengan kebiasaan hidup rajungan. Hal ini dilakukan karena selain substrat terdapat pula faktor lain yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup larva rajungan. Susanto *et al.* (2005) menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup organisme terdiri atas 2 yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan parasit, hormon, infeksi penyakit, stress, genetik, dan umur. faktor eksternal yaitu suhu, oksigen, pakan dan turbiditas.

Pertumbuhan larva rajungan bersifat diskontinyu yang terjadi setelah terjadinya proses ganti kulit (molting) yaitu ketika kulit luar

belum mengeras secara sempurna. pada saat *molting* terjadi proses kalsifikasi yang merupakan proses penyerapan kalsium dari lingkungan melalui proses osmotik. Keberadaan ion kalium berkaitan dengan aktivitas enzim  $\text{Na}+\text{K}+\text{ATPase}$  mampu meningkatkan proses osmoregulasi. Kalium termasuk logam yang esensial yang diperlukan dalam proses fisiologis yang terikat dalam protein termasuk enzim metabolisme pada rajungan (Taqwa *at al.*, 2012). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada larva rajungan yang dipelihara dengan substrat berbeda menunjukkan pertumbuhan berat dan panjang yang berbeda. Fatmawati (2009) menyebutkan bahwa pertumbuhan pada rajungan ditandai dengan penambahan ukuran panjang dan berat setelah proses *molting*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pertumbuhan yaitu ukuran makanan yang tersedia, suhu, oksigen, umur, dan ukuran organisme. Pertambahan panjang pada larva rajungan terjadi setelah terjadinya proses *molting*. Fujaya *at al.* (2013) menyebutkan bahwa siklus molting terdiri dari *molt*, *postmolt*, *intermolt*, dan *pre-molt*. Astuti (2008) menambahkan bahwa pertumbuhan panjang pada larva rajungan dipengaruhi oleh habitat hidupnya, dimana larva yang dipelihara dengan habitat yang berbeda akan menghasilkan pertumbuhan yang berbeda pula.

Nilai konversi pakan (FCR) yang tidak sama menunjukkan penyerapan yang tidak maksimal pada larva rajungan dengan substrat yang berbeda. Jumlah konsumsi pakan akan berbeda pada setiap ukuran dan populasi larva rajungan. Larva rajungan yang memiliki ukuran besar akan mengkonsumsi pakan yang lebih

banyak. Semakin kecilnya nilai FCR menunjukkan pakan yang diberikan semakin efisien (Josileen, 2013). Hasil pengamatan FCR (Tabel 4) lebih jernih sehingga memudahkan larva rajungan dalam menangkap makanan yang diterima. Tingginya nilai FCR (3,92 – 6,69) pada larva rajungan dikarenakan pada awal penelitian rajungan masih menyesuaikan diri dengan substrat yang berbeda sehingga banyak larva rajungan mengalami kematian dan pakan tidak dikonsumsi secara efisien. Hal ini sesuai dengan pendapat Sugama, (2006) dan Yuniasari, (2009) bahwa stress mengakibatkan kehilangan nafsu makan.

Kualitas air memegang peranan penting dalam kegiatan budidaya. Air pada media pengamatan yang menurun dapat mengakibatkan larva rajungan stress, pertumbuhan terhambat, terserang penyakit, peningkatan rasio konversi pakan, dan mati. Kualitas air yang sangat penting adalah suhu, salinitas, pH, dan DO. Hasil pengamatan rata-rata suhu pada penelitian berkisar antara 29,23-30,17°C. Hal ini memperlihatkan suhu perairan pada penelitian sesuai dan mendukung kehidupan larva rajungan yang

menunjukkan bahwa perlakuan pada P3 (substrat kerikil) memiliki FCR terbaik yaitu 3,92. Hal ini disebabkan karena kualitas air pada perlakuan ini bersifat euritermal yaitu berkemampuan beradaptasi pada kisaran suhu yang luas. Hal ini sesuai pendapat Astuti (2008), bahwa kisaran suhu yang baik untuk rajungan adalah 27-31°C. Hasil pengamatan salinitas pada penelitian yaitu 25,00-25,61 ppt. Hal ini masih layak pada kehidupan larva rajungan. Lantu (2010), menyatakan bahwa rajungan merupakan hewan yang mampu mengatur osmoregulasinya dengan baik. Hasil pengamatan pH perairan juga menunjukkan angka 7,34-7,56. Hal ini memperlihatkan pH perairan pada penelitian telah memenuhi syarat kehidupan larva rajungan. Hal ini didukung oleh pernyataan Astuti (2008) yang menyatakan bahwa nilai pH untuk budidaya larva rajungan berkisar antara 7,2-8,6. Oksigen terlarut (DO) pada pengamatan menunjukkan angka 5,14-5,48 ppm. Oksigen terlarut di dalam air dibutuhkan untuk berespirasi serta hidup normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Astuti (2008) bahwa rajungan membutuhkan DO berkisar antara 4,00-6,00 ppm.

## KESIMPULAN

Substrat pasir, lumpur, kerikil dan pasir berkerikil menghasilkan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan panjang, pertambahan berat dan rasio konversi pakan (FCR) yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa penggunaan substrat pasir menghasilkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang terbaik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, O. (2008). *Pengaruh Salinitas Terhadap Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Larva Menjadi Megalopa Rajungan (*Portunus pelagicus*)*. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Budiaryani, G.J. (2007). Quantitative analysis of marine biological communities: field biology and environment. *John Wiley & Sons, Inc.* 411 pp.
- Effendi. 2002. *Biologi Perikanan. Cetakan Kedua. Yayasan Pustaka Nusantara.* Yogyakarta. 163.
- Effendy, S., Sudirman, S., Bahri, E., Nurcahyono, H., Batubara., & M. Syaichudin. (2006). *Petunjuk Teknis Pembenihan Rajungan (Portunus pelagicus L).* Diterbitkan Atas Kerjasama Departemen Kealutan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan dengan Balai Budidaya Air Payau. Takalar
- Djunaedi, A. (2009). *Kelulushidupan dan Pertumbuhan Crablet Rajungan (Portunus pelagicus Linn.) pada Budidaya dengan Substrat Dasar yang Berbeda.* Universitas Diponegoro: Semarang.
- Fatmawati. (2009). *Kelimpahan Relatif dan Struktur Ukuran Rajungan di Daerah Mangrove Kecamatan Tekolabbua Kabupaten Pangkep.* Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fujaya, Y., Trijuno, D. D., Hasnidar. (2013). *Pengaruh Siklus Bulan Terhadap Dinamika Hormon Ecdysteroid Kaitannya dengan Aktivitas Molting Kepiting Bakau (Scylla olivacea) pada Budidaya Kepiting Cangkang Lunak.* Laporan penelitian fundamental. Universitas Hasanudin. Makassar. 1-7.
- Josileen, J. (2013). Fecundity of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) along the coast of Mandapam, Tamil Nadu, India. *Crustaceana*, 86(1): 48-55.
- KKP. (2019). *Laporan Tahunan 2018.* Biro Perencanaan, Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 120 p. <https://kkp.go.id/artikel/13937-laporan-tahunan-kkp-2018>
- Samad, A.P.A., Hua, N.F., Chou, L.M. (2014). Effects of stocking density on growth and feed utilization of grouper (*Epinephelus coioides*) reared in recirculation and flow-through water system. *African Journal of Agricultural Research*, 9 (9). 812-822
- Samad, A.P.A., Agustina, P., Herri, M. (2020). Kajian Nilai Ekonomis dan Dampak Sosial Keberadaan Ekosistem Mangrove Terhadap Masyarakat Pesisir. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*. 11 (1), 1-10.
- Stevens, B.G., Swiney, K.M. (2005). Post-settlement effects of habitat type and predator size on cannibalism of glaucothoe and juveniles of red king crab *Paralithodes camtschaticus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Volume 321 (1). 1-11.
- Sugama, K., Novita, H., Koesharyani, I. (2006). Production

Performance, Diseases, SPF-Breeding and Risk Issues Concerning White Shrimp, *Penaeus vannamei*, Introduction Into Indonesia. *Indonesian Aquaculture Journal*. 1 (1).

*Pertumbuhan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 78.

Susanto, B., Marzuqi, M., Setiyadi, I., Syahidah, D., Permana, G.N., Haryanti. (2004). Pengamatan aspek biologi rajungan (*Portunus pelagicus*), dalam menunjang teknik perbenihannya. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*. 10 (1): 6-11.

Susanto, B., Setiyadi, I., Haryanti., Hanafi, A. (2005). Pedoman Teknis Teknologi Perbenihan Rajungan (*Portunus pelagicus*), *Pusat Riset Perikanan*, Jakarta. 21.

Syahrial, S., Saleky, D., Samad, A.P.A., Tasabaramo, I.A. (2020). Ekologi Perairan Pulau Tunda Serang Banten: Keadaan Umum Hutan Mangrove. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 4 (1): 53-68.

Taqwa, F. H., Ade, D.S., Karim, G. (2012). Kelangsungan Hidup, Kerja Osmotik dan Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Galah Selama Penurunan Salinitas dengan Air Rawa Pengencer Yang Ditambahkan Kalium. *Prosiding InSINas*. 98-102.

Yuniasari, D. (2009). *Pengaruh Pemberian Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi serta Molase dengan C/N Rasio Berbeda Terhadap Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan*





## Filogenetik Bulu Babi *Tripneustes gratilla* menggunakan Gen Sitokrom Oksidase Subunit 1

Philogenetics of Sea Urchin *Tripneustes gratilla* using Cytochrome Oxidase Subunit 1 Gene

Nurul Abidin<sup>1</sup>, Rina Moge<sup>2</sup>, Robi Binur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Muhammadiyah Manokwari, Manokwari 98315, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Biologi FMIPA UNIPA, Manokwari 98312, Indonesia

\*Korespondensi: masroel86@gmail.com

### ABSTRAK

Bulu babi *Tripneustes gratilla* merupakan organisme multifungsi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan potensial karena kandungan gizinya yang cukup tinggi. Organisme ini juga dapat digunakan sebagai bioindikator perairan laut dan sebagai organisme model dalam mempelajari aspek-aspek biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari filogenetik (hubungan kekerabatan) bulu babi *T. gratilla* dari perairan Wasior dan Serui. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Universitas Negeri Papua pada bulan November - Desember 2009. Sampel diekstraksi dengan menggunakan Chelex 10 % dan diamplifikasi melalui teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Perunutan urutan nukleotida (*Sequencing*) fragmen gen CO I (*Cytochrome oxidase sub unit I*) dilakukan dengan menggunakan *sequencher* ABI 377 (*Applied Biosystem*). Data urutan nukleotida yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) MEGA 4.0.2. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fragmen gen yang berhasil diamplifikasi berukuran 601 pasang basa (pb). Hasil pembacaan urutan nukleotida yang diperoleh memperlihatkan adanya variasi nukleotida diantara individu dari kedua perairan. Analisis filogenetik terhadap individu dari kedua perairan menghasilkan dua kelompok (*cluster*). Kelompok pertama terdiri dari SER 01 dan sub kelompok yang terdiri WSR 02 dan SER 02. Sedangkan kelompok kedua hanya terdiri dari WSR 01. Hasil ini memperlihatkan bahwa individu yang berasal dari Wasior (WSR 02) memiliki hubungan genetik yang dekat dengan individu yang berasal dari Serui (SER 02). Sehingga menunjukkan adanya keterkaitan genetik antara spesies *Tripneustes gratilla* dari kedua perairan tersebut.

**Kata kunci:** *Tripneustes gratilla*; filogenetik; gen sitokrom oksidase subunit 1

### ABSTRACT

Sea urchin *Tripneustes gratilla* is multifunction organism that can be used as potential food source because of its high nutrient content. This organism can also be utilized bioindicator of sea waters and as a modal of organism for studying biology's purposes. The purposes of this research is studying Filogenetic of sea urchin *T. gratilla* from waters of Wasior and Serui. The research has been doing at the Biotechnology Laboratory of the state of University of Papua on November to December 2009. The sample was extracted by using Chelex 10 % and was amplified with PCR technic (polymerase chain reaction). Sequencing of CO I gens (cythochrome oxidase subunit I) was done using *sequencher* ABI 377 (*Applied Biosystem*). The result of nucleotid sequence data was analyzed utilizing MEGA 4.0.2. This researchs result showed that the gen fragment that was succesfully

amplified 601 bp. The sequence result of nucleotid which was analyzed the variety of nucleotid between the sample from two waters. Filogenetic analyzing toward individu of the two waters produce the two clusters. The first cluster consist of SER 01 and sub cluster which is consisted of WSR 02 and SER 02. While, the second cluster consist of only WSR 01. This result showed that every individu from Wasior (WSR 02) has close genetic relation with other individu from Serui (SER 02), that proved there is genetic flow between the two waters.

**Keywords:** *Tripneustes gratilla*; Filogenetic; Cythochrome oxidase subunit 1 gene.

## PENDAHULUAN

Bulu babi *Tripneustes gratilla* merupakan salah satu spesies bulu babi yang gonadnya dimanfaatkan sebagai sumber pangan potensial karena gizinya cukup tinggi, dengan kandungan protein 15,43 % dan lemak 1,89 % (Mushtofa, 2007). Bulu babi *T. gratilla* juga merupakan salah satu organisme yang banyak digunakan sebagai model untuk mempelajari aspek-aspek biologi seperti biologi sel, biologi molekuler, regulasi gen, dan biokimia metabolit (Toha & Zain, 2006). Hewan ini hidup bebas, dengan penyebaran yang luas dan hampir ada di seluruh kawasan perairan. Organisme ini dapat ditemui pada semua laut dan lautan, serta hidup menyendiri maupun berkelompok (Aziz, 1987). Karena penyebaran yang cukup luas dan di daerah dengan pola geografi yang berbeda, sehingga menimbulkan banyak variasi pada bulu babi *T. gratilla*. Adanya variasi yang tampak secara fenotip pada penampilan fisik dari bulu babi merupakan perpaduan antara sifat genetik dan pengaruh dari lingkungan.

Penelitian tentang variasi, keanekaragaman maupun kekerabatan secara genetik banyak memanfaatkan mtDNA sebagai dasar untuk melihat adanya variasi, hubungan kekerabatan dalam spesies maupun studi yang berhubungan dengan populasi genetik (Wandia, 2001). Pemilihan mtDNA sebagai dasar untuk mempelajari adanya variasi genetik dan studi hubungan kekerabatan suatu spesies, dikarenakan gen ini banyak memiliki kelebihan dibandingkan dengan DNA inti

(nDNA). mtDNA diwariskan secara maternal dan laju evolusinya lebih tinggi dibandingkan DNA inti (Ratnayani et al. 2009).

Fragmen gen *cytochrome oxidase subunit I* (CO I) dalam penelitian ini digunakan untuk melihat adanya variasi genetik. Urutan Gen CO I merupakan salah satu dari 13 gen penyandi protein yang mengkode enzim *cytochrome oxidase* yang terdapat dalam mtDNA sel eukariot. Selain itu gen COI memiliki dua kelebihan, *pertama* gen COI sebagai primer universal yang kuat karena mampu mengenali urutan sebagian besar filum hewan, *kedua* gen COI mapu menunjukkan jarak yang lebih besar dalam filogenetik makhluk hidup (Hebert et al. 2003). Selain itu, karena perubahan urutan asam amino pada gen COI lebih rendah dibandingkan gen mitokondria lainnya, memungkinkan gen ini untuk mengenali organisme yang belum teridentifikasi sehingga dapat dikelompokkan dalam sistem taksonomi.

Filogenetik atau pohon filogenik merupakan model matematika yang digunakan untuk menggambarkan hubungan kekerabatan dalam suatu spesies maupun populasi (Holmes, 1998). Filogenetik dibedakan menjadi dua yaitu, filogenetik berdasarkan data molekuler dan filogenetik yang berdasarkan data morfologi. Dari kedua filogenetik tersebut, filogenetik molekuler lebih akurat menggambarkan hubungan kekerabatan dibanding karakter morfologi atau fisiologi karena berdasarkan data urutan nukleotida. Dimana, hal tersebut sesuai dengan Moritz (1996), yang menyatakan bahwa

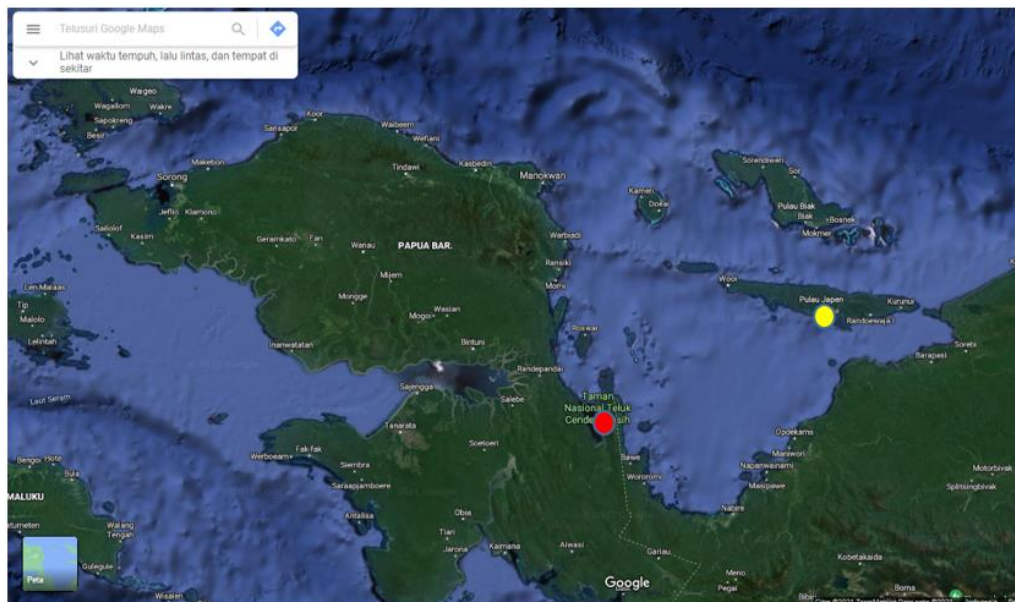
karakter molekuler merupakan sumber yang kaya untuk analisis filogenetik spesies. Selain itu juga dengan sistematika molekuler dapat dipahami dengan baik tentang sejarah biogeografi dan proses pembentukan populasi (Avice, 1994).

Filogenetik suatu gen atau organisme biasanya digambarkan dalam bentuk pohon dan akar. Dimana yang mempunyai akar dikenal dengan pohon akar (*rooted trees*) dan yang tidak mempunyai akar dikenal dengan pohon tanpa akar (*unrooted trees*) (Holmes, 1998). Untuk merekonstruksi filogenetik dari data molekuler diperlukan metode pendekatan. Terdapat dua metode yang umum digunakan, yaitu metode matriks jarak (*distance matrix methods*) dan metode parsimony maksimum (*maximum parsimony methods*) (Irma et al. 2005).

Metode matriks jarak (*distance matrix methods*), merupakan metode

yang menggunakan pendekatan dengan menggunakan data jarak genetik atau evolusi dari seluruh pasangan spesies atau populasi dan rekonstruksi filogenetik dibentuk dengan mempertimbangkan jarak tersebut. Sedangkan pada metode parsimony maksimum (*maximum parsimony methods*), data yang digunakan mengacu pada urutan asam amino atau urutan nukleotida dan filogenetik dibentuk dengan meminimalkan jumlah filogenetik (Irma et al. 2005)

Pada saat ini informasi pada tingkat molekuler mengenai bulu babi *T. gratilla* terutama yang berasal dari perairan Papua dan Papua Barat khususnya Wasior dan Serui masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian merupakan penelitian awal yang berguna untuk penelitian selanjutnya.



**Gambar 2.** Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Provinsi Papua (Serui, lingkaran warna kuning) dan Provinsi Papua Barat (Wasior, lingkaran warna merah)

## METODE PENELITIAN

### Pengambilan Sampel

Sampel Bulu Babi *T. gratilla* dikumpulkan dari perairan pantai Wasior di Kabupaten Teluk Wondama Provinsi Papua Barat dan perairan Serui Kabupeten Yapen Waropen Provinsi Papua. Dalam Penelitian ini sampel yang dianalisis sebanyak 4 sampel, masing-masing 2 sampel tiap lokasi. Bagian jaringan yang diambil adalah duri utuh hingga pangkalnya dan disimpan dalam etanol 95 %

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian ujung pangkal duri bulu babi *T.gratilla* yang berasal dari perairan Wasior (WSR) dan Serui (SER) masing-masing sebanyak 2 individu. Chelex® (BIO-RAD), *Taq* DNA Polimerase, deoksinukleosida trifosfat (dNTP), larutan buffer PCR (500 mM

KCL, 100 mM Tris-HCl pH 8,4 pada suhu 20°C, 15 mM. MgCl<sub>2</sub> dan 1mg/ml gelatin), gel agarose, *Loading dye*, Bigdye© *terminator chemistry* (Perkin Elmer), formamida, etidium bromida (EtBr), *Shrimp Alkaline Phosphatase* (SAP) dan *Exonuclease* (EXO) (Amersham Biosciences Corporation, Arlington Heights, Illionis, USA), Alkohol 95 % dan 70 %, isopropanol 40 %, oligonukleotida primer (Trip R dan Trip F), spiritus, buffer *Sequencing, Molecular Grade Water*, akuades, label, tissu dan aluminium foil.

### Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dilakukan dengan menggunakan larutan Chelex® (Barber et al. 2002). Caranya yaitu dengan mengambil bagian pangkal duri *T. gratilla* kira-kira 1 Mg, kemudian dimasukkan dalam larutan Chelex 10%.



**Gambar 1.** *T. gratilla* (foto: Abidin)

Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan alat vortex selama 15 detik dan disentrifugasi selama 10 detik pada kecepatan 12000 rpm. Tabung yang berisi jaringan tubuh bulu babi *T.gratilla* tersebut kemudian dipanaskan selama 25 menit pada suhu 95° C. Kemudian setelah dipanaskan tabung divortex dan disentrifugasi kembali. Cairan yang berwarna jernih pada bagian atas tabung adalah yang akan digunakan dalam reaksi PCR.

### Amplifikasi DNA dengan PCR

Proses amplifikasi dengan PCR pada fragmen gen COI menggunakan program *Hot-start* dan *Gold* (Saiki et al., 1988) mengikuti protokol modifikasi Barber dan Erdmann (2000). Sampel DNA yang diperoleh kemudian dimasukkan dalam tabung eppendorf sebanyak 1 µL dan dicampur dengan reagen PCR yang terdiri dari dH<sub>2</sub>O, larutan buffer PCR, dNTP, oligonukleotida primer COI Trip1R (5'-GGCATTCCAGCTAGTCCTARAA-3') dan COI Trip2F (5'-CCTGCAGGAGGAGGAGAYCC-3'), *Taq* DNA polymerase hingga volume total 25 µL kemudian divortex hingga tidak terdapat gelembung udara dalam tabung dan kemudian disentrifugasi selama 10 detik. Setelah itu dilanjutkan dengan amplifikasi menggunakan mesin PCR (*Thermal cycler*) pada suhu 95°C selama 7 menit untuk pembukaan rantai polinukleotida (*denaturation*), 52°C selama 30 detik untuk penempelan (*annealing*) primer pada DNA cetakan (*template*), dan 72°C selama 1 menit untuk pemanjangan rantai nukleotida



(*elongation*) dan diulang hingga 39 siklus. Setelah siklus ke-39, tabung diinkubasi pada suhu 72°C selama 10 menit.

### **Elektroforesis DNA**

Sampel DNA yang telah diamplifikasi diambil 3 µL dimasukkan ke dalam sumuran gel agarosa dan ditambahkan 2 µL *loading dye* 6x dengan cara mencampurkan kedua bahan tersebut terlebih dahulu secara merata pada kertas parafilm menggunakan mikropipet. Tahap akhir adalah memasukkan ladder (penanda DNA) sebanyak 4 µL pada sumuran gel agarosa yang pertama. Selanjutnya gel dielektroforesis pada arus 200 V selama 25 menit. Kemudian gel direndam dalam larutan etidium bromida selama 15 menit dicuci dengan air dan diamati dengan UV transluminator.

### **Purifikasi produk PCR (SAP/EXO)**

Purifikasi menggunakan *Shrimp Alkaline phosphatase* (SAP) dan *Exonuclease* (EXO). Tabung eppendorf strip 200 µL (sama dengan tabung PCR) diberi label, setelah itu buat master mix SAP/EXO dengan mencampur SAP dan EXO dalam tabung eppendorf 250 µL. 5 µL sampel produk PCR yang positif dimasukkan dalam tabung eppendorf strip dan ditambahkan 1 µL master mix SAP/EXO. Kemudian disentrifugasi hingga tidak ada gelembung udara dalam tabung tersebut. Tabung yang telah disentrifugasi kemudian dimasukkan dalam mesin *Thermocycler* dan diinkubasi dengan menggunakan program SAP/EXO yaitu pada suhu 30°C selama 30 menit, suhu 80°C selama 15 menit dan pada suhu 25°C selama 1 menit. Setelah tahap SAP/EXO selesai, hasilnya dilanjutkan ke tahap *Cycle sequencing*.

### **Siklus Pengurutan nukleotida (*Cycle sequencing*)**

Produk PCR yang telah dipurifikasi selanjutnya dilanjutkan pada

tahap *Cycle sequencing*. Tahap ini dilakukan dengan membuat master mix, yaitu dengan menambahkan buffer *sequence* 15 µL, Primer COI Trip1F 3 µL, Big Dye© 3 µL dan dH<sub>2</sub>O 45 µL. Master mix yang telah siap, kemudian diambil 11 µL dan dimasukkan dalam tabung eppendorf yang dibagi dalam 4 tabung. Selanjutnya produk PCR yang telah di EXO/SAP diambil 1 µL dan dimasukkan dalam tabung yang telah berisi master mix, kemudian tabung disentrifugasi hingga tidak ada gelembung udara. Setelah itu tabung dimasukkan dalam mesin *Thermocycler* dan diinkubasi dengan menggunakan program *Cycle sequencing* yaitu diinkubasi pada suhu 96 °C selama 10 detik, suhu 50 °C selama 5 detik, suhu 60 °C selama 4 menit dan diulang hingga 24 siklus dan pada siklus terakhir diinkubasi pada suhu 15 °C selama 3 menit.

### **Presipitasi DNA**

Produk yang telah selesai pada tahap *cycle sequencing* selanjutnya dipresipitasi dengan menggunakan isopropanol 40 % sebanyak 40 µL untuk tiap tabung. Kemudian disentrifugasi selama 30 menit, setelah itu tutup tabung dibuka dan balik, dengan di alasi tissu kimtech untuk membuang larutan isopropanol. Pelet DNA yang telah diberi isopropanol selanjutnya ditambahkan alkohol 70 % sebanyak 46 µL tiap tabung kemudian disentrifugasi selama 1 menit. Setelah itu tabung dibuka penutupnya dan dibalik dengan posisi terbalik dengan di alasi tissu kimtech untuk menyerap sisa alkohol. Produk akhir dari DNA yang telah dipresipitasi selanjutnya diberi formamida sebanyak 10 µL tiap tabung, setelah itu tabung diberi penutup, dikemas dengan menggunakan aluminium foil.

### **Perunutan urutan nukleotida (*DNA Sequencing*)**

Produk presipitasi dikirim ke Cornell University, AS untuk penentuan

urutan nukleotida (*sequencing*) dengan menggunakan mesin *Sequencher ABI 377* (*Applied Biosystem*). Hasil dari perunutan urutan nukleotida (*sequencing*) diakses di website milik Cornell University di <http://cores.lifesciences.cornell.edu/user/dev/index.php>.

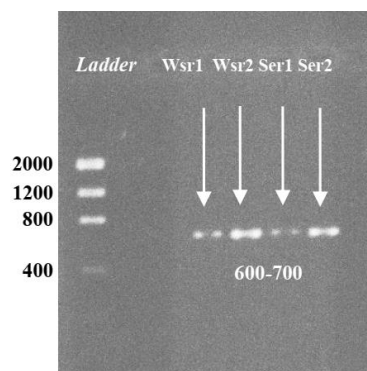
### Analisis data

Data hasil pembacaan urutan nukleotida dianalisis dengan melakukan penjumlahan menggunakan *ClustalW* pada perangkat lunak (*software*) *MEGA 4.0.2* (Tamura *et al.* 2007). Masing-masing individu disejajarkan dengan satu sama lain untuk melihat adanya variasi. *ClustalW* merupakan program penyepadanan nukleotida atau protein secara umum, program ini menghitung kesepadanan terbaik dari urutan nukleotida tertentu, sehingga kesamaan dan perbedaannya dapat diketahui (Mahardika, 2008). Kemudian dibuat pohon filogenetiknya berdasarkan metode Maksimum Parsimony, setelah itu ditentukan indeks perbedaannya (*Disparity index*) untuk menentukan seberapa dekat hubungan kekerabatannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Urutan Nukleotida Fragmen Gen COI

Hasil visualisasi elektroforesis pada gel agarose 1 % menunjukkan ukuran pasang basa (pb) yang seragam yaitu berkisar 600-700 pb. Ukuran besarnya pasang basa ditentukan berdasarkan perbandingan migrasi pita DNA sampel yang tervisualisasi dengan *Ladder* yang telah diketahui besar ukuran pasang basa tiap fragmennya.



**Gambar 2.** Hasil elektroforesis fragmen DNA dengan agarose 1%.

Ukuran yang relatif seragam dari fragmen DNA yang diamplifikasi, menunjukkan bahwa primer yang digunakan yaitu COI Trip1R dan COI Trip2F bekerja secara spesifik pada ukuran basa tertentu. Menurut Poerba dan Yuzammi (2008), bahwa jumlah pita yang dihasilkan setelah amplifikasi DNA dengan PCR sangat tergantung dengan primer mengenal homolognya pada cetakan DNA yang digunakan. Semakin banyak daerah penempelan dari primer yang digunakan semakin banyak jumlah pita DNA yang dihasilkan. Banyaknya jumlah pita yang berhasil diamplifikasi juga menentukan hasil perunutan urutan nukleotida (*sequencing*), dimana akan diperlihatkan dengan bentuk puncak grafik yang dihasilkan.

Puncak grafik (*peak*) yang baik ditandai dengan tampilannya yang tidak berhimpitan dengan *peak* yang lain. Sehingga pada proses sekuensing, *sequencher* dapat menerjemahkannya menjadi nukleotida yang benar tanpa menghasilkan nukleotida yang tidak teridentifikasi dengan baik (ambigu). Tetapi hal itu tergantung pada produk amplifikasi yang dihasilkan dari proses PCR, sehingga mempengaruhi kualitas urutan nukleotida yang berhasil dibaca pada proses sekuensing.

Urutan nukleotida dari keempat individu yang berhasil dibaca mempunyai ukuran pasang basa sebesar 601 pb, yang diawali dengan urutan triplet kodon AGT dan diakhiri dengan



CCA. Meskipun urutan diawal dan akhir sama, tetapi dijumpai variasi urutan nukleotida di sepanjang rantai nukleotida yang berhasil dibaca. Hal ini mengindikasikan adanya variasi dalam individu tersebut. Seperti terlihat pada Tabel 2 berikut yang memuat persentase komposisi nukleotida dari tiap individu.

Tabel 2. Persentase komposisi nukleotida masing-masing individu dari perairan Wasior dan Serui.

Individu	% A	% C	% G	% T
WSR 01	28.2	21.0	19.1	31.7
WSR 02	26.6	22.7	20.3	30.4
SER 01	27.9	21.5	19.3	31.3
SER 02	28.2	21.5	19.1	31.1
<b>Rata-rata</b>	<b>27.7</b>	<b>21.7</b>	<b>19.5</b>	<b>31.2</b>

Tabel 2 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan persentase komposisi nukleotida dari masing-masing individu. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi nukleotida tersebut tidak sesuai atau terdapat penyimpangan terhadap hukum Chargaf. Hukum Chargaf menyatakan bahwa perbandingan basa purin sama dengan basa pirimidin (Irma *et.al*, 2005). Menurut Akhmaloka (1993), ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya penyimpangan yaitu, karena guanin (G) dan sitosin (C) atau adenin (A) dan timin (T) tidak berada dalam jumlah yang ekimolar. Tetapi hal ini dapat diterangkan dengan adanya penggantian oleh 5-metilsitosin. Selain itu pada penelitian ini yang digunakan sebagai penanda genetik adalah fragmen gen, bukan merupakan DNA secara utuh. Sedangkan hukum Chargaf berlaku untuk perbandingan komposisi basa suatu DNA secara utuh. Oleh karena itu, dimungkinkan perbandingan komposisi basa yang didapat tidak sama dengan hukum Chargaf.

Perbedaan persentase komposisi nukleotida dijumpai pada masing-masing individu ditemukan dalam urutan nukleotida suatu organisme. Seperti diketahui bahwa suatu produk asam amino dapat dikode oleh lebih dari satu kodon, dimana kodon-kodon tersebut tersusun triplet. Sehingga

didapatkan kelimpahan kombinasi kodon yang mengkode asam amino tertentu. Menurut Pai (1992), dalam suatu organisme umumnya dijumpai kelimpahan kode genetik yang mengkode satu asam amino tertentu, yang selanjutnya kelimpahan tersebut mengalami *degenerasi*.

Data tersebut memberikan gambaran bahwa terdapat variasi pada tingkat nukleotida walaupun perbedaannya tidak terlalu besar, atau dapat dikatakan hampir seragam. Tetapi hal ini memberikan bukti bahwa antar individu dalam spesies yang sama pun memiliki perbedaan.

### Variasi Nukleotida

Hasil penjajaran (*alignment*) dengan menggunakan program *ClustalW* lebih memperjelas adanya variasi urutan nukleotida antar individu seperti terlihat pada Gambar 3. Variasi itu terlihat pada nukleotida yang diperlihatkan. Urutan nukleotida yang sama diidentifikasi sebagai titik (.) dan nukleotida yang tidak sama diidentifikasi dengan huruf. Sedangkan adanya *gap* ditandai dengan (-) yang berarti nukleotida yang mengalami mutasi.

Variasi antar individu yang terlihat dari hasil penjajaran membuktikan bahwa terdapat variasi pada *T. gratilla* dari kedua perairan. Variasi yang terdapat pada suatu organisme tergantung beberapa faktor selain faktor genetik yaitu kondisi habitatnya. Habitat sebagai tempat hidup dan berkembang biak sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis, ketersediaan makanan, arus laut maupun adanya predator. Selain itu juga dipengaruhi oleh faktor demografi, tingkah laku (*behavioral*), iklim dan proses tektonik (Palumbi, 1995 *disitasi* Grosberg dan Cunningham, 2001). Adanya faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kehidupan *T. gratilla* yang dapat menimbulkan terjadinya variasi sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan di habitatnya.

Wasier_1	AGTCTCACCT	AATTCTACCA	GGATTGGTA	TGATTTCCCG	TAACCTACTA	CTCAGGAAAG	CGAGAACCCT	TGGATATT
Wasier_2	.....T...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Serui_1	.....T...	.....	.....	.....A	A.GG.....	.....	.....	.....C..
Serui_2	.....T...	.....	.....	.....A	C.G.....	.....	.....	.....
	GGTATGGTTT	ATGCAATGAT	TGCTATAGGA	ATACTAGGAT	TTTTAGTATG	AGCTCTCATA	TGTTTACAGT	AGGAATGG
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	ACGTAACACA	CGAGCATACT	TCCCGCTGCA	ACATGATAAT	TGCCGTACCA	ACAGGAATTA	AGGTTTTTAG	ATGAATGG
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	CAACACTCCG	GATCAATCTC	AGGAGAAACC	CCACTACATG	AGCCCTGGGT	TTGTTTTCTA	TTTACATTAG	GAGGACTA
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....C	.....
	ACTGGGATTG	TCAGCTATTG	CTCATTGACG	TTGTACTACA	CGACACTTAC	TACGTGGTAG	CTCACTTCCA	TTATGTAC
	.....	.....	.....	.....	C.....	.....	.....	.....
	ATCAATGGGA	GCCGCTTTTG	CATTTTTGCG	GATCCCCTGG	TTCCTCTTTT	CAGGTACAAC	CACACCCTCT	TGGGAAAG
	..G.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	GTGCACTTCT	TTTAGTTATG	GAGTCAATCA	ACATTCTTCC	CACAACACTT	TTAGACTTGG	GGAAATGCCA	
	.....G.....	.....	.....	.....	.....	.....C..	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....G..	.....	.....
	.....	.....	.....	.....	.....	.....G..	.....	.....

Gambar 3. Hasil analisis penjajaran (*alignment*) dengan menggunakan program ClustalW.

**Tabel 3** Urutan nukleotida *T. gratilla* yang memperlihatkan variasi.

Wasier 01	Wasier 02	Serui 01	Serui 02
AGTCTCACCT	.....T...	.....T...	.....T...
TGATTTCCCG	.....	.....A	.....A
TAACCTACTA	.....	A.GG.....	C.G-.....
TGGATATT	.....	.....C..	.....
TTTACATTAG	.....C	.....G....	.....
TACGTGGTAG	C.....	.....	.....
ATCAATGGGA	..G.....	.....	.....
TTTAGTTATG	.....G....	.....	.....
TTAGACTTGG	.....C..	.....G..	.....G..
GGAAATGCCA	.....	-.....	.....

Tabel 3 memperlihatkan adanya variasi urutan nukleotida dari hasil penjajaran dengan program ClustalW pada software MEGA 4.0.2. Seperti yang diungkapkan oleh Hidayat *et al* (2008), yang menyatakan bahwa adanya *gap* menunjukkan proses mutasi yang berupa delesi maupun insersi. Selain itu, dengan penjajaran (*alignment*) akan menunjukkan tingkat homologi diantara sampel-sampel yang diteliti.

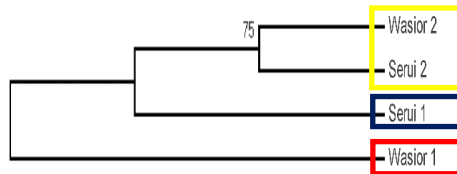
Wasier 02 memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan Wasier 01 dibandingkan dengan individu Serui

01 dan Serui 02, dimana hal itu juga terlihat pada hasil analisis filogenetik yang memperlihatkan bahwa Wasier 01 tidak berada dalam satu kelompok dengan Wasier 02, tetapi berada dalam satu kelompok yang terpisah dengan pertama (Wasier 02, Serui 02 dan Serui 01). Hal ini memperlihatkan bahwa individu Wasier 02 memiliki hubungan genetik dengan individu yang terdapat di perairan Serui dan membuktikan adanya aliran genetik diantara perairan Wasier dan Serui.

### Filogenetik *T. gratilla*

Rekonstruksi filogenetik *T. gratilla* dengan menggunakan metode maksimum parsimony, menghasilkan dua kelompok (*cluster*) dengan dukungan nilai *bootstrap* sebesar 75. Kedua kelompok terdiri dari individu yang berbeda lokasi yaitu kelompok pertama terdiri dari WSR 02, SER 02 dan SER 01. Sedangkan kelompok yang kedua hanya terdiri dari WSR 01.

Gambar 4 menunjukkan adanya dua kelompok yang berbeda walaupun dalam satu spesies. Pada kelompok pertama terdiri dari SER 01 dan terdapat sub kelompok yang terdiri dari WSR 02 dan SER 02, ini menunjukkan bahwa terdapat tiga individu dengan tipe yang sama. Selain itu pada gambar filogenetik tersebut terlihat bahwa dalam kelompok pertama terdapat sub kelompok yang terdiri dari dua individu berbeda lokasi yaitu WSR 02 dan SER 02. Hal ini mengindikasikan keduanya mempunyai hubungan genetik yang lebih dekat dibandingkan dengan individu lainnya.



Gambar 4. Filogenetik *T. gratilla* hasil analisis dengan metode maksimum parsimoni menghasilkan dua kelompok (*cluster*).

Tabel 4 menjelaskan bahwa masing-masing individu memiliki indeks perbedaan yang beragam. Indeks perbedaan terbesar yaitu antara WSR 01 terhadap WSR 02 dan SER 01 sebesar 0.01273. Terlihat pada pohon filogeni bahwa WSR 01 tidak berada dalam satu kelompok dengan kedua individu tersebut. Sedangkan indeks perbedaan terkecil yaitu antara WSR 02 dan SER 02 sebesar 0.003634, dimana kedua individu tersebut berada dalam satu sub kelompok.

Nilai jarak perbedaan masing-masing individu menggambarkan seberapa jauh atau dekatnya kekerabatan suatu individu. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa jarak perbedaan yang signifikan adalah antara WSR 01 dengan WSR 02, dan SER 01. Suatu jarak perbedaan dianggap signifikan apabila nilainya  $\geq 0.01$  (Malay et al, 2000). Walaupun terdapat jarak yang signifikan yaitu sebesar 0.01273 antar individu dari kedua perairan tersebut, namun hasil analisis filogenetik membuktikan bahwa *T. gratilla* dari kedua perairan memiliki hubungan khususnya individu WSR 02 dan SER 02. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya isolasi terhadap individu baik yang berasal dari perairan Wasior (WSR) maupun dari perairan Serui (SER). Analisis filogenetik memberikan hasil yang memperlihatkan hubungan genetik antara individu yang berasal dari kedua perairan tersebut.

**Tabel 4** Indeks perbedaan (*Disparity index*) antar individu *T. gratilla*.

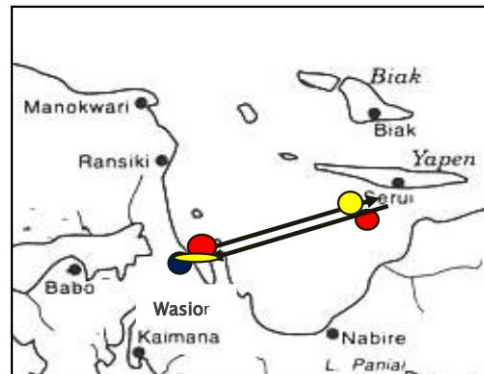
Individu	WSR 01	WSR 02	SER 01	SER 02
WSR 01	-	0.01273	0.01273	0.00909
WSR 02		-	0.00545	0.00364
SER 01			-	0.00545
SER 02				-

Hubungan genetik yang terlihat antara *T. gratilla* dari perairan Wasior dan perairan Serui dimungkinkan terjadi karena penyebaran individu pada saat fase larva planktonik yang terbawa oleh arus laut. Fase larva planktonik *T. gratilla* mempunyai waktu yang cukup panjang, dimana menurut Shokita (1991) berkisar lebih dari 25 hari. Sedangkan menurut Juinio-Menez (1998) *disitasi* Malay *et al.* (2000), bahwa fase hidup larva *T. gratilla* berkisar 42-52 hari. Sehingga memungkinkan arus laut menyebarkan larva tersebut ke kawasan perairan yang cukup jauh dari tempat asalnya. Menurut Malay *et al.* (2000), bahwa fase larva *T. gratilla* mempunyai waktu yang cukup panjang sehingga arus laut adalah media yang mampu menyebarkan larva ke daerah yang lebih jauh. Adanya penyebaran larva ini memungkinkan terjadinya aliran genetik sehingga menimbulkan keanekaragaman pada suatu kawasan tertentu. Bahri, *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa arus laut di kepulauan Yapen Waropen mempunyai pola yang unik karena dipengaruhi sejumlah faktor seperti faktor fisika dan kimia yang berasal dari letak geografis yang berdekatan Samudera Pasifik. Selain itu, adanya hubungan genetik antara kelompok bulu babi *T. gratilla* dari perairan wasior dan serui karena kedua lokasi spesies tersebut masih dalam satu kawasan Teluk Cenderawasih.

Bahri, dkk (2017) yang menjelaskan bahwa pola arus laut di Teluk Cenderawasih mempunyai karakteristik semi tertutup sehingga menyebabkan kecilnya potensi aliran variasi genetik yang berasal dari luar Teluk Cenderawasih. Karena keragaman genetik dapat terjadi karena dua faktor utama yaitu kondisi habitat dan eksploitasi yang berlebihan.

Individu *T. gratilla* yang berasal dari kedua perairan memiliki hubungan genetik. Hal ini menunjukkan bahwa pada perairan tersebut tidak ada isolasi yang membatasi penyebaran *T. gratilla* dari kedua perairan. Adanya arus laut di perairan tersebut bukan merupakan faktor

pembatas tetapi merupakan media yang berperan menyebarkan larva *T. gratilla* dari kedua perairan, sehingga aliran genetik antar kedua perairan dapat terjadi dengan baik.



Gambar 5. Ilustrasi yang menggambarkan aliran geneti *T. gratilla* di perairan Wasior dan Serui

## KESIMPULAN

Hasil peruntukan nukleotida bulu babi *T. gratilla* menunjukkan adanya variasi nukleotida antar individu dari perairan Wasior dan Serui. Namun secara umum urutan nukleotida individu dari kedua perairan memiliki tingkat homologi yang seragam atau tinggi. Analisis menunjukkan variasi yang terdapat pada urutan nukleotida dari kedua individu tidak berbeda nyata atau dapat dikatakan seragam. Dimana hasil analisis memberikan nilai indeks perbedaan (*disparity index*) terbesar adalah antara WSR 01 dengan WSR 02 dan SER 02 sebesar 0.01273, sedangkan indeks perbedaan terkecil adalah antara WSR 02 dan SER 02 yaitu 0.00364.

Hasil Analisis filogenetik menunjukkan bahwa bulu babi *T. gratilla* asal perairan Wasior dan Serui memiliki hubungan kekerabatan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada bapak Abdul Hamid. A. Toha, Mr. Paul Barber, Mr. Craig. J. Starger atas bimbingan teori, metode dan pelatihan di laboratorium dan atas

dukungan dana melalui bakpak sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhmaloka. (1993). Struktur dan Fungsi Asam Nukleat. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Avise, J.C. (1994). Why Employ Molecular Genetic Markers? In Molecular Markers, Natural History and Evolution. Chapman-Hall. 5-14.
- Aziz, A. (1987). Makanan dan Cara Makan Berbagai Jenis Bulu babi. Oseana. 12(4). 91-100.
- Bahri, S., Atmadipoera, A.S. dan Madduppa, H.H. 2017. Genetic Diversity of Olive Ridley *Lepidochelys olivaceae* Associated with Current Pattern in Cendrawasih Bay Papua. Jurnal Ilmu dan Teknologi kelautan Tropis. 9 (2). 747-760.
- Barber, P.H, and Erdmann, M.V. (2000). Molecular Systematic of The Gonodactylidae (Stomatopoda) using Mitochondrial Cytochrome oxidase C (subunit 1) DNA Sequence Data. J. Crustacean Biol. 20. 20-36.
- Barber, P.H, Palumbi S.R., Erdmann, M.V., and Moosa, M.K. (2002). Sharp Genetic Breaks among Populations of *Haptosquilla pulchella* (Stomatopoda) Indicate Limits to Larval Transport: Patterns, Causes, and Consequences. Molecular Ecology. 11. 659-674.
- Folmer, O., Black, M., W. Hoeh, R. Lutz and R. Vrijenhoek. (1994). DNA Primers for Amplification of Mitochondrial Cytochrome c Oxidase Subunit I from Diverse Metazoan Invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology. 3(5). 294-299.
- Grosberg, R., Cunningham, C.W. (2001). Genetic Structure in The Sea: from Population to Communities in Marine Ecology. Sinauer Press. Sunderland MA. Pp. 61-84.
- Hebert, P.D.N., Sujevan. R, and deWaard J.R. (2003). Barcoding Animal life: Cytochrome c Oxidase Subunit 1 Divergences Among Closely Related Species. The Royal Society. Biology Letters. 10. 1-4.
- Hidayat, T., Kusumawaty, D., Yati K.D.D, Muchtar, A.A., dan Mariana, D. 2008. Analisis Filogenetik Molekuler pada *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae) Menggunakan Urutan Basa DNA Daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS). Jurnal Matematika dan Sains. 13 (1).
- Holmes, E.C. (1998). Trees in Molecular Evolution. A Phylogenetic Approach. pp. 11-36.
- Irma, E.K., Jeni dan A. H. A. Toha. (2005). Buku Ajar Biologi Molekuler. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Malay, M.C.D, M.A.R Juinio-Menez and C.J Villanoy. (2000). Population Genetic Structure of The Sea Urchin *Tripneustes gratilla* from Selected Sites in Western Luzon and Eastern Philippines. Proceeding 9<sup>th</sup> international coral reef symposium. Bali, Indonesia.
- Mahardika, I.G.N.K, dan Lies Parede, L. (2008). Analisis Filogenetik Sekuen Nukleotida bagian Hipervariabel Protein VP2 Virus Gumboro Isolat Indonesia. Jurnal Veteriner. 9 (2). 60-64.
- Mushtofa, J. (2007). Bulu Babi (*Tripneustes gratilla*). <http://www.ulfana.multiplay.com/d> oc. 22 April 2009.
- Moritz, C. (1996). Uses of molecular phylogenies for conservation., In New Uses for New Phylogenies (Harvey, Ph.H., Leigh Brown, A.J., Maynard Smith, J., Nee, S., eds). Oxford University Press. Oxford. pp 203-216.
- Pai. C.A. (1992). Dasar-dasar genetika. Edisi Kedua. Penerjemah; Muchidin Apandi. Erlangga. Jakarta.



- Poerba, Y.S. dan Yuzammi. (2008). Pendugaan Keragaman Genetik *Amorphophallus titanum* Becc. Berdasarkan Marka Random Amplified Polymorphic DNA. Biodiversitas.9(2).103-107.
- Radjab, A.W. (2001). Reproduksi dan Siklus Bulu babi (Echinoidea). Oseana. 26(3). 25-26.
- Ratnayani K., Yowani, S.C. dan Liangky, S.S. (2009). Amplifikasi Fragmen 0,4 kb Daerah D-loop DNA Mitokondria Lima Individu Suku Bali Tanpa Hubungan Kekerbatan dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Jurnal Kimia 3 (1): 14-20.
- Jaafar, R.B.T.A. (2008). Population Genetic Studies of Marble goby *Oxyeleotris marmoratus* (Bleeker, 1852) in Malaysia using Microsatellite and Mitochondrial DNA Markers. Thesis. Universiti Sains Malaysia.
- Schulz, M. and Riidel, G. (1989). Accumulation of The Cytochrome c Oxidase Subunits I and II in Yeast Requires a Mitochondrial Membrane-Associated Protein, Encoded by The Nuclear SC01 gene. J. Mol. Gen. Genet. 216:37-43.
- Shokita, S, Kakazu, K, Tomori, A, and T. Toma. (1992). Aquaculture in Tropical Areas. Midori Shobo Co.Ltd.
- Solihin, D.D. (1994). Peran DNA Mitokondria (mtDNA) dalam Studi Keragaman Genetik dan Biologi Populasi pada Hewan. Jurnal Hayati. 1(1): 1-4.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. and Kumar, S. (2007). MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0.2 Molecular Biology and Evolution 24:1596-1599.
- Toha, A.H.A, Zain, S. (2006). Bulu Babi : Bioindikator Perairan Laut. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan. Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan. 1 (4).
- Toha, A.H.A, Suhaemi dan Binur, R. (2009). Usul Penelitian Strategis Nasional TA 2009. Analisis Keragaman Hayati Bulu Babi (*Tripneustes gratilla*) dalam Upaya Konservasi dan Menghindari Kepunahan Organisme Model Riset Biologi. Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Wandia, I.N. (2001). Genom Mitokondria. Jurnal Veteriner FKH. Universitas Udayana. 2(4).



## Kelayakan Ekonomi Alat Tangkap Ikan Bandrong Cakalang di Perairan Dangkal

Economic Feasibility of Cakalang Bandrong (Skipjack Tuna Blanket Net) in The Shallow Waters

Andi Adam Malik<sup>1</sup>, Andi Sitti Halimah<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare, Jalan Jend. Ahmad Yani, KM 6, Kota Pare-Pare, Sulawesi Selatan, 91131, Indonesia

\*Korespondensi: [ima\\_gaansil@yahoo.co.id](mailto:ima_gaansil@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Perairan Kabupaten Barru Sulawesi Selatan memiliki potensi kelautan dan perikanan yang sangat besar dengan beragam alat tangkap yang digunakan. Salah satunya adalah bandrong Cakalang (*Skipjack Tuna Blanket Net*) yang merupakan alat tangkap hasil modifikasi masyarakat setempat dengan menggabungkan kemampuan melihat tanda-tanda alam dan kemampuan merancang alat yang dapat menangkap ikan pelagis besar di air dangkal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan aspek ekonomi bandrong Cakalang yang digunakan nelayan di Perairan dangkal Kabupaten Barru. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan pemilik bandrong dan nelayan, sedangkan observasi dilakukan terhadap 3-unit alat dan metode penangkapan bandrong Cakalang. Hasil penelitian memperoleh nilai NPV dan B/C ratio >1, IRR > 12% suku bunga berlaku, dengan masa pengembalian modal kurang dari 2 tahun, sehingga usaha penangkapan ikan dengan menggunakan alat tangkap bandrong Cakalang dianggap menguntungkan dan layak untuk dikembangkan.

**Kata kunci:** Bandrong Cakalang, Alat Tangkap, Aspek Ekonomi, Perairan Dangkal, Kelestarian Ikan

### ABSTRACT

The district waters of Barru, South Sulawesi have enormous fishery potential and taken by various fishing gears. One of the fishing gears is the Cakalang bandrong (skipjack tuna blanket net) which is a fishing gear modified by the local community, catch large pelagic fish in shallow water. This study aims to determine the economic feasibility of the skipjack tuna blanket net used by fishermen in the shallow waters Barru. Data collection was carried out through interviews with bandrong owners and fishermen, while observations were made on 3 units of Cakalang bandrong fishing gear and methods. The results showed that the NPV and B/C ratio >1, IRR > 12% interest rates, with a payback period of less than 2 years, so that the fishing using the skipjack tuna blanket net fishing gear is considered profitable, so it is feasible to be developed.

**Keywords:** Bandrong Cakalang, Fishing Gear, Economic Aspects, The Shallow Waters, Fish Sustainable.

### PENDAHULUAN

Garis pantai Indonesia memiliki panjang 80.791 km dan merupakan kawasan dengan penduduk mayoritas bermukim di pesisir pantai, demikian

halnya wilayah Kabupaten Barru (termasuk Propinsi Sulawesi Selatan) yang sebagian wilayahnya berupa wilayah pesisir sepanjang 87 km. Basis ekonomi masyarakatnya adalah sektor perikanan laut, selain sektor pertanian di

wilayah pedalaman. Perikanan laut yang dimaksud termasuk: (a) budidaya ikan, udang, dan rumput-laut di laut, (b) Budidaya tambak-tambak: udang, bandeng dan rumput laut; dan (c) penangkapan ikan di laut. Dengan pengembangan sektor kelautan ini maka Pemerintah Daerah setempat berusaha melakukan pengembangan wilayah dengan mengutamakan basis ekonomi rakyat di wilayah tersebut. Dalam penelitian ini, penulis focus pada pengangkatan ikan di laut, mengingat jumlah nelayan tangkap di laut wilayah Kabupaten Barru relatif lebih banyak.

Indonesia dengan perairan tropis yang kaya akan berbagai jenis ikan dengan jumlah individunya relatif sedikit, dibanding daerah yang beriklim sedang atau dingin sehingga alat tangkap ikan dan cara penangkapannya juga disesuaikan dengan sifat hidup dan daerah tempat hidup ikan yang akan ditangkap (Genisa, 1998). Berhasil tidaknya tiap usaha penangkapan ikan di laut pada dasarnya adalah berkaitan dengan usaha bagaimana mendapatkan daerah penangkapan (*fishing ground*), gerombolan ikan dan keadaan potensinya, untuk kemudian dilakukan operasi, termasuk alat tangkap yang digunakan (Kusdiantoro, 2019). Penggunaan racun dan bahan peledak, trawl dan penggunaan alat tangkap ikan bergerak lainnya cenderung mengeruk ke dasar laut yang berakibat pada perusakan bentos dan organisme lain. Penelitian Arisandi (2016) menyebutkan jika salah satu penyebab kerusakan biota laut adalah alat tangkap termasuk penggunaan trawl yang dapat memutus regenerasi ikan. Untuk itu, penggunaan alat tangkap ikan dalam pencapaian produksi yang baik harus meminimalkan dampak negatif bagi lingkungan dan kehidupan biota perairan (Silaban, et.al., 2017).

Perairan Kabupaten Barru terdapat jenis alat tangkap berupa *Blanket Net* yang dimodifikasi oleh masyarakat setempat menjadi Bandrong Cakalang. Alat ini telah lama digunakan jauh sebelum penggunaan alat tangkap

modern lain. Keberadaan alat tangkap hasil modifikasi nelayan lokal diharapkan mampu mengembangkan usahanya sehingga perlu mendapatkan perhatian karena usaha yang dilakukan umumnya masih bersifat sederhana/tradisional (Tangke, 2011). Upaya meningkatkan taraf hidup atau pendapatan nelayan dapat dilihat dari produksi hasil tangkapannya, dan umumnya dilakukan dengan mengusahakan unit alat tangkap yang produktif, yakni yang tinggi dalam jumlah dan nilai hasil tangkapannya. Artinya, alat tangkap yang dimaksud harus bersifat ekonomis, efisien dan menggunakan teknologi yang sesuai dengan kondisi setempat serta tidak merusak kelestarian sumberdaya perikanan (Wisudo et al, 2002). Secara umum, konstruksi dari bandrong sangat sederhana dan tidak sulit dalam penggunaannya. Subani dan Barus (1989) menjelaskan cara menggunakan bandrong yaitu memasang jaring pada bangunan bandrong kemudian jaring diturunkan ke arah dasar perairan dengan mengulur tali untuk pengangkatan. Setelah ikan terkumpul, lalu secara perlahan tali ditarik (jaring diangkat ke arah permukaan) hingga kumpulan ikan berada di dalam jaring dan hasil tangkapan diangkat dari jaring.

Penelitian Mallowa, et.al. (2020) menyimpulkan jika ikan cakalang layak tangkap dengan menggunakan bandrong mencapai 37.84% dibanding alat penangkapan ikan cakalang skala tradisional lainnya seperti pancing tangan, pancing tonda dan rawai tegak. Disamping itu, bandrong cakalang dikategorikan sebagai alat penangkapan ikan berkelanjutan karena bandrong dinilai aman bagi habitat, aman bagi nelayan, aman bagi konsumen, aman bagi biota yang dilindungi. Meski demikian, penggunaan alat tangkap ini juga perlu mempertimbangkan aspek ekonomi yang berkaitan dengan keuntungan yang diterima oleh nelayan dengan pertimbangan modal yang dimiliki untuk aktivitas tangkapnya. Aspek ini berkaitan dengan selisih antara

pengeluaran uang dengan pemasukan yang akan diterima oleh nelayan dengan penggunaan bandrong sebagai alat tangkap. Hal tersebut yang mendasari pelaksanaan penelitian ini, dengan tujuan menghitung keuntungan dan kelayakan usaha perikanan cakalang dengan alat tangkap bandrong di perairan dangkal Kabupaten Barru.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Kabupaten Barru Sulawesi Selatan dan menggunakan metode deskriptif yang bersifat studi kasus. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil semua data dari 3 unit alat tangkap bandrong Cakalang yang beroperasi di lokasi penelitian. Pengambilan data dilakukan melalui wawancara dan observasi untuk mendapat data jenis dan ukuran perahu, harga dan biaya-biaya yang meliputi: investasi usaha, biaya produksi, biaya penyusutan, jenis dan berat hasil tangkapan, nilai produksi penangkapan, dan metode pengoperasian alat tangkap. Responden yang dipilih terkait dengan usaha perikanan tangkap yang menggunakan alat tangkap tersebut, seperti pemilik bandrong dan nelayan yang dipekerjakan pada masing-masing unit.

Analisis yang digunakan dalam kelayakan aspek ekonomi terdiri dari NPV, IRR, B/C Ratio, dan *Payback Period*. Analisis tersebut bertujuan untuk melihat suatu usaha penangkapan ikan yang menggunakan alat tangkap bandrong bersifat menguntungkan atau tidak serta prospek keberlanjutan usaha tersebut.

### 1. NPV (*Net Present Value*)

NPV merupakan perbedaan antara nilai sekarang (*Present Value*) dari manfaat dan biaya. Nilai NPV yang positif dapat diartikan sebagai besarnya keuntungan yang diperoleh dari usaha tersebut, demikian halnya jika nilai NPV negatif menunjukkan kerugian yang

diterima (Pramudya, 2014). Analisis NPV dapat diketahui dengan rumus:

$$\sum_{t=1}^n Bt - Ct / (1 + i)$$

Dimana:

- B = Manfaat (Rp/tahun)
- n = Umur Produksi
- t = Tahun ke-t
- C = Biaya (Rp/tahun)
- i = *Discount Rate* (%/tahun)

Dari perhitungan NPV yang diperoleh dapat diambil keputusan:

Jika  $NPV \geq 0$ , maka usaha layak untuk dijalankan

Jika  $NPV < 0$ , maka usaha tidak layak untuk dijalankan

### 2. IRR (*Internal Rate of Return*)

IRR (*Internal Rate of Return*) menilai besarnya pengembalian usaha terhadap investasi yang ditanamkan. Besaran yang dihasilkan dari perhitungan ini dinyatakan dalam satuan persentase (%).

$$IRR = i' + \frac{NPV'}{(NPV' - NPV'')} (i'' - i')$$

Dimana:

- $i'$  = Tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV positif
- $i''$  = Tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV negatif
- NPV' = NPV yang bernilai positif
- NPV'' = NPV yang bernilai negatif

### 3. B/C Ratio (*Benefit Cost Ratio*)

Nilai B/C Ratio dapat dinyatakan dalam rumus:

$$\text{Net B/C} = \sum_{t=1}^n \frac{Bt}{Ct} \frac{(1-i)^t}{(1-i)^t}$$

Keterangan:

- B = Manfaat (Rp/tahun)
- N = Umur Produksi
- t = Tahun ke-t
- C = Biaya (Rp/tahun)
- i = *Discount Rate* (%/tahun)

Jika nilai  $B/C > 1$ , maka usaha tersebut layak untuk dijalankan

Jika nilai  $B/C < 1$ , maka usaha tersebut tidak layak untuk dijalankan

#### 4. PP (Payback Period)

PP merupakan metode yang digunakan untuk mengukur waktu pengembalian investasi dari suatu usaha (Pratama, 2012). PP dapat dihitung dengan rumus:

$$PP = \frac{\text{Investasi}}{\text{Benefit}}$$

*Payback Period* dimaksudkan untuk menghitung berapa tahun dapat diperoleh kembali nilai investasi yang telah dikeluarkan dalam bentuk pembelian atau pengadaan unit bandrong.

#### 5. BEP (Break Event Point)

menganalisis hubungan antara biaya tetap, biaya variable, keuntungan, dan volume aktivitas (Muhfizar dan Hendra, 2020). BEP diketahui dari rumus:

$$BEP \text{ Produksi} = \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Harga Jual}}$$

$$BEP \text{ Harga} = \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Total Produksi}}$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografi lokasi penelitian terletak di pantai barat Sulawesi Selatan yang berhadapan langsung dengan Selat Makassar, berada di kedua sisi Teluk Awerange (Utara dan Selatan), dan hampir menyerupai daerah lain yang berada di kawasan pantai yaitu berkarang dan berpasir. Teluk Awerange secara ekonomi sangat berarti bagi penduduk sekitarnya karena dimanfaatkan sebagai daerah pemukiman, budidaya tambak, persawahan, penangkapan ikan, pelabuhan rakyat Awerange dan berbagai aktifitas lainnya. Komponen alat tangkap bandrong ada 3, yaitu: 1) *Alat tangkap atau jaring bandrong* berbentuk empat persegi panjang dengan sayap pada tiga sisinya. Sayap tersebut berada pada sisi kiri, kanan dan bawah dari badan jaring. Alat ini mempunyai lebar 17.25meter, sedangkan panjangnya adalah 25.5meter.

Lebar sayap kiri-kanan yaitu 8.25meter dan panjangnya 8.25meter. Sayap belakang (bawah) berukuran lebar 5.25 meter dan panjang 25.5 meter. Badan dan sayap kiri-kanan serta sayap belakang jaring terbuat dari tali nylon multifilament dengan mesh 40mm pada bagian sayap bawah dan badan jaring sedangkan sayap kiri-kanan mempunyai mesh size 110 mm.

Jaring ini dilengkapi dengan tali ris utama atas berdiameter 20 mm yang terbuat dari serat (tali ijuk) dan tali sekunder (*passusu'na*) berdiameter 5 mm terbuat dari jenis polyethylene. Tali ris ini melingkari badan dan sayap belakang jaring yang dijadikan sebagai tempat mengikat jaring. Pada masing-masing sudut badan jaring terdapat kili-kili (*bangkung-bangkung*) yang mempunyai panjang 19cm, lebar 9cm dan tebal 4.5cm dengan diameter lingkaran 5cm. Sayap jaring diikat ke tali ris badan jaring dengan jarak 2 meter dari permukaan bagian atas jaring. 2) *Perahu*, terbuat dari kayu jati (*Tectona grandis*) agar dapat tahan lama. Rancangan perahu ini disesuaikan dengan fungsinya.

Tenaga kerja berada pada salah satu sisi perahu pada saat pemasangan jaring (setting). Perahu ini berfungsi sebagai alat transportasi dari pangkalan pendaratan ke daerah penangkapan (Rumah Bandrong) dan sebaliknya. Disamping itu juga berfungsi sebagai tempat penampungan sementara hasil tangkapan sebelum diantar ke punggawa bonto (pengecer).

Perahu ini dilengkapi dengan tenaga penggerak mesin tempel (katinting) 5 pk. 3) *Rumah Bandrong*, diperkuat oleh 5 unit tiang, dengan perincian masing-masing terdiri atas 4 bambu perunit tiang. Tiang bambu ini dipasang salingmerangkai pada bagian ujungnya sehingga membentuk segitiga sama kaki. Kelima tiang tersebut dihubungkan dengan beberapa bambu pada pertemuan masing-masing tiang dan bagian kaki yang dipasang secara horizontal. Hal ini bertujuan untuk memperkokoh rumah bandrong.

Pada bagian atas pertemuan rangkaian dari tiang dipasang potongan - potongan bambu kecil yang dipasang sejajar dengan 5 unit tiang yang berfungsi sebagai tempat tinggal nelayan bandrong. Pada sisi kiri dan kanan terdapat bangunan yang lebih tinggi. Bagian kanan sebagai tempat punggawa yang bertugas sebagai tempat mengawasi gerak-gerik ikan dan komando operasi penangkapan. Bagian kiri berfungsi sebagai tempat sawi untuk menghadang pergerakan ikan pada saat penarikan jaring (hauling).

Persiapan awal dilakukan sebelum berangkat ke *fishing ground*, nelayan harus mempersiapkan perbekalan (konsumsi) masing-masing untuk tiap satu kali trip. Setelah semuanya siap, perahu kemudian berangkat ke daerah penangkapan ikan yang ditempuh selama sekitar 30 menit. Sesampai di lokasi penangkapan (rumah bandrong) mesin tempel disimpan ditempat yang telah disediakan di bagian balai-balai mesin. Punggawa dan krunya kemudian naik ke balai-balai induk. Pada tahap ini punggawa memulai proses operasi dengan membaca mantra-mantra. Kegiatan ini dilakukan setiap kali ke balai induk.

Punggawa juga sangat berperan dalam menentukan saat yang tepat untuk memulai penarikan jaring. Sambil mengamati gerak-gerik ikan, punggawa dengan sabar mengucapkan mantra-mantra untuk memanggil ikan. Jika telah melihat tanda-tanda kedatangan gerombolan ikan, punggawa menarik tali sayap kanan yang sekaligus sebagai tanda agar kru yang lain ikut menarik tali lain sesuai dengan posisi masing-masing. Disaat penarikan jaring semua kru juga melempari gerombolan ikan agar tidak melarikan diri ke arah rumah bandrong. Jika semua sisi jaring telah berada di atas permukaan air (30-50 cm) maka tali diikatkan pada bambu semula. Kalau ada ikan di dalam areal jaring maka 5 orang kemudian ke perahu untuk melakukan pemanenan. Proses pemanenan dimulai dari bagian atas sayap belakang jaring

menuju ke bagian depan jaring. Bila sudah terlihat maka ikan diangkat dengan badan jaring ke perahu. Setelah semua ikan dinaikkan ke perahu maka semua tali kembali diulur ke posisi semula oleh tenaga kerja yang ada di rumah bandrong.

Keberhasilan operasi penangkapan ikan sangat tergantung pada keterampilan punggawa dalam mengoperasikan alat tangkap bandrong terutama dalam mengamati keberadaan ikan. Waktu penarikan jaring dengan jarak ikan dari sayap jaring pengintai ikan hampir sama untuk masing-masing jenis ikan. Jaring Bandrong ditarik ketika gerombolan ikan telah berada dipertengahan jaring, kecuali ikan Cakalang yang harus dilakukan penarikan jaring ketika jaraknya sekitar 15 meter dari sayap jaring pengintai ikan. Umumnya punggawa telah mengoperasikan alat di atas 40 tahun. Bandrong sangat mudah untuk dioperasikan. Tenaga kerja yang digunakan sebanyak enam orang namun dalam keadaan darurat dapat dioperasikan oleh dua atau satu orang saja.

Usaha perikanan tangkap umumnya mempunyai tingkat resiko yang lebih besar dan penuh dengan ketidakpastian sehingga sangat penting untuk membuat penaksiran secara obyektif. Penaksiran yang obyektif terhadap aspek ekonomi usaha perikanan tangkap merupakan kontribusi yang sangat penting untuk dipertimbangkan dalam perencanaan dan pengembangan suatu teknologi penangkapan ikan. Tujuan utama dari suatu kegiatan ekonomi adalah untuk memperoleh laba atau profit sebesar-besarnya, artinya jika jumlah penerimaan yang diperoleh dalam periode tertentu lebih besar daripada jumlah pengeluaran yang dilakukan dalam periode yang sama. Jika pengeluaran lebih besar dari penerimaan berarti terjadi hal sebaliknya kerugian yang diperoleh. Data hasil perhitungan kelayakan aspek ekonomi dapat dilihat pada tabel 1.



Tabel 1. Hasil Perhitungan Kelayakan Finansial Alat Tangkap Bandrong

Komponen	Nilai	Keterangan
NPV	Rp2.736.316,60	Layak
IRR	21,2797 %	Lebih besar dari suku bunga 12%
B/C Ratio	1.246	Layak
PP	1,98	1 tahun 9 bulan 8 hari
BEP	Rp13,494,678.3	Per tahun untuk 3 unit alat

Kegiatan usaha penangkapan ikan dengan alat tangkap bandrong Cakalang di lokasi penelitian ini sebesar rata-rata Rp2,736,316.6 dengan dasar asumsi menggunakan tingkat suku bunga 12 % sesuai suku bunga pinjaman dari bank. Nilai NPV adalah positif sehingga bisa dikatakan bahwa penggunaan alat tangkap bandrong Cakalang bagi nelayan setempat dapat menghasilkan keuntungan setelah melunasi biaya kegiatan penangkapan dan biaya bunga. Demikian pula dengan nilai IRR sebesar 21.2797 % yang lebih besar dari suku bunga pinjaman yang berlaku saat penelitian yaitu sebesar 12% maka usaha penangkapan ikan dengan alat tangkap bandrong Cakalang dianggap layak untuk dilanjutkan di Perairan dangkal Kabupaten Barru.

Sebenarnya ditinjau dari segi kelayakan pendapatan konsep B/C Ratio mengandung kerelatifan. Semakin besar skala usaha yang berarti keuntungan nominal lebih besar, maka meskipun B/C Ratio kecil tidak menjadi soal karena pendapatan secara nominal lebih besar sehingga mencukupi kebutuhan hidup minimal. Berbeda dengan usaha dengan investasi kecil, walaupun analisis memberikan nilai B/C Ratio besar namun pendapatan secara nominal kecil, sehingga ada kalanya pendapatan hanya terbatas pada margin standar terendah dari nelayan. Nilai B/C Ratio dari kegiatan penangkapan dengan menggunakan alat tangkap bandrong yaitu 1.246. Hal ini berarti bahwa semua pengeluaran atau biaya total akan tertutupi oleh pendapatan dan masih tersisa keuntungan sebesar 24,6% yang dihasilkan dalam kegiatan nelayan tersebut. Dengan nilai B/C Ratio lebih besar dari satu maka kegiatan

penangkapan dengan bandrong Cakalang di lokasi penelitian ini layak untuk dilanjutkan.

Hasil analisis *Payback Period* (PP) dalam penelitian ini adalah 1.98, artinya usaha penangkapan ikan Cakalang dengan menggunakan alat tangkap bandrong di Perairan Kabupaten Barru dapat mengembalikan modal pengeluaran kurang dari 2 tahun. Wiratama, et.al (2017) menjelaskan jika suatu kegiatan usaha dengan waktu pengembalian modal (*Payback Period*) yang sesuai, dapat dipilih untuk dijadikan kegiatan usaha. Adapun nilai BEP berorientasi pada seberapa banyak jumlah tangkapan yang harus diperoleh agar kegiatan nelayan impas. Nilai BEP dari alat tangkap bandrong Cakalang yaitu Rp13.494.678,3 per tahun. Ini berarti titik impas dari kegiatan nelayan menggunakan bandrong sebesar Rp13.494.678,3 per tahun dan akan memberikan keuntungan jika jumlah yang diterima dari hasil tangkapan bernilai lebih besar dari nilai tersebut. Karena total tangkapan mencapai Rp22.047.000 per tahun maka kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan menggunakan bandrong di Perairan dangkal Kabupaten Barru dapat dikatakan menguntungkan.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa dengan mempertimbangkan hasil perhitungan aspek ekonomi yang telah dianalisis maka usaha kegiatan penangkapan ikan dengan alat tangkap bandrong Cakalang secara ekonomi menguntungkan bagi masyarakat nelayan di sekitar Perairan Kabupaten Barru.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi. (2016). Inkonsistensi Kebijakan Penggunaan Jaring Trawl (Studi Kasus Penggunaan Jaring Trawl Oleh Nelayan Wilayah Perairan Gresik). JKMP Vol.4 No.1 Maret 2016 : 1-18
- Genisa, (1998). Beberapa Catatan Tentang Alat Tangkap Ikan Pelagik Kecil. Oseana, Volume XXIII, Nomor 3 & 4, 1998 :19 – 34
- Kusdiantoro, Fahrudin, A., Wisudo S.H., dan Juanda, B. (2019). Perikanan Tangkap di Indonesia: Potret dan Tantangan Keberlanjutannya. J. Sosek KP Vol. 14 No. 2 Desember 2019: 145-162
- Mallawa, A., Amir F., Safruddin, Mallawa, E. (2020). Tingkat Keberlanjutan Alat Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Skala Tradisional Di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan. Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, 5 Juni 2020 : 217-226
- Muhfizar dan Poltak, H. (2020). Manajemen Usaha Perikanan. Ahlimedia Press, Malang. Hal 37
- Pramudya, B. (2014). Ekonomi Teknik. IPB Press, Bogor. Hlm 100.
- Pratama F.A., Boesono, H., Dwi H.T. (2012). Analisis Kelayakan Finansial Usaha Penangkapan Ikan Menggunakan Panah dan Bubu Dasar Di Perairan Karimunjawa. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology Vol.1 No.1, Hal 22-31
- Silaban, J., Mustaruddin, Soeboer, D.A. (2017). Penentuan Alat Tangkap Unggulan Untuk Ikan Pelagis Kecil Di Pelabuhan Ratu Sukabumi. Albacore Vol.1 No.2 Juni 2017 : 225-234
- Subani W dan Barus, H.R. (1989). Alat Penangkapan Ikan dan Udang Laut di Indonesia. Jurnal Penelitian Perikanan Laut. Jakarta. Balai Penelitian Perikanan laut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Hal 219-220.
- Tangke, U. (2011). Analisis Kelayakan Usaha Perikanan Tangkap Menggunakan Alat Tangkap Gill Net dan Purse Seine Di Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku. Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate) Volume 4 Edisi 1 (Mei 2011)
- Wiratama, Wijayanto, D., Jayanto, B.B. (2017). Analisis Kelayakan Usaha Penangkapan Ikan Pada Alat Tangkap *Pole and Line* Di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Labuhan Lombok. Jurnal Perikanan Tangkap Vol.1 No.3 <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/juperta/article/view/1883>
- Wisudo, S.H., Sakai, H., Takeda, S., Akiyama S., and Arimoto, T.. (2002). Total Lumen Estimation of Fishing Lamp by Means of Rousseau Diagram Analisis With Lux Measurement. Proceedings of International Commerative Simposium 70th Anniversary of the Javanese Society of fisheries Science. Fisheries Science Tokyo. [https://doi.org/10.2331/fishsci.68.sup1\\_479](https://doi.org/10.2331/fishsci.68.sup1_479)



## Potensi Karbon pada Lamun *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Waai Pulau Ambon

Carbon Potential on Seagrass *Thalassia hemprichii* and *Enhalus acoroides* in Waai Coastal Waters Ambon Island

Charlothia Ireenny Tupan<sup>1</sup>, Ferdinandus Sangur<sup>2</sup>, Grasiano W Lailossa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon, 97233, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik, Akademi Maritim Maluku, Ambon, 97116, Indonesia

\*Korespondensi: lotjetupan@gmail.com

### ABSTRAK

Lamun sebagai tanaman tingkat tinggi memanfaatkan karbondioksida untuk menghasilkan bahan organik dan menyimpannya dalam biomassa, sehingga tanaman ini berpotensi mengurangi pencemaran gas karbondioksida di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis cadangan dan serapan karbon dua spesies lamun di Perairan Pantai Waai, Pulau Ambon. Dua spesies lamun yang menjadi fokus penelitian adalah *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* yang merupakan spesies dominan pada perairan tersebut. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2019 pada dua stasiun penelitian berdasarkan perbedaan substrat yaitu Stasiun 1 mewakili substrat berlumpur, dan Stasiun 2 mewakili substrat berpasir. Analisis cadangan karbon dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis biomassa, yang dibedakan atas bagian di atas substrat dan bagian di bawah substrat. Analisis serapan karbon dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis laju produksi. Analisis kandungan karbon didasarkan pada metode Walkley and Black. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh potensi cadangan karbon pada spesies *E. acoroides* berkisar antara 112,38 – 126,34 gC.m<sup>-2</sup> dan lebih tinggi dari pada *T. hemprichii* yang berkisar antara 9,31 – 11,28 gC.m<sup>-2</sup>. Cadangan karbon ini lebih tinggi pada bagian bawah substrat khususnya pada bagian rhizoma yang mencapai 52% dari total cadangan karbon. Potensi penyerapan karbon juga lebih tinggi pada spesies *E. acoroides* yang berkisar antara 1,45 – 1,81 gC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> dibandingkan *T. hemprichii* yang berkisar antara 0,43 – 0,54 gC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Kemampuan kedua spesies tersebut dalam menyerap dan menyimpan karbon lebih baik pada daerah substrat berlumpur didukung dengan kandungan nutrisi yang cukup.

**Kata kunci:** Cadangan karbon; *Enhalus acoroides*; Pulau Ambon; serapan karbon; *Thalassia hemprichii*

### ABSTRACT

Seagrass as a high-level plant utilizes carbon dioxide to produce organic matter and stores it in biomass, so that this plant has the potential to reduce carbon dioxide pollution in the environment. This study aimed to analyze the carbon stock and carbon sequestration of two seagrass species in Waai Coastal Waters, Ambon Island. *Thalassia hemprichii* and *Enhalus acoroides* were the focus of this research. These species are the dominant species in Waai Coastal Waters. This research was conducted in June 2019 at two research stations based on substrate differences, namely Station 1 representing a muddy substrate, and Station 2 representing a sandy substrate. The analysis of carbon stocks was carried out using a biomass analysis approach, which was divided into above the substrate and below the substrate. The analysis of carbon sequestration was carried out using the production rate analysis approach. The carbon content analysis was based on the

Walkley and Black method. Based on the research results, it was found that the potential carbon stock in *E. acoroides* ranged from 112.38 - 126.34 gC.m<sup>-2</sup>. It was higher than *T. hemprichii* that ranged from 9.31 - 11.28 gC.m<sup>-2</sup>. This carbon stock was higher at below substrate, especially in the rhizome, which reached 50% of the total carbon stock. The potential of carbon sequestration was also higher in *E. acoroides* (1.45 - 1.81 gC.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>) compared to *T. hemprichii* (0.43 - 0.54 gC.m<sup>-2</sup>.d<sup>-1</sup>). The ability of these two species to absorb and store carbon was better in the muddy substrate area because of the sufficient nutrient content.

**Keywords:** Carbon stock; *Enhalus acoroides*; Ambon Island; carbon sequestration; *Thalassia hemprichii*

## PENDAHULUAN

Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem perairan, memiliki kemampuan menyerap karbon serta menyimpannya dengan karakteristik uniknya. Kemampuan ini didasarkan pada aktivitasnya melakukan proses fotosintesis yang menyerap karbondioksida dan mengubahnya menjadi karbohidrat dan menyimpannya dalam biomassa (Harris & Feriz, 2011). Penyimpanan karbon tersebut terdistribusi pada bagian-bagian tanaman lamun seperti pada akar, rhizoma, dan daun lamun, atau dengan kata lain penyimpanan karbon terdapat pada bagian atas substrat dan bagian bawah substrat (Supriadi et al., 2014). Lagi pula kelebihan produksi karbonnya dapat disimpan di dalam sedimen dalam kurun waktu yang lama seperti yang ditunjukkan oleh spesies *Posidonia oceanica* (Mateo et al., 2003). Padang lamun mengubur karbon dengan kecepatan 35 kali lebih cepat dari hutan hujan tropis, dan sedimennya tidak menjadi jenuh (McLeod et al., 2011). Padang lamun juga dapat mengikat karbon selama ribuan tahun dibandingkan hutan darat yang mengikat karbon selama beberapa dekade (Macreadie et al., 2014). Selain tersimpan pada bagian bawah substrat biomassa lamun juga akan masuk dalam jaring makanan melalui proses makan memakan oleh herbivora yang dilanjutkan dengan pemangsa pada tingkat trofik lebih tinggi maupun melalui proses dekomposisi serasah.

Komunitas lamun tersebar pada beberapa perairan di Pulau Ambon, salah satu adalah Perairan Pantai Negeri Waai.

Perairan ini memiliki 5 spesies lamun yaitu, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia* dan *Halophila ovalis* dimana *E. acoroides* dan *T. hemprichii* merupakan spesies yang dominan (Ane, 2019). Spesies *E. acoroides* dan *T. hemprichii* pada umumnya mendominasi perairan Pulau Ambon selain Perairan Negeri Waai, sehingga penelitian ini difokuskan pada kedua spesies tersebut.

Penelitian tentang potensi karbon khususnya serapan karbon telah dilakukan pada spesies *E. acoroides* dan *T. hemprichii* oleh Irawan (2017), namun hasil yang diperoleh tidak maksimal karena beberapa tegakan yang diamati hilang selama penelitian. Beberapa penelitian lain juga telah dilakukan untuk mempelajari potensi karbon di lamun, namun sebagian besar difokuskan pada cadangan karbon (Indriani et al., 2017; Wawo et al., 2014; Hartati et al., 2017; Rustam et al., 2015), sedangkan penelitian ini selain meneliti cadangan karbon juga dilanjutkan dengan serapan karbon. Penelitian seperti ini telah dilakukan juga oleh Mashoreng et al., (2019) pada spesies *T. hemprichii* namun menggunakan metode yang berbeda dengan penelitian ini.

Terkait fungsi lamun sebagai penyerap karbon, maka padang lamun perairan Waai berpotensi sebagai penyerap dan penyimpan karbon sekaligus berfungsi dalam mengurangi karbon dioksida di perairan maupun di atmosfer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi cadangan karbon dan penyerapan karbon pada spesies lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides*.

## METODE PENELITIAN

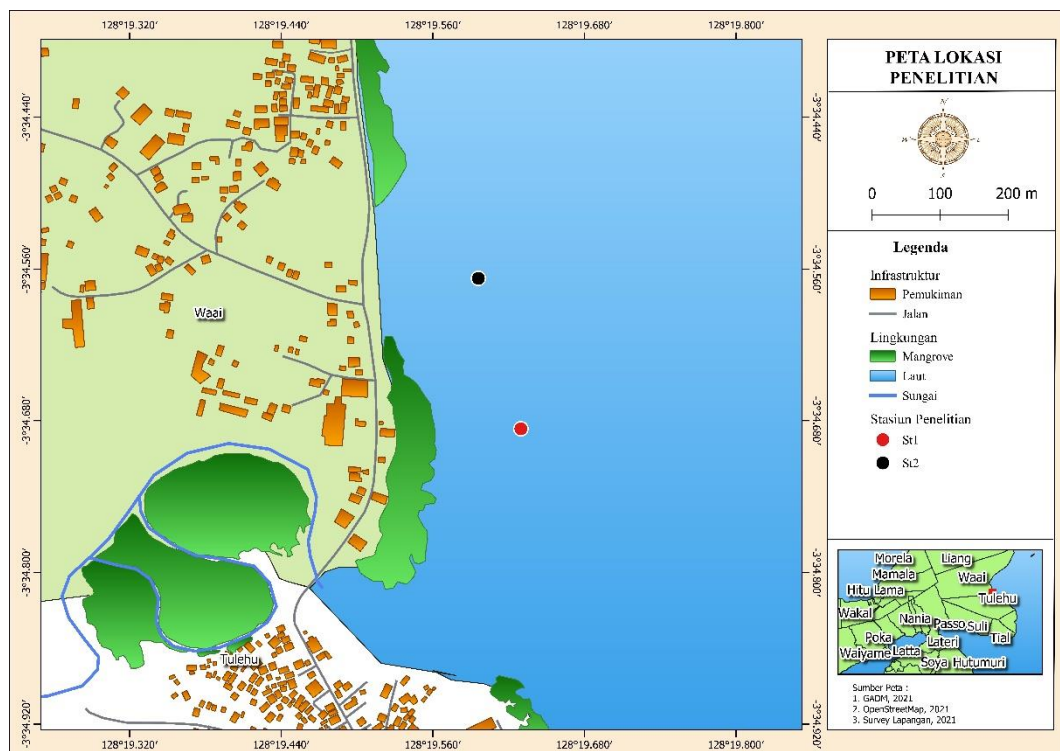
### Stasiun Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2019 pada 2 stasiun penelitian berdasarkan perbedaan substrat yaitu Stasiun 1 mewakili substrat berlumpur, dan Stasiun 2 mewakili substrat berpasir di Perairan Pantai Negeri Waai, Pulau Ambon (Gambar 1).

### Pengambilan Sampel dan Analisis Cadangan Karbon

Analisis cadangan karbon dimulai dengan perhitungan kerapatan dan biomassa lamun (Irawan, 2017). Pengambilan sampel lamun untuk menghitung kerapatan dan biomassa menggunakan kuadrat pengamatan ukuran 1 x 1 m dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk masing-masing spesies (*T. hemprichii* dan *E. acoroides*) dan masing masing stasiun. Sampel lamun

diambil sebanyak 10 tegakan yang utuh kemudian dipisahkan antara akar, rhizoma dan daun dan dikeringkan pada suhu 105<sup>0</sup> C selama 14 jam sampai mencapai berat konstan. Perhitungan biomassa dipisahkan antara bagian atas substrat meliputi daun dan selundang dan bagian di bawah substrat meliputi akar dan rhizoma (Rustam et al., 2019) Analisis kandungan karbon dilakukan pada Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB yang didasarkan pada metode Walkley & Black (Schumacher, 2002). Kerapatan spesies lamun dihitung sebagai jumlah tegakan dari masing-masing spesies per satuan luas (teg.m<sup>-2</sup>), dan biomassa per satuan luas dihitung dari jumlah kerapatan dikali berat kering per tegakan (gbk.m<sup>-2</sup>). Cadangan karbon atau biomassa karbon diperoleh dari berat kering lamun dibagi luas area pengamatan dikali kandungan karbon dengan satuan gC.m<sup>-2</sup> (Howard et al., 2014).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



## Serapan karbon

Pengukuran laju produksi sebagai hasil konversi karbon dalam proses fotosintesis dilakukan untuk mengetahui serapan karbon lamun. Pengukuran laju produksi dimulai dengan pengukuran pertumbuhan lamun (*T. hemprichii* dan *E. acoroides*) pada masing-masing stasiun. Pertumbuhan lamun diukur pada daun sebanyak 20 tegakan selama 10 hari dengan menggunakan metode penandaan (Short & Duarte, 2001) yang dimodifikasi. Modifikasi yang dilakukan adalah pada prosedur penandaan dilengkapi dengan penggunaan benang dan patok sebagai penyanggah.

Daun lamun pada tiap tegakan diberi tanda dengan membuat lubang dan dimasukkan benang berwarna putih pada ketinggian 1 cm (spesies *T. hemprichii*) dan 2 cm (spesies *E. acoroides*) dari pangkal daun. Selanjutnya dipasang patok (tusuk sate) dimana ujung patok berada tepat pada tanda lubang yang telah diberi benang. Setelah 10 hari, tepat pada bagian daun yang sejajar dengan ujung patok, diberi tanda kemudian dipotong. Bagian antara daun yang dipotong dan tanda benang penanda merupakan daun yang tumbuh, selanjutnya diukur panjangnya. Daun-daun tersebut kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diberi label. Di laboratorium, daun dikeringkan pada suhu 105° C selama 14 jam sampai mencapai berat konstan, dan dianalisis biomasanya. Analisis kandungan karbon dilakukan pada Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB yang didasarkan pada metode Walkley & Black (Schumacher, 2002). Pertumbuhan dihitung sebagai pertambahan panjang daun selama waktu pengamatan ( $\text{cm.h}^{-2}$ ) dan produksi diperoleh dari produksi satu tegakan dikali dengan kerapatan ( $\text{gbk.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ). Pengukuran pertumbuhan ( $\text{cm.h}^{-1}$ ) dan produksi daun lamun ( $\text{gbk.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ ) kemudian dikonversi dengan %C per bobot kering menjadi  $\text{gC.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$  (Rustam et al., 2019)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Cadangan Karbon

Berdasarkan hasil analisis kerapatan lamun di Perairan Negeri Waai, diperoleh *E. acoroides* lebih tinggi dibandingkan *T. hemprichii* pada ke 2 stasiun (Tabel 1). Spesies ini tumbuh mendominasi perairan yang lebih dalam dengan substrat berlumpur. Lamun *E. acoroides* umumnya banyak ditemukan di bawah air surut rata-rata pada dasar pasir berlumpur, mereka tumbuh subur pada daerah yang terlindung di pinggir bawah dari mintakat pasut dan di batas atas mintakat bawah litoral.

Tabel 1. Kerapatan lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides*

Spesies	Kerapatan (teg.m <sup>-2</sup> )	
	St 1	St 2
<i>T. hemprichii</i>	92	79
<i>E. acoroides</i>	127	115

Nilai kerapatan lamun ini sebanding dengan nilai biomassa yang dikandungnya yaitu tinggi pada spesies yang sama yaitu *E. acoroides*. Biomassa lamun merupakan fungsi dari kerapatan lamun dan ukuran tubuh dari lamun tersebut yang tumbuh pada suatu daerah tertentu (Hartati et al., 2017). Dengan demikian maka *E. acoroides* yang memiliki kerapatan dan ukuran tubuh yang besar secara otomatis memiliki biomassa yang besar pula. Biomassa pada spesies *E. acoroides* ini sebegini besar terdapat pada bagian rhizoma atau pada bagian di bawah substrat (Tabel 2). Secara morfologi bagian rhizoma dari *E. acoroides* yang ditemukan memiliki ukuran yang lebih besar dengan diameter mencapai 1 cm. Hal ini berbeda dengan spesies *T. hemprichii* yang memiliki biomassa lebih tinggi pada daun dibandingkan akar dan rhizoma. Daun *T. hemprichii* ditemukan memiliki panjang mencapai 15 cm.



Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* dan *E. avoroides*

Stasiun	Spesies	Biomassa (gbk.m <sup>-2</sup> )			
		Daun	Rhizoma	Akar	Total
1	<i>T. hemprichii</i>	11,96	9,20	4,60	25,76
	<i>E. acoroides</i>	82,55	127,00	63,50	273,05
2	<i>T. hemprichii</i>	10,27	7,90	3,95	22,12
	<i>E. acoroides</i>	74,75	115,00	57,50	247,25

Perhitungan biomasa dalam satuan gram karbon per meter persegi (gC.m<sup>-2</sup>) atau dikenal dengan cadangan karbon yaitu dengan menghitung bobot karbon biomasa per m<sup>2</sup> bagian tanaman lamun dari gram bobot kering (gbk.m<sup>-2</sup>) yang dikonversi ke mol C dengan persentase kandungan karbon (% C) bobot kering biomasa (Howard et al., 2014). Dengan demikian maka hasil perhitungan cadangan karbon pada padang lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides* adalah seperti pada Tabel 3.

Nilai cadangan karbon tertinggi terdapat pada spesies *E. acoroides* (112,38 – 126,34 gC.m<sup>-2</sup>), dan terutama pada bagian rhizoma atau bagian bawah substrat (59,11 – 66,12 gC.m<sup>-2</sup>). Hal ini disebabkan karena rhizoma pada *E. acoroides* merupakan bagian yang lebih besar dari pada organ lamun yang lain. Lamun yang memiliki ukuran morfologi tubuh yang besar cenderung mengembangkan biomassa lebih besar pada bagian bawah substrat, oleh karena itu mempunyai kapasitas mengakumulasi karbon yang lebih tinggi (Supriadi et al., 2014). Selain itu karbon pada bagian bawah substrat merupakan tempat

penyimpanan hasil fotosintesis yang akan mendukung pertumbuhan lamun jika proses fotosintesis tidak berjalan secara optimal (Alcoverro et al., 2001). Selanjutnya menurut Fourqurean et al., (2012) bahwa karbon organik secara global disimpan dalam biomassa lamun sebesar rata-rata 2,52 ± 0,48 mgC.ha<sup>-1</sup> dimana dua pertiganya disimpan dalam rhizoma dan akar.

Hasil penelitian ini memperoleh nilai lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Irawan (2017) di Pulau Bintan yang memperoleh cadangan karbon untuk spesies *E. acoroides* berkisar antara 102,20 – 105,77 gC.m<sup>-2</sup>. Namun demikian, nilai cadangan karbon untuk spesies *T. hemprichii* oleh Irawan (2017) (22,83 – 27,46 gC.m<sup>-2</sup>) lebih tinggi dari hasil penelitian ini (9,31 – 11,28 gC.m<sup>-2</sup>). Nilai cadangan karbon spesies *T. hemprichii* ini juga lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian yang sama pada dua perairan lain di Pulau Ambon yaitu 50,04 – 64,75 gC.m<sup>-2</sup> pada Perairan Tanjung Tiram, Poka (Tupan & Wawo, 2020) dan 74,75 – 119,98 gC.m<sup>-2</sup> pada Perairan Suli (Tupan & Wawo, 2020).

Tabel 3. Cadangan karbon lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides*

Stasiun	Spesies	Cadangan karbon (gC.m <sup>-2</sup> )			
		Daun	Rhizoma	Akar	Total
1	<i>T. hemprichii</i>	4,83	4,68	1,77	11,28
	<i>E. acoroides</i>	32,32	66,12	27,90	126,34
2	<i>T. hemprichii</i>	3,96	3,92	1,43	9,31
	<i>E. acoroides</i>	29,01	59,11	24,26	112,38
Total					259,31

Spesies *T. hemprichii* merupakan spesies yang penyebarannya luas dan dominan pada perairan Suli dan Tanjung Tiram, Poka (Sinmiassa, 2015; Tupan, 2016) dibandingkan spesies lain. Hal ini berbeda dengan Perairan Pantai Waai yang memiliki spesies yang dominan adalah *E. acoroides* (Rosmawati et al., 2020).

### Serapan Karbon

Penyerapan karbon dalam proses fotosintesis oleh tanaman lamun berkaitan dengan aktivitas produksi dan pertumbuhan oleh tanaman tersebut. Berdasarkan hasil pengukuran pertumbuhan diperoleh rata-rata laju pertumbuhan *T. hemprichii* berkisar antara  $0,37 \pm 0,03$  (St 2) –  $0,40 \pm 0,03$  cm.h<sup>-1</sup> (St 1), dan *E. acoroides* berkisar antara  $1,64 \pm 0,11$  (St 2) –  $1,71 \pm 0,11$  cm.h<sup>-1</sup> (St 1) (Tabel 4).

Tabel 4. Laju pertumbuhan lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides*

Spesies	Laju pertumbuhan (cm/hr)	
	St 1	St 2
<i>T. hemprichii</i>	$0,40 \pm 0,03$	$0,37 \pm 0,03$
<i>E. acoroides</i>	$1,71 \pm 0,11$	$1,64 \pm 0,11$

Laju pertumbuhan *E. acoroides* lebih cepat dibandingkan *T. hemprichii*, terkait dengan morfologi daun *E. acoroides* yang lebih lebar dan lebih panjang dari pada daun *T. hemprichii*. Perbedaan kecepatan pertumbuhan daun lamun baik terhadap jenis yang sama maupun jenis yang berbeda salah satunya dipengaruhi oleh faktor internal seperti kondisi fisiologi dan metabolisme dimana semakin luas permukaan daun maka kecepatan metabolisme semakin tinggi.

Selain itu luasnya penampang daun memungkinkan penyerapan nutrisi terlarut lebih optimal (Kordi, 2011). Laju pertumbuhan *E. acoroides* pada penelitian ini lebih tinggi dari pada hasil penelitian Rahmawati & Kiswara (2012) yang memperoleh nilai rata-rata pertumbuhan  $1,11$  cm.h<sup>-1</sup> untuk jenis yang sama di Perairan Pulau Pari. Laju pertumbuhan *E. acoroides* yang tinggi ini memungkinkan nilai produktivitas dari spesies tersebut juga tinggi. Produktivitas ke dua spesies dapat dilihat pada Tabel 5.

Menurut Azkab (2000), produktivitas merupakan hasil dari produksi per satuan waktu atau merupakan kecepatan produksi. Produksi ini merupakan produksi dari daun lamun yang dapat dikategorikan sebagai laju kecepatan penyerapan karbon oleh lamun (Kiswara, 2009). Dengan demikian maka lamun *T. hemprichii* dalam 1 hari dapat menyerap karbon sebesar  $0,43$  –  $0,54$  g dalam luasan  $1$  m<sup>2</sup>, sedangkan *E. acoroides* dalam luasan yang sama dapat menyerap karbon sebesar  $1,45$  –  $1,81$  gr per hari. Produktivitas *T. hemprichii* pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Tupan & Wawo (2020) di Perairan Suli yang memperoleh hasil  $1,15$  –  $1,51$  gC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>, namun demikian memiliki nilai produktivitas *E. acoroides* lebih kecil dari penelitian ini ( $1,42$  –  $1,62$  gC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>). Jika produktivitas lamun ke dua spesies ini dihitung untuk 1 tahun maka nilainya berkisar antara  $156,95$  –  $197,10$  gC.m<sup>-2</sup>.t<sup>-1</sup> (*T. hemprichii*) dan  $529,25$  –  $660,65$  gC.m<sup>-2</sup>.t<sup>-1</sup> (*E. acoroides*). Nilai ini berada pada kisaran nilai produktivitas beberapa spesies lamun yang ditemukan di Pulau Pari yaitu dari  $73$  –  $668$  gC.m<sup>-2</sup>.t<sup>-1</sup> (Kiswara, 2009).

Tabel 5. Produktivitas Lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides*

Spesies	Produktivitas (gC.m <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )		
	St 1	St 2	Total
<i>T. hemprichii</i>	0,54	0,43	0,97
<i>E. acoroides</i>	1,81	1,45	3,26
Total	2,35	1,88	4,23

Perbedaan nilai produktivitas dapat dipengaruhi oleh musim dan faktor-faktor kualitas perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dari jenis-jenis lamun tersebut. Pertumbuhan dan produktivitas yang tinggi berada pada stasiun 1 dengan substrat dasar perairan adalah lumpur dibandingkan stasiun 2 dengan substrat pasir. Ketersediaan unsur hara N dan P lebih tinggi pada substrat dengan ukuran butiran sedimen yang lebih kecil, sehingga akan mempengaruhi tingginya pertumbuhan lamun (Febriyantoro et al., 2016). Hal ini sejalan dengan hasil analisis kandungan fosfat dan nitrat pada sedimen dengan nilai fosfat berkisar antara 0,02 (St 2) – 0,03 ppm (St 1) dan nitrat berkisar antara 0,01 (St 2) – 0,06 ppm (St 1).

### KESIMPULAN

Lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides* yang tumbuh pada substrat berpasir dan berlumpur pada Perairan Pantai Waai menghasilkan total cadangan karbon sebesar 259,32 gC.m<sup>-2</sup> dan menyerap karbon sebesar 4,23 gC.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>. Kemampuan menyimpan dan menyerap karbon lebih tinggi terdapat pada spesies *E. acoroides* yang tumbuh pada substrat berlumpur

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia yang mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar, Kompetitif Nasional.

### DAFTAR PUSTAKA

Alcoverro, T., Manzanera, M., & Romero, J. (2001). Annual metabolic carbon balance of the seagrass *Posidonia oceanica*: the importance of carbohydrate reserves. *Marine Ecology Progress Series*, 211, 105–116.

Ane, D. W. (2019). *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Lamun*

*Enhalus acoroides* Sebagai Dasar Pengelolaan di Perairan Pantai Waai, Kabupaten Maluku Tengah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNPATTI.

- Azkab, M. H. (2000). Produktivitas Dilamun. *Oseana*, XXV(1), 1–11.
- Febriyantoro, D., Tanjung, A., & Nurrachmi, I. (2016). *Biomassa dan Kerapatan Lamun Berdasarkan Rasio N: P pada Sedimen di Perairan Pantai Trikora Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau*. Riau University.
- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., Apostolaki, E. T., Kendrick, G. A., Krause-Jensen, D., & McGlathery, K. J. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5(7), 505–509.
- Harris, J. M., & Feriz, M. B. (2011). *Forests, Agriculture, and Climate: Economics and Policy Issues*. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0203.x>
- Hartati, R., Pratikto, I., & Pratiwi, T. N. (2017). Biomassa dan Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Padang Lamun di Pulau Menjangan Kecil dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 74. <https://doi.org/10.14710/buloma.v6i1.15746>
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (2014). *Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses*.
- Indriani, Wahyudi, A. J., & Yona, D. (2017). Cadangan Karbon di Area Padang Lamun Pesisir Pulau Bintan, Kepulauan Riau Carbon Stock in Seagrass Meadows of Bintan Island, Riau Archipelago Abstrak Pendahuluan Metodologi. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 2(3), 1–11.
- Irawan, A. (2017). Potensi Cadangan dan Serapan Karbon oleh Padang Lamun

- di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 2(3), 35–48.
- Kiswara, W. (2009). *Studi Pendahuluan: Potensi Padang Lamun Sebagai Karbon Rosot dan Penyerapan Karbon di Pulau Pari, Teluk Jakarta*.  
[http://file.pksdmo.lipi.go.id/id018-5fee0-2650\\_215.pdf](http://file.pksdmo.lipi.go.id/id018-5fee0-2650_215.pdf)
- Kordi, M. G. H. (2011). Ekosistem Lamun (seagrass); fungsi, potensi dan pengelolaan. *Rineka Cipta. Jakarta*, 170.
- Macreadie, P. I., Baird, M. E., Trevathan-Tackett, S. M., Larkum, A. W. D., & Ralph, P. J. (2014). Quantifying and modelling the carbon sequestration capacity of seagrass meadows—a critical assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 83(2), 430–439.
- Mashoreng, S., Alprianti, S., Samad, W., Isyrini, R., & Inaku, D. F. (2019). Serapan Karbon Lamun *Thalassia hemprichii* Pada Beberapa Kedalaman. *Jurnal Ilmu Kelautan Spermonde*, 5(1), 11–17.  
<https://doi.org/10.20956/jiks.v5i1.7031>
- Mateo, M.-Á., Sánchez-Lizaso, J.-L., & Romero, J. (2003). *Posidonia oceanica* ‘banquettes’: a preliminary assessment of the relevance for meadow carbon and nutrients budget. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(1), 85–90.
- McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H., & Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO<sub>2</sub>. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10), 552–560.  
<https://doi.org/10.1890/110004>
- Rahmawati, S., & Kiswara, W. (2012). Cadangan Karbon dan Kemampuan Sebagai Penyimpan Karbon pada Vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari, Jakarta. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 38(1), 143–150.
- Rosmawati, T., Huliselan, N. V., Khouw, A. S., & Tupan, C. I. (2020). Laju Pertumbuhan Lamun *Enhalus acoroides* yang Di Transplantasi dengan Menggunakan Metode Terfs Di Perairan Pantai Desa Waai Kabupaten Maluku Tengah. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science Dan Pendidikan*, 9(1), 69–80.
- Rustam, A., Adi, N. S., Daulat, A., Kiswara, W., Yusup, D. S., & Rappe, R. A. (2019). *Pedoman pengukuran karbon di ekosistem padang lamun*. ITB Press. Bandung.
- Rustam, Agustin, Kepel, T. L., Afiati, R. N., Salim, H. L., -, M. A., -, A. D., Mangindaan, P., Sudirman, N., Puspitaningsih, Y., Dwiyantri, D., & Hutahaeon, A. (2015). Peran Ekosistem Lamun Sebagai Blue Carbon Dalam Mitigasi Perubahan Iklim, Studi Kasus Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2).  
<https://doi.org/10.15578/segara.v10i2.20>
- Schumacher, B. A. (2002). *Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments*.
- Short, F. T., & Duarte, C. M. (2001). Methods for the measurement of seagrass growth and production. *Global Seagrass Research Methods, 2001*, 155–198.
- Sinmiassa, V. (2015). *Status keberlanjutan komunitas lamun di perairan pesisir Negeri Suli, Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah*. Pascasarjana Manajemen Sumberdaya Kelautan dan Pulau Pulau Kecil, UNPATTI.
- Supriadi, S., Kaswadji, R. F., Bengen, D. G., & Hutomo, M. (2014). Carbon Stock of Seagrass Community in Barranglompo Island, Makassar (Stok Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Barranglompo, Makassar). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(1), 1.

<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.1.1-10>

- Tupan, C. I. (2016). Status Padang Lamun Perairan Tanjung Tiram, Poka, Teluk Ambon Dalam. In A. Al Ayubi (Ed.), *Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan Ke III*. (pp. 94–100). Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana.
- Tupan, C. I. Wawo, M. (2020). The potential of seagrass as a carbon stock and carbon sequestration in suli coastal waters, Ambon Island, Indonesia. *Ecology, Environment and Conservation Journal*, 26(2), 798–803.
- Tupan, C. I., & Wawo, M. (2020). Carbon stock of the seagrass *Enhalus acoroides* and *Thalassia hemprichii* in Tanjung Tiram coastal waters, Poka, Ambon Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 517(1), 12008.
- Wawo, M., Wardiatno, Y., Adrianto, L., & Bengen, D. G. (2014). Carbon stored on seagrass community in marine nature tourism park of kotania bay, Western Seram, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 20(1), 51–57. <https://doi.org/10.7226/jtfm.20.1.51>





## Aspek Reproduksi Ikan Nyalian (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842) di Danau Tamblingan

Reproduction Aspects of Spotted Barb (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842)  
in Tamblingan Lake

Ni Made Sita Aditya Putri<sup>1</sup>, Nyoman Dati Pertami<sup>2</sup>, Gde Raka Angga  
Kartika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas  
Udayana, Bali, 80361, Indonesia

<sup>2</sup>Dosen, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, 80361, Indonesia

\*Korespondensi: sitaadityaputri@gmail.com

### ABSTRAK

Aspek reproduksi ikan nyalian (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842) di Danau Tamblingan belum diketahui, sehingga upaya pengelolaan sumber daya ikan ini belum dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aspek reproduksi ikan nyalian di Danau Tamblingan. Sampling dilakukan kurun waktu Januari-Juni 2019. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan kuantitatif. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* di lima titik stasiun. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada setiap bulan. Alat tangkap yang digunakan adalah jaring insang yang memiliki ukuran mata jaring 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 cm. Sampel ikan nyalian yang ditemukan selama pengambilan data sebanyak 208 individu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan antara nisbah kelamin ikan nyalian jantan dan betina yaitu 1,17:1 yang menunjukkan nisbah kelamin seimbang. Tingkat kematangan gonad (TKG) ikan jantan lebih bervariasi (I-IV), dibandingkan ikan betinanya (III dan IV). Rata-rata indeks kematangan gonad (IKG) tertinggi (jantan dan betina) ditemukan pada bulan Maret dan terendah pada bulan Januari. Fekunditasnya berkisar antara 57-23.897 butir.

**Kata kunci:** *Barbodes binotatus*; fekunditas; kematangan gonad; nisbah kelamin

### ABSTRACT

The reproduction aspects of spotted barb (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842) in Tamblingan Lake are not yet known, so that efforts to manage the resources of this fish cannot be carried out. This study aims to determine the reproduction aspects of spotted barb in Tamblingan Lake. Sampling was conducted from January to June 2019. This research used descriptive and quantitative methods. Purposive sampling method used for caught the spotted barb at five stations. Sampling was done once in a month. The fish were collected used gill net with a mesh size of 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 cm. The samples of spotted barb that found during data collection were 208 individuals. The results showed that the ratio between the sex ratio of male and female spotted barb was 1.17: 1 which indicates a balanced sex ratio, with the gonad maturity stage of male fish more varied (I-IV) than female fish (III and IV). The highest average gonadosomatic index (male and female) was found in March and the lowest in January. The fecundity ranges from 57-23,897 eggs.

**Keywords:** *Spotted barb*; fecundity; gonad maturity; sex ratio

## PENDAHULUAN

Ikan nyalian (*Barbodes binotatus*) merupakan spesies ikan air tawar yang termasuk ke dalam famili Cyprinidae. *B. binotatus* memiliki beberapa nama sinonim dalam literatur ilmiah diantaranya *Puntius binotatus*, *Systomus binotatus*, *Capoeta binotata* dan *Barbus maculatus* (Kottelat, 2013). Ikan ini merupakan spesies asli Asia Tenggara yang tersebar luas di Laos, Vietnam, Kamboja, Myanmar, Brunei Darussalam, Malaysia, Filipina, Thailand dan Indonesia (Jenkins et al., 2015). Penyebaran *B. binotatus* di Indonesia meliputi perairan tawar di Sumatera (Vitri et al., 2012; Situmorang et al., 2013), Jawa (Saepudin, 1999; Rahmawati, 2006; Mujtahidah, 2014), Bali (Sari et al., 2017; Pertamina et al., 2020), Sulawesi (Parenti et al., 2014), dan Kalimantan (Jusmaldi dan Hariani, 2018; Pratama et al., 2018). Persebaran spesies ini sangat luas, sehingga ikan ini sering digunakan sebagai indikator lingkungan untuk menilai degradasi habitat atau kesehatan perairan (Isa et al., 2010; Zakeyudin et al., 2012).

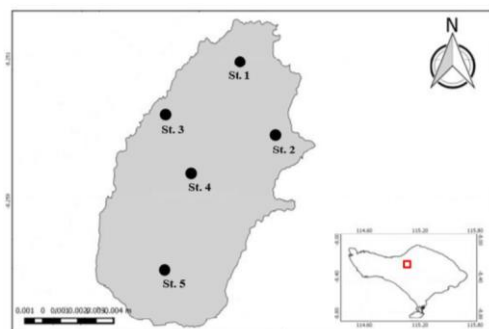
Beberapa kajian terkait *B. binotatus* sudah pernah dilakukan dalam skala laboratorium seperti perkembangan telur (Iswahyudi et al., 2014), identifikasi molekuler melalui kode batang DNA (*DNA barcoding*) (Hutama et al., 2017), taksonomi (Roesma et al., 2019; Ahmad et al., 2020), dan hormon pertumbuhan rekombinan (Sutarjo et al., 2020). Sementara itu, penelitian ikan nyalian di ekosistem perairan lainnya telah membahas tentang aspek biologi

reproduksi (Rahmawati, 2006), analisis morfologi (Dorado et al., 2012; Vitri et al., 2012), komparasi jenis pakan (Situmorang et al., 2013), pola pertumbuhan (Lim et al., 2013; Jusmaldi dan Hariani, 2018; Pratama et al., 2018), dinamika populasi (Batubara et al., 2019), dan asimetri morfometrik (Astuti et al., 2020).

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dilakukan, hanya ditemukan kajian atau informasi *B. binotatus* terkait iktiofauna di Danau Buyan dan Tamblingan (Sari et al., 2017) serta kisaran panjang di Danau Tamblingan (Pertami et al., 2020). Informasi aspek reproduksi ikan nyalian (*Barbodes binotatus*) di Danau Tamblingan belum diteliti, sehingga upaya pengelolaan sumberdaya spesies ikan ini belum dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi terkait nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, dan fekunditas ikan nyalian (*Barbodes binotatus*) di Danau Tamblingan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Juni 2019 di Danau Tamblingan. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif dan kuantitatif. Pengambilan sampel ikan nyalian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling* di lima titik stasiun. Peta lokasi penelitian dan karakteristik masing-masing stasiun pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Karakteristik Masing-Masing Stasiun Pengambilan Sampel Ikan

No.	Nama Stasiun	Koordinat	Karakteristik
1.	Lenggang	S : 08° 25' 307" E : 115° 10' 193"	Tumbuhan air ( <i>Nymphoides</i> sp.) dan bebatuan, topografi agak curam.
2.	Pura Dalem	S : 08° 25' 657" E : 115° 10' 212"	Pinggiran danau berbatu, tumbuhan air ( <i>Cyperus</i> spp.).
3.	Tirta Mengening	S : 08° 24' 987" E : 115° 09' 732"	Pinggiran danau bertebing curam, batang pohon yang mati.
4.	Tengah	S : 08° 26' 281" E : 115° 09' 787"	Lokasi nelayan menebar jaring, arus perairan cukup kuat.
5.	Pos Nelayan	S : 08° 26' 524" E : 115° 09' 441"	Tumbuhan air ( <i>Nymphoides</i> sp.), pinggiran danau landai, lokasi nelayan untuk menangkap ikan.

### Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jaring, DO meter, kertas pH, termometer, *depth* meter, cakram *secchi*, *turbidity* meter, timbangan, penggaris, alat tulis, alat bedah (*dissecting set*), kamera, cawan petri, sarung tangan (*hand gloves*), kotak pendingin (*cool box*), dan nampan.

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan nyalian (*Barbodes binotatus*), formalin 10%, dan aquades.

### Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada setiap bulan. Jaring insang memiliki ukuran mata jaring 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 cm dengan panjang 300 m dan tinggi 2 m. Jaring dipasang pada sore hari pukul 17.00 dan diangkat esok harinya pukul 08.00. Pengambilan sampel ikan dilakukan secara bergantian. Hari pertama, jaring dipasang di stasiun 1, 2 dan 3 dan hari kedua jaring dipasang di stasiun 4 dan 5. Pengukuran dan pengamatan kondisi perairan dilakukan pada pagi hari sebelum jaring diangkat.

Sampel ikan nyalian (*Barbodes binotatus*) diukur panjang dan ditimbang bobotnya. Panjang ikan yang diukur meliputi panjang total (PT), panjang cagak (PC) dan panjang baku (PB). Panjang ikan diukur menggunakan penggaris berketelitian 1 mm. Bobot ikan

ditimbang dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,0001 g.

Sampel ikan dibedah untuk pengamatan jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad. Gonad ikan jantan dan betina ditimbang beratnya dengan timbangan digital berketelitian 0,0001 g untuk melakukan perhitungan indeks kematangan gonad. Telur pada gonad ikan betina pada TKG III dan IV diambil kemudian dihitung fekunditasnya dengan metode gravimetrik. Sampel bagian gonad yang digunakan dalam perhitungan fekunditas adalah pada bagian depan, tengah dan belakang.

### Analisis Data

Nisbah kelamin yang didasarkan pada jumlah ikan nyalian jantan dan betina yang tertangkap, dihitung dengan menggunakan rumus menurut Omar *et al.* (2014) sebagai berikut:

$$NK = \frac{J}{B}$$

Keterangan: NK: nisbah kelamin, J: jumlah ikan jantan, B: jumlah ikan betina

Untuk mengetahui keseimbangan jenis kelamin, maka digunakan uji chi kuadrat dengan menggunakan persamaan menurut (Steel dan Torrie, 1993; Tampubolon *et al.*, 2015) sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Keterangan:  $X^2$  : nilai *chi* kuadrat,  $o_i$ : frekuensi ikan jantan dan betina yang

teramati, e; frekuensi harapan ikan jantan dan betina dalam kondisi seimbang

Menurut Adebisi (2013) indeks kematangan gonad dapat diukur dengan membandingkan berat gonad dengan bobot tubuh ikan. Rumus indeks kematangan gonad adalah sebagai berikut:

$$IKG = \frac{BG}{BI} \times 100$$

Keterangan: IKG: indeks kematangan gonad, BG: berat gonad (g), BI: bobot ikan (g)

Perhitungan fekunditas ikan menggunakan metode gravimetrik menurut Effendie (2002) sebagai berikut:

$$F = \frac{G}{Q} \times N$$

Keterangan: F: fekunditas (butir), G: berat gonad (g), Q: berat sub gonad (g), N: jumlah telur pada sub gonad (butir)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Nisbah Kelamin*

Nisbah kelamin adalah suatu parameter reproduksi yang diukur untuk menentukan kemungkinan tersedianya induk jantan dan induk betina, serta dapat menunjukkan ada atau tidaknya eksploitasi yang berlebihan terhadap salah satu jenis kelamin, dan dapat menjadi indikasi adanya perubahan lingkungan (Effendie, 2002; Omar *et al.*, 2014). Nisbah kelamin ikan nyalian jantan dan betina di Danau Tamblingan pada bulan Januari-Juni 2019 berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh nilai *chi* kuadrat 0,26 (>0,05) yang berarti nisbah kelamin ikan nyalian tersebut dalam keadaan seimbang. Jumlah ikan jantan di Danau Tamblingan yaitu 111 individu dan ikan nyalian betina yaitu 95 individu. Dua individu ikan nyalian tidak diketahui kelaminnya karena saat ikan dibedah, gonad tidak dapat diidentifikasi (rusak). Nisbah kelamin ikan nyalian adalah 1,17, sedangkan yang siap memijah adalah 0,52 (Tabel 2).

Berdasarkan hasil pengujian *chi* kuadrat, menunjukkan bahwa proporsi ikan nyalian jantan lebih banyak daripada

ikan nyalian betina. Perbandingan antara nisbah kelamin jantan dan betina adalah 1,17:1, kondisi tersebut menunjukkan bahwa nisbah kelamin ikan nyalian di Danau Tamblingan dalam keadaan seimbang. Dalam kajian Jusmaldi dan Hariani (2018) juga ditemukan nisbah kelamin ikan nyalian jantan dan betina di Sungai Barambai, Kalimantan Timur dalam kondisi seimbang (1:1,12). Lebih lanjut, Rahmawati (2006) juga menemukan nisbah kelamin ikan nyalian jantan dan betina dalam kondisi seimbang (1,15:1) di bagian hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, Jawa Barat.

Seimbangny jumlah ikan jantan dan ikan betina yang tertangkap diduga karena ikan jantan maupun ikan betina berada pada satu area saat memijah sehingga menyebabkan peluang tertangkapnya sama. Pratama *et al.* (2018) menyatakan bahwa, dalam mempertahankan kelangsungan hidup suatu populasi, perbandingan ikan jantan dan ikan betina diharapkan berada dalam kondisi seimbang, setidaknya ikan betina lebih banyak. Perbedaan faktor lingkungan dapat memengaruhi nisbah kelamin. Faktor lingkungan yang dapat memengaruhi perbedaan jenis kelamin berbagai spesies ikan yaitu suhu, pH, kadar oksigen, dan kepadatan populasi (Baroiller *et al.*, 2009).





### *Tingkat Kematangan Gonad*

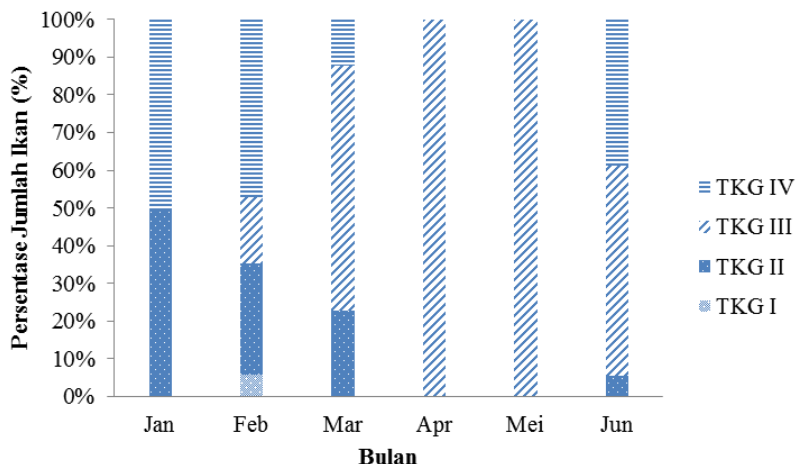
Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan nyalian jantan pada bulan Januari diketahui berada pada TKG II dan IV, sedangkan pada bulan Februari diperoleh ikan pada tahapan TKG (I, II, III, IV). Bulan Maret dan Juni tidak terdapat ikan nyalian jantan dengan TKG I. Selanjutnya, diketahui bahwa pada bulan April dan Mei diperoleh ikan dengan TKG III saja (Gambar 2). Pada ikan nyalian betina ditemukan dua tingkat kematangan gonad yaitu TKG III dan TKG IV (Gambar 3). Hasil pengamatan TKG ikan nyalian jantan dan betina di Danau Tamblingan pada Januari sampai Juni 2019 dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Nisbah Kelamin Ikan Nyalian di Danau Tamblingan pada Bulan Januari sampai Juni 2019

Bulan	Jumlah (ekor)			Siap Memijah (ekor)		
	Jantan	Betina	NK	Jantan	Betina	NK
Jan	8	9	0,89	4	3	1,33
Feb	17	15	1,13	8	5	1,60
Mar	57	50	1,14	7	32	0,22
Apr	5	12	0,42	0	6	0,00
Mei	6	4	1,50	0	2	0,00
Jun	18	5	3,60	7	2	3,50
Total	111	95	1,17	26	50	0,52

Tabel 3. Hasil Pengamatan TKG Ikan Nyalian Jantan di Danau Tamblingan

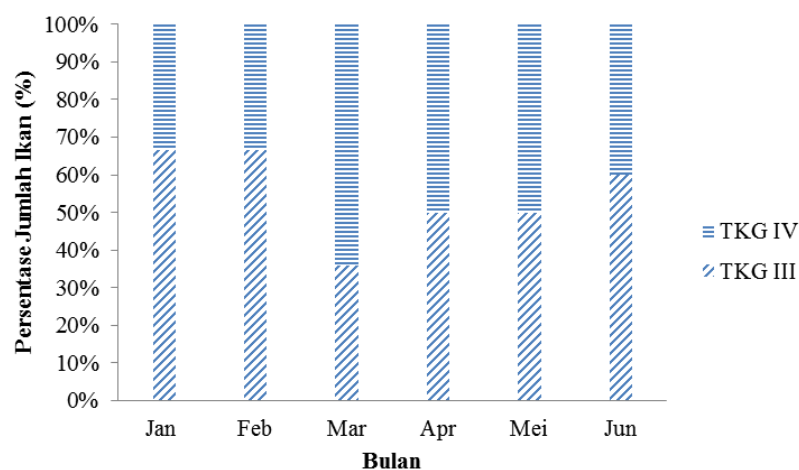
Tingkat Kematangan Gonad (TKG)	Dokumentasi
TKG I	
TKG II	
TKG III	
TKG IV	



Gambar 2. Tingkat kematangan gonad ikan nyalian jantan di Danau Tamblingan pada Januari sampai Juni 2019

Tabel 4. Hasil Pengamatan TKG Ikan Nyalian Betina di Danau Tamblingan

Tingkat Kematangan Gonad (TKG)	Dokumentasi
TKG III	
TKG IV	



Gambar 3. Tingkat kematangan gonad ikan nyalian betina di Danau Tamblingan pada Januari sampai Juni 2019



Ikan nyalian jantan yang ditemukan dalam kurun waktu Januari-Juni 2019 pada TKG yang cukup bervariasi (I,II,III,IV). Pada ikan nyalian betina ditemukan dengan dua tahapan saja (III dan IV) di setiap stasiun, diduga karena ikan nyalian betina sedang melakukan pemijahan. Ikan nyalian jantan dengan TKG IV (matang gonad) ditemukan pada ukuran panjang total 8,2 cm dan 8,5 cm untuk ikan betina. Hal tersebut sesuai dengan penelitian dari Rahmawati (2006) yang menyatakan bahwa ikan nyalian jantan mulai matang gonad pada ukuran 5,0 cm, sedangkan ukuran 5,6 cm pada ikan betina. Setiap spesies ikan pada waktu kali pertama matang gonad tidak memiliki ukuran yang sama. Beberapa faktor yang memengaruhi kematangan gonad ikan antara lain keberadaan hormon, makanan, dan suhu perairan (Tang dan Affandi, 2002).

Berdasarkan pengambilan sampel ikan pada setiap bulannya, diperoleh bahwa nyalian jantan didominasi oleh ikan dengan TKG III, dan TKG IV pada ikan betina. Frekuensi tertinggi ikan jantan serta betina dengan TKG III dan TKG IV terdapat pada bulan Maret. Meningkatnya TKG dicirikan oleh ukuran, warna, dan bentuk. Pada ikan jantan ditandai dengan bentuk testes, besar kecilnya testes dan warna testes. Sedangkan pada ikan betina didasarkan pada besar kecilnya ovarium, bentuk ovarium, warna ovarium, ukuran telur di dalam ovarium, dan halus tidaknya permukaan ovarium (Effendie, 2002).

#### *Indeks Kematangan Gonad*

Kisaran nilai dan nilai rata-rata indeks kematangan gonad (IKG) ikan nyalian jantan pada bulan Januari sampai Juni 2019 secara berurutan diperoleh nilai sebagai berikut 0,32-1,89 dan 1,14; 0,23-3,57 dan 1,90; 0,69-5,33 dan 2,08; 1,31-2,22 dan 1,75; 1,00-2,84 dan 1,97; 1,11-2,73 dan 1,80.

Lebih lanjut, untuk ikan nyalian betina adalah 0,64-12,26 dan 5,91; 1,86-18,44 dan 11,65; 1,73-40,51 dan 11,87; 3,77-12,12 dan 8,36; 1,79-12,77 dan

8,06; 2,12-14,40 dan 7,02. Nilai kisaran dan rata-rata indeks kematangan gonad ikan nyalian dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan perhitungan indeks kematangan gonad, ikan betina memiliki nilai lebih besar daripada ikan jantan. Rata-rata nilai indeks kematangan gonad ikan nyalian jantan dan betina tertinggi pada bulan Maret dan terendah pada bulan Januari. Proporsi tertinggi kematangan gonad ikan jantan dan betina ditemukan pada bulan Maret. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu puncak pemijahan ikan nyalian di Danau Tamblingan terjadi pada bulan Maret atau pada musim penghujan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian dari Tampubolon *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa musim pemijahan ikan motan (*Thynnichthys thynnoides*) yang termasuk ke dalam famili Cyprinidae berada pada musim hujan. Musim hujan memiliki korelasi yang kuat dengan terjadinya pemijahan ikan-ikan yang hidup di wilayah tropis karena terjadi peningkatan masa air di sungai dan danau (Muchlisin *et al.*, 2010). Nilai IKG ikan betina lebih besar daripada IKG ikan jantan, diduga karena pada tingkat kematangan gonad yang sama, berat gonad ikan betina lebih besar dari ikan jantan (Rizky, 2016).

#### *Fekunditas*

Nilai total fekunditas ikan nyalian betina diperoleh sebesar 555.123 butir. Total fekunditas terendah ditemukan yaitu 57 butir pada bulan Mei dan fekunditas tertinggi yaitu 23.897 butir pada bulan Maret. Nilai kisaran dan rata-rata fekunditas ikan nyalian dapat dilihat pada Tabel 6.

Fekunditas ikan nyalian di Danau Tamblingan kurun waktu Januari-Juni 2019 berkisar antara 57-23.897 butir. Fekunditas maksimum dijumpai pada ukuran panjang total 14,3 cm dengan bobot tubuh ikan 48,84 g dan berat gonad 9,22 g. Fekunditas terendah ditemukan pada ukuran panjang total 9,7 cm dengan bobot tubuh ikan 13,65 g dan berat gonad 0,24 g. Rata-rata fekunditas ikan nyalian di Danau Tamblingan yaitu sebanyak

5.906 butir. Jika dibandingkan dengan penelitian dari Rahmawati (2006), rata-rata fekunditas ikan nyalian di bagian hulu DAS Ciliwung adalah sebanyak 2.588 butir. Lebih lanjut, kajian dari Mujtahidah (2014), fekunditas ikan

nyalian berkisar antara 3.586-7.814 butir. Perbedaan fekunditas ini diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan perairan, variasi ukuran ikan dan juga ketersediaan makanan (Effendie, 2002).

Tabel 5. Nilai kisaran dan rata-rata indeks kematangan gonad ikan nyalian di Danau Tamblingan pada Januari sampai Juni 2019

Bulan	Jumlah (ekor)	Ikan Jantan		Jumlah (ekor)	Ikan Betina	
		Kisaran	Rata-rata		Kisaran	Rata-rata
Jan	8	0,32-1,89	1,14	9	0,64-12,26	5,91
Feb	17	0,23-3,57	1,90	15	1,86-18,44	11,65
Mar	57	0,69-5,33	2,08	50	1,73-40,51	11,87
Apr	5	1,31-2,22	1,75	12	3,77-12,12	8,36
Mei	6	1,00-2,84	1,97	4	1,79-12,77	8,06
Jun	18	1,11-2,73	1,80	5	2,12-14,40	7,02
Total	111	0,23-5,33	1,77	95	0,64-40,51	8,81

Tabel 6. Nilai kisaran dan rata-rata fekunditas ikan nyalian di Danau Tamblingan pada Januari sampai Juni 2019

Bulan	Jumlah (ekor)	Ikan Betina	
		Kisaran	Rata-rata
Jan	9	144-6.949	2.791
Feb	15	286-11.840	5.096
Mar	50	141-23.897	7.107
Apr	12	525-6.534	3.344
Mei	4	57-15.397	7.355
Jun	5	497-17.017	7.169
Total	95	57-23.897	5.477

## KESIMPULAN

Ikan nyalian yang ditemukan di Danau Tamblingan berjumlah 111 ekor untuk ikan jantan dan 95 ekor untuk ikan betina (1,17:1) yang menunjukkan nisbah kelamin dalam keadaan seimbang, dengan TKG yang bervariasi (I,II,III,IV) pada ikan jantan, serta TKG III dan IV pada ikan betina. Rata-rata nilai indeks kematangan gonad ikan nyalian jantan dan betina tertinggi pada bulan Maret dan terendah pada bulan Januari. Fekunditas ikan nyalian berkisar antara 57-23.897 dengan rerata yaitu sebanyak 5.906 butir.

Saran yang dapat diajukan dari penelitian ini yaitu perlu adanya kajian lebih lanjut, meliputi makanan dan

kebiasaan makan ikan nyalian di Danau Tamblingan. Selain itu, perlu adanya sosialisasi kepada nelayan setempat untuk menghindari penangkapan pada bulan Maret, karena bulan tersebut diduga puncak pemijahan ikan nyalian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada I Nyoman Yoga Parawangsa yang telah membantu selama penelitian serta kepada Kepala Laboratorium Perikanan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana yang telah memfasilitasi penulis selama melakukan analisis data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adebiyi, F.A. (2013). The sex ratio, gonadosomatic index, stages of gonadal development and fecundity of Sompat grunt, *Pomadasy jubelini* (Cuvier, 1830). *Pakistan Journal of Zoology*, 45(1), 41-46.
- Ahmad, M.F., Theng, E.C.M., Nor, S.A.M., and Ahmad, A. (2020). Deciphering species-group taxonomic complexity of common, *Barbodes binotatus* and saddle barbs, *B. banksi* in Peninsular Malaysia. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 16(5), 536-543.
- Astuti, S.S., Hariati, A.M., Kusuma, W.E., and Wiadnya, D.G.R. (2020). Morphometric asymmetry of *Barbodes binotatus* (Cyprinidae) collected from three different rivers in Java. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 441 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012055>
- Baroiller, J.F., D'Cotta, H., and Saillant, E. (2009). Environmental effects on fish sex determination and differentiation. *Sexual Development*, 3(2-3), 118–135. <https://doi.org/10.1159/000223077>
- Batubara, A.S., Nur, F.M., Zulfahmi, I., Rizal, S., Efizon, D., Elvyra, R., and Muchlisin, Z.A. (2019). Population dynamics of the groe fish *Barbodes binotatus* (Pisces: Cyprinidae) in the Nagan River, Aceh Province, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 348 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012038>
- Dorado, E.L., Torres, M.A.J., and Demayo, C.G. (2012). Sexual dimorphism in body shapes of the spotted barb fish, *Puntius binotatus* of Lake Buluan in Mindanao, Philippines. *AAFL Bioflux*, 5(5), 321-329.
- Effendie, M.I. (2002). *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. 162 hlm.
- Hutama, A., Dahruddin, H., Busson, F., Sauri, S. Keith, P., Hadiaty, R.K., Hanner, R., Suryobroto, B., and Hubert, N. (2017). Identifying spatially concordant evolutionary significant units across multiple species through DNA barcodes: Application to the conservation genetics of the freshwater fishes of Java and Bali. *Global Ecology and Conservation*, 12, 170-187. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.11.005>
- Isa, M.M., Rawi, C.S.M., Rosla, R., Shah, S.A.M., and Shah, A.S.R.M. (2010). Length-weight relationships of freshwater fish species in Kerian River Basin and Pedu Lake. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(1), 1-8.
- Iswahyudi., Marsoedi., and Widodo, M.S. (2014). Development of spotted barb (*Puntius binotatus*) eggs. *Journal of Life Science and Biomedicine*, 4(1), 53-56.
- Jenkins, A., Kullander, F.F., and Tan, H.H. (2015). *Barbodes binotatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T169538A70031333.
- Jusmaldi dan Hariani, N. (2018). Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2), 87-101. <https://doi.org/10.32491/jii.v18i2.426>
- Kottelat, M. (2013). The fishes of the inland waters of Southeast Asia: a catalogue and core bibliography of the fishes known to occur in freshwaters, mangroves and estuaries. *Raffles Bulletin of Zoology*, 27, 1-663.
- Lim, L.S., Chor, W.K., Tuzan, A.D., Malitam, L., Gondipon R., and

- Ransangan, J. (2013). Length-weight relationship of the pond-cultured spotted barb (*Puntius binotatus*). *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(7), 61-63.
- Muchlisin, Z.A., Musman, M., and Azizah, M.N.S. (2010). Spawning seasons of *Rasbora tawarensis* (Pisces: Cyprinidae) in Lake Laut Tawar, Aceh Provinsi, Indonesia. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 8(49), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-8-49>
- Mujtahidah, T. (2014). Siklus reproduksi ikan wader cakul (*Puntius binotatus*) pada pertengahan musim penghujan tahun 2013/2014 [Skripsi]. Malang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. 63 hlm.
- Omar, S.B.A, Kariyanti, J. Tresnati, J., Umar, M.T., dan Kune, S. (2014). Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan endemik beseng-beseng, *Marosatherina ladiges* (AHL, 1936) di Sungai Bantimurung dan Sungai Pattunuang Asue, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*.
- Parenti, L.R., Hadiaty, R.K., and Lumbantobing, D.N. (2014). Collection of freshwater and coastal fishes from Sulawesi Tenggara, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1), 1-19.
- Pertami, N.D., Tampubolon, P.A.R.P., Parawangsa, I.N.Y., Persada, P.R.G., Manangkalangi, E., and Syafei, L.S. (2020). The ratio of native and alien fish species in Buyan and Tamblingan Lakes, Bali. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 404 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012058>
- Pratama, R., Jusmaldi., dan Hariani, N. (2018). Pola pertumbuhan, faktor kondisi dan habitat ikan tewaring *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Hutan Berambai Samarinda. *Bioprospek*, 13(1), 40-49.
- Rahmawati, I. (2006). Aspek biologi reproduksi ikan beunteur (*Puntius binotatus* C. V. 1842, Famili Cyprinidae) di Bagian Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 76 hlm.
- Rizky, S. (2016). Studi aspek biologi reproduksi ikan motan (*Thynnichthys Thynnoides* Bleeker, 1852) di Oxbow Pinang Luar Desa Buluhcina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau [Skripsi]. Riau: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. 52 hlm.
- Roesma, D.I., Tjong, D.H., Karlina, W., and Aidil, D.R. (2019). Taxonomy confirmation of *Puntius* cf. *binotatus* from Gunung Tujuh Lake, Jambi, Indonesia based on Cytochrome Oxidase-I (COI) gene. *Biodiversitas*, 2(1), 54-60. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200107>
- Saepudin, A. (1999). Studi aspek biologi reproduksi ikan-ikan di Situ Cigudeg Kabupaten Bogor, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 61 hlm.
- Sari, N.P.Y.A., Persada, P.R.G., Tampubolon, P.A.R.P., dan Pertami, N.D. (2017). Kekayaan iktiofauna danau di Bali dan perkembangan penelitiannya. *Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan: 237-248*.
- Situmorang, T.S., Barus, T.A., dan Wahyuningsih, H. (2013). Studi komparasi jenis makanan ikan keperas (*Puntius binotatus*) di Sungai Aek Pahu Tombak, Aek Pahu Hutamosu dan Sungai

- Parbotikan Kecamatan Batang Toru Tapanuli Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2), 49-58.
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik*. Terjemahan Bambang Sumantri. Jakarta: PT Gramedia. 748 hlm.
- Sutarjo, G.A., Refki, M., Zubaidah, A., Handajani, H., and Andriawan, S. (2020). Recombinant growth hormone supplemented on feed to the growth performance of *Barbodes binotatus*. *AAFL Bioflux*, 13(3), 1682-1688.
- Tampubolon, P.A.R.P., Rahardjo, M.F., dan Krismono. (2015). Aspek reproduksi ikan oskar (*Amphilophus citrinellus* Gunther, 1864) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. *Bawal*, 7(2), 67-75.  
<https://doi.org/10.15578/bawal.7.2.2015.67-75>
- Tampubolon, P.A.R.P., Rahardjo, M.F., Sjafei, D.S., dan Simanjuntak, C.P.H. (2008). Aspek pemijahan ikan motan, *Thynnichthys thynnoides*, Bleeker 1852 (Famili: Cyprinidae) di Rawa Banjiran Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(1), 1-9.
- Tang, U.M. dan Affandi, R. (2002). *Fisiologi Hewan Air*. Riau: Universitas Riau Press. 217 hlm.
- Vitri, D.K., Roesma, D.I., dan Syaifullah. (2012). Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* Valenciennes 1842 (Pisces: Cyprinidae) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2), 139-143.
- Zakeyudin, M.S., Isa, M.M., Rawi, C.S.M., and Shah, A.S.M. (2012). Assessment of suitability of Kerian River tributaries using length-weight relationship and relative condition factor of six freshwater fish species. *Journal of Environment and Earth Science*, 2(3), 52-60.





## Profil Kawasan Reboisasi Mangrove Kepulauan Seribu Berdasarkan Karakteristik Lingkungan dan Fauna Makrobentik Terkait

Mangrove Reboisation Area Profile of Seribu Island Based on Environmental  
Characteristics and Related Macrobenthic Fauna

Febrianti Lestari<sup>1</sup>, Syahrial<sup>2\*</sup>, Rika Anggraini<sup>1</sup>, Yudho Andika<sup>2</sup>,  
Cut Meurah Nurul 'Akla<sup>2</sup>, Agus Putra Abdul Samad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji,  
Kepulauan Riau, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Aceh, Indonesia

\*Korespondensi: syahrial.marine@unimal.ac.id

### ABSTRAK

Fauna makrobentik sering digunakan sebagai bioindikator kualitas lingkungan dan informasi tentang karakteristik lingkungan maupun keberadaan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove masih sangat terbatas. Kajian profil kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu berdasarkan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentiknya telah dilakukan pada bulan Maret 2014. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ekologi perairan di sekitar kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu. Untuk mengetahui keterkaitan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentik dengan stasiun pengamatan dilakukan dengan statistik *Correspondence Analysis* (CA), sedangkan karakteristik lingkungan penentu fauna makrobentik serta hubungannya dilakukan dengan statistik *Principal Component Analysis* (PCA) dan regresi linier sederhana. Hasil kajian memperlihatkan bahwa konsentrasi karakteristik lingkungan yang diukur tidak begitu berbeda antar stasiun dan tidak melebihi ambang baku mutu untuk kehidupan biota laut. Selanjutnya fauna makrobentik yang ditemukan terdiri dari 6 spesies dengan kepadatan tertingginya berada di Stasiun 3 (05.00 ind/m<sup>2</sup>) dan terendahnya di Stasiun 1 (02.00 ind/m<sup>2</sup>). Pada Stasiun 1 konsentrasi pH dan suhunya sangat tinggi, sedangkan Stasiun 2 dan 3 konsentrasi salinitasnya yang tinggi. Fauna makrobentik *Atilia (Columbella) scripta*, *Metopograpsus latifrons*, *Littoraria scabra*, *Saccostrea cucculata* dan *Cardisoma carnifex* dapat berasosiasi dengan mangrove di semua stasiun. Selain itu, karakteristik lingkungan yang menentukan keberadaan fauna makrobentik *C. carnifex* adalah parameter pH, dimana semakin tinggi konsentrasi pH, maka kepadatan *C. carnifex* semakin menurun. Selain itu, karakteristik lingkungan yang menentukan keberadaan fauna makrobentik *S. cucculata*, *M. latifrons* dan *A. scripta* ditentukan oleh parameter DO dan salinitas yakni semakin rendah konsentrasi DO dan salinitas, maka kepadatan *S. cucculata*, *M. latifrons* maupun *A. scripta* akan semakin tinggi.

**Kata kunci:** Ekologi perairan, reboisasi mangrove, karakteristik lingkungan, fauna makrobentik, Kepulauan Seribu

### ABSTRACT

Macrobenthic fauna is often used as a bioindicator of environmental quality. However, information about the environmental characteristics and the existence of

macrobenthic fauna in the mangrove reforestation area is still very limited. The study of the profile of the Seribu Island mangrove reforestation area based on the characteristics of the macrobenthic environment and fauna was carried out in March 2014. The aim of this study is to determine the ecological conditions of the waters around the Seribu Island mangrove reforestation area. To find out the relationship between environmental characteristics and macrobenthic fauna with observation stations carried out by statistics on *Correspondence Analysis* (CA), while the environmental characteristics that determine macrobenthic fauna and their relationships are carried out with *Principal Component Analysis* (PCA) statistics and simple linear regression. The results of the study show that the concentration of measured environmental characteristics is not very different between stations and does not exceed the quality standard threshold for marine life. Then the macrobenthic fauna found consisted of 6 species with the highest density at Station 3 (05.00 ind/m<sup>2</sup>) and the lowest at Station 1 (02.00 ind/m<sup>2</sup>). At Station 1 the pH and temperature concentration is very high, while Station 2 and 3 have high salinity concentrations. Macrobenthic fauna *Atilia (Columbella) scripta*, *Metopograpsus latifrons*, *Littoraria scabra*, *Saccostrea cucullata*, and *Cardisoma carnifex* can be associated with mangroves at all stations. In addition, the environmental characteristics that determine the presence of *C. carnifex* macrobenthic fauna are pH parameters, where the higher the pH concentration, the lower the density of *C. carnifex*. Then the environmental characteristics that determine the presence of the macrobenthic fauna of *S. cucullata*, *M. latifrons* and *A. scripta* are determined by DO (*Dissolved Oxygen*) and salinity parameters namely the lower DO (*Dissolved Oxygen*) concentration and salinity, the higher the density of *S. cucullata*, *M. latifrons* and *A. scripta*.

**Keywords:** Aquatic ecology, mangrove reforestation, environmental characteristics, macrobenthic fauna, Seribu Island

## PENDAHULUAN

Kepulauan Seribu merupakan salah satu kabupaten di Provinsi DKI Jakarta yang berada pada koordinat 5°10'00" – 5°57'00" Lintang Selatan dan 106°19'30" – 106°44'50" Bujur Timur, dimana geografinya tergolong dataran rendah (rata-rata ketinggiannya ± 1 m di atas permukaan laut), luasnya mencapai 8.70 km<sup>2</sup>, memiliki 110 pulau, bagian Utara berbatasan dengan Selat Sunda/Laut Jawa, Timur berbatasan dengan Laut Jawa, Selatan berbatasan dengan Kota Administrasi Jakarta Utara/Jakarta Barat/Kabupaten Tangerang dan Barat berbatasan dengan Laut Jawa/Selat Sunda (BPS Kepulauan Seribu, 2018). Menurut Kemhut (2012) Kepulauan Seribu adalah salah satu kawasan konservasi yang berbasis perairan laut di Indonesia (Taman Nasional Kepulauan Seribu/TNKS), dimana mempunyai nilai konservasi yang tinggi terhadap kelimpahan maupun keragaman jenis biota laut serta

ekosistemnya yang unik dan khas (Natsir dan Dewi, 2015), sehingga menjadi salah satu destinasi bagi wisatawan lokal maupun mancanegara (Salim dan Hasanudin, 2016).

Mangrove adalah hutan pantai yang ditemukan di muara terlindung dan di sepanjang tepian sungai serta laguna di daerah tropis dan subtropis (Maiti dan Chowdhury, 2013), dimana di Indonesia, hutan mangrovenya terdapat di seluruh pantai dan tumbuh berkembang pada lokasi yang mempunyai hubungan pengaruh pasang surut air laut (Anwar dan Gunawan, 2006), sehingga komposisi jenis mangrovenya bervariasi dari satu pulau ke pulau yang lain (Kusmana, 2011) dan paling sedikitnya terdapat 38 spesies mangrove sejati teridentifikasi di Indonesia (Brown, 2007) yang menjadikan Indonesia sebagai habitat penting bagi mangrove dunia (Ilman *et al.*, 2016). Namun, penggundulan hutan mangrove di Indonesia sangat tinggi (Murdiyarso *et al.*, 2015). Penyebab utamanya adalah

budidaya (akuakultur) dan perkebunan kelapa sawit (Giri *et al.*, 2008; Basyuni *et al.*, 2015; Richards dan Friess, 2016), sehingga Indonesia kehilangan lebih dari 1.2 Mha hutan mangrovenya (FAO, 2007).

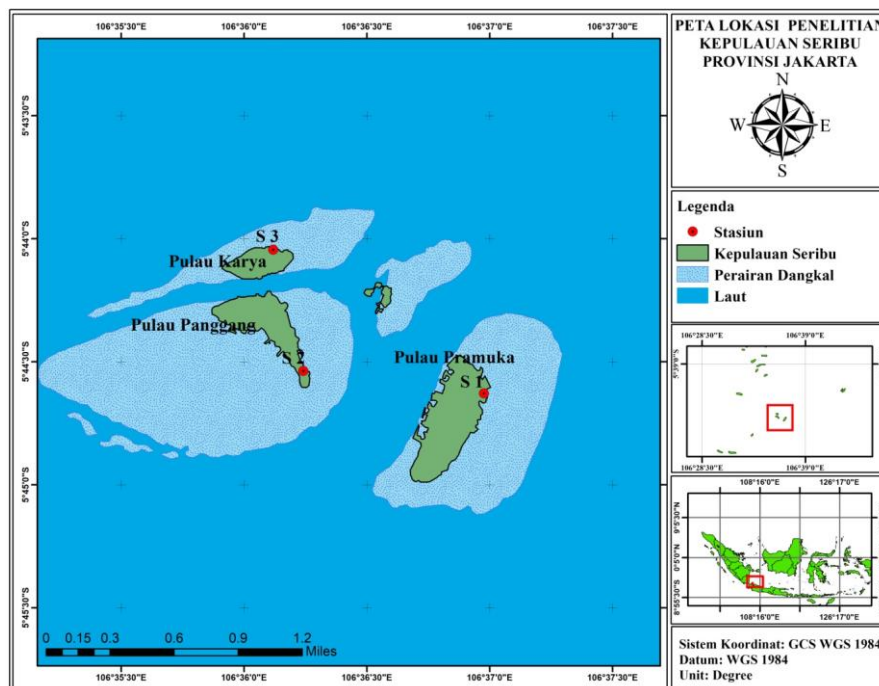
Diberbagai tempat perusakan dan degradasi habitat mangrove, kini telah berupaya dilakukan kegiatan konservasi dan rehabilitasi mangrove (Alfaro, 2010) termasuk di Indonesia dan Kepulauan Seribu. Hal ini dilandasi oleh pentingnya hutan mangrove bagi lingkungan sekitar, baik itu sebagai penyedia makanan, tempat pembesaran maupun perlindungan bagi ikan, invertebrata, mamalia serta burung (Primavera, 1998; Robertson dan Duke, 1987; Sasekumar *et al.*, 1992). Selain itu, juga dilandasi oleh karena mangrove dapat melindungi pesisir dari hantaman badai dan abrasi, menyimpan karbon, mendukung perikanan tangkap, menyediakan kayu, meningkatkan kualitas air hingga dapat memberikan kesempatan untuk rekreasi/pariwisata (Ewel *et al.*, 1998; Barbier *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2014). Mengingat pentingnya hutan mangrove bagi lingkungan pesisir dan laut, kemudian tingkat kehadiran

fauna bentik dapat dijadikan sebagai kriteria utama dalam menilai suatu keberhasilan rehabilitasi pantai (Field, 1998; Teal dan Weishar, 2005) serta masih minimnya kajian-kajian yang berkaitan dengan pasca reboisasi mangrove di Kepulauan Seribu, sehingga kajian di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu berdasarkan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentik sangat perlu dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi ekologi perairan Kepulauan Seribu pasca dilakukan rehabilitasi mangrove yang berdasarkan karakteristik lingkungan dan keberadaan fauna makrobentiknya.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Kajian dilaksanakan pada bulan Maret 2014 di kawasan reboisasi mangrove Kabupaten Kepulauan Seribu Provinsi Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta. Stasiun 1 berada di Pulau Pramuka, Stasiun 2 di Pulau Panggang dan Stasiun 3 di Pulau Karya (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rol meter, buku identifikasi siput dan kerang (Dharma, 1988; Dolorosa dan Dangan-Galon, 2014; Zvonareva *et al.*, 2015; Zvonareva dan Kantor, 2016; Kantharajan *et al.*, 2017; Jeeva *et al.*, 2018; Yadav *et al.*, 2019; WoRMS, 2020), buku identifikasi kepiting brachyura Ng *et al.* (2008), data sheet, kamera, GPS Garmin 62 series, alat tulis, kantong plastik *polyethylene*, *water quality meter* (suhu, salinitas, pH) dan *cool box*. Sementara bahan yang digunakan adalah alkohol 70% untuk pengawetan fauna makrobentik dan aquades untuk mengkalibrasi alat kualitas air.

### Pengumpulan Data Karakteristik Lingkungan

Pengukuran karakteristik lingkungan dilakukan dengan cara *in situ* yaitu mengambil contoh air pada masing-masing stasiun pengamatan. Parameter karakteristik lingkungan yang diukur meliputi suhu perairan, pH dan salinitas dengan menggunakan *water quality meter*. Sementara parameter oksigen terlarut (DO) menggunakan data sekunder.

### Pengumpulan Data Fauna Makrobentik

Data fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu dikumpulkan dengan membuat transek garis dan plot yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dan tegak lurus garis pantai sampai ke daratan, kemudian transek garis tersebut dibuat petak-petak contoh (plot) dengan ukuran 10 x 10 m dan di dalamnya dibuat plot kecil (sub plot) yang berukuran 1 x 1 m (Ernanto *et al.*, 2010) sebanyak 5 plot. Tiap stasiun terdiri dari 3 plot dan tiap plot terdiri dari 5 sub plot, sehingga jumlah sub plot keseluruhannya adalah 45.

### Kepadatan Fauna Makrobentik

Analisis kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove

Kepulauan Seribu mengacu pada Odum (1971), Southwood (1978), Brower dan Zar (1984) serta Krebs (1989).

### Keterkaitan Karakteristik Lingkungan dan Fauna Makrobentik dengan Stasiun Pengamatan

Konektivitas (keterkaitan) antara karakteristik lingkungan dan fauna makrobentik dengan stasiun pengamatan di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu dilakukan dengan analisis statistik *Correspondence Analysis* (CA) menggunakan software SPSS v19.

### Karakteristik Lingkungan Penentu Fauna Makrobentik dan Hubungannya

Untuk mengetahui karakteristik lingkungan yang menentukan distribusi dan kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu digunakan analisis statistik multivariabel yang didasarkan pada *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan software SPSS v19, sedangkan untuk mengetahui hubungan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentiknya dilakukan menggunakan regresi linier sederhana (Purnami *et al.*, 2010; Choirudin *et al.*, 2014; Hasby *et al.*, 2014; Mushthofa *et al.*, 2014; Pamuji *et al.*, 2015; Wahyuningrum *et al.*, 2016; Mustofa, 2018)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Lingkungan

Tabel 1 memperlihatkan bahwa karakteristik lingkungan yang diukur di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu tidak begitu berbeda antar stasiunnya. Hal ini karena letak geografis pulau (stasiun pengamatan) yang tidak terlalu jauh jaraknya. Selain itu, Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa parameter-parameter yang diukur tidak melebihi ambang batas baku mutu untuk biota laut, sehingga baik itu mangrove maupun fauna makrobentiknya dapat mentolerir untuk kelangsungan hidup mereka.

Nobi *et al.* (2010) menyatakan bahwa kualitas air dan sedimen sangat penting untuk kelangsungan hidup dan kesejahteraan keanekaragaman hayati, terutama di daerah pesisir dan muara. Hal ini karena lingkungan intertidal mangrove merupakan lingkungan yang dinamis, baik itu secara fisik maupun geologis (Alongi, 2015), sehingga ekosistem mangrove menjadi rentan terhadap pengaruh lingkungan (Ghosh,

2011), kemudian Saintilan *et al.*, (2014) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor pembatas yang utama bagi mangrove karena memberikan penjelasan yang korelatif terhadap penyebarannya (Osland *et al.*, 2013). Selanjutnya, Nguyen *et al.* (2015) menyatakan bahwa salinitas adalah salah satu ciri lingkungan yang mendefinisikan habitat mangrove, apakah berkisar antara air tawar ataupun *hypersaline*.

Tabel 1. Karakteristik lingkungan di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Stasiun	Kualitas Air			
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	*DO
1	32	30	7.7	<sup>a</sup> 6.7
2	31	33	6.6	<sup>b</sup> 7.0
3	30	31	7.0	<sup>b</sup> 6.0
<b>Baku mutu MNLH (2004)</b>	<b>28 – 32</b>	<b>s/d 34</b>	<b>7 – 8.5</b>	<b>&gt;5</b>

\*Data sekunder, <sup>a</sup>Faiqoh *et al.* (2015), <sup>b</sup>Riani *et al.* (2017)

Tabel 2. Distribusi fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

Spesies	Stasiun	Lokasi	Plot		
			1	2	3
<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	1	Pramuka			
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Nerita albicilla</i>					
<i>Cardisoma carnifex</i>			+		
<i>Metopograpsus latifrons</i>					
<i>Saccostrea cucullata</i>			+	+	
<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	2	Panggung			
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Nerita albicilla</i>					
<i>Cardisoma carnifex</i>			+		
<i>Metopograpsus latifrons</i>				+	
<i>Saccostrea cucullata</i>			+	+	
<i>Atilia (Columbella) scripta</i>	3	Karya		+	
<i>Littoraria scabra</i>			+	+	+
<i>Nerita albicilla</i>					+
<i>Cardisoma carnifex</i>			+		
<i>Metopograpsus latifrons</i>					
<i>Saccostrea cucullata</i>			+		

+ = Spesies yang ditemukan



### Distribusi dan Kepadatan Fauna Makrobentik

Fauna makrobentik yang ditemukan di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu terdiri dari 3 spesies gastropoda (*Atilia (Columbella) scripta*, *Littoraria scabra* dan *Nerita albicilla*), 2 spesies kepiting brachyura (*Cardisoma carnifex* dan *Metopograpsus latifrons*) dan 1 spesies bivalva (*Saccostrea cucullata*) (Tabel 2).

Menurut Macintosh et al. (2002) keragaman vegetasi mangrove berkorelasi positif terhadap keragaman fauna terkait, dimana dalam indeks tegakan mangrove yang dewasa terdapat keanekaragaman fauna invertebrata yang lebih tinggi dibandingkan dengan tegakan mangrove yang baru ditanam, kemudian menurut Skilleter (1996), Skilleter dan Warren (2000) maupun Bosire et al. (2004) komposisi spesies, keanekaragaman, biomassa maupun kelimpahan invertebrata akan berubah apabila ada gangguan, eksploitasi serta berada di area rehabilitasi mangrove.

Selain itu, Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa gastropoda *L. scabra* dan kepiting brachyura *C. carnifex* ditemukan merata di semua stasiun. Hal ini mengindikasikan bahwa *L. scabra* dan *C. carnifex* memiliki toleransi yang sangat luas di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu. Menurut Chen et al. (2007) gastropoda famili

Littoriinidae lebih representatif pada mangrove muda yang baru direhabilitasi, sedangkan kepiting *C. carnifex* ditemukan berbagi tempat dengan kepiting *Neosarmatium meinerti*, *Chiromantes ortmanni*, *C. eulimene*, *Uca annulipes*, *U. inversa*, ikan *Periophthalmus* spp. dan spesies ikan lainnya di rawa-rawa mangrove Afrika Timur (Micheli et al., 1991; Colombini et al., 1995; Hartnoll et al., 2002; Skov et al., 2002).

Kepadatan fauna makrobentik memperlihatkan hasil yang bervariasi, dimana rata-rata kepadatan tertingginya berada di Stasiun 3 (05.00 ind/m<sup>2</sup>) dan terendahnya di Stasiun 1 (02.00 ind/m<sup>2</sup>) (Tabel 3). Menurut Suratissa dan Rathnayake (2017) gastropoda laut ditemukan di berbagai habitat seperti pantai berpasir, pantai berbatu, hutan mangrove dan daerah berlumpur, kemudian Bolam et al. (2002) menyatakan bahwa keadaan substrat yang mengandung lumpur, memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga merupakan habitat yang sesuai bagi gastropoda. Selanjutnya Alfaro (2006) menyatakan bahwa karakteristik substrat sangat penting bagi komunitas fauna makrobentik, hal ini karena strategi makanan mereka sangat menyesuaikan dengan jenis sedimen/substrat mangrovenya.

Tabel 3. Kepadatan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

No	Stasiun	Substrat	Jumlah Individu	Kepadatan (ind/m <sup>2</sup> )
1	1.1		35	02.00
2	1.2	Pasir	26	02.00
3	1.3	Berlumpur	43	03.00
<b>Rata-Rata</b>			<b>35±08.50</b>	<b>02.00±00.58</b>
4	2.1		48	03.00
5	2.2	Pasir	62	04.00
6	2.3	Berlumpur	60	04.00
<b>Rata-Rata</b>			<b>57±07.57</b>	<b>04.00±00.58</b>
7	3.1		24	02.00
8	3.2	Lumpur	75	05.00
9	3.3	Berpasir	116	08.00
<b>Rata-Rata</b>			<b>72±46.09</b>	<b>05.00±03.00</b>



Selain itu, Berti *et al.* (2008) menyatakan bahwa kepiting brachyura merupakan fauna makrobentik yang dominan di darat dan pinggiran pesisir ekosistem mangrove Indo-Pasifik (Sesarmidae dan Gecarcinidae), dimana aktivitasnya sangat berperan dalam keberlangsungan rantai makanan dan dikategorikan sebagai *keystone species* (Viswanathan *et al.*, 2013). Hal ini disebabkan karena feses yang dikeluarkan kepiting brachyura sangat kaya akan nutrisi, kemudian feses tersebut digunakan oleh biota kecil lainnya sebagai pakan alami. Selain itu, serasah mangrove yang dicabik-cabik oleh kepiting brachyura (tidak dimakan) juga akan menjadi pakan bagi biota lainnya (Anggraeni *et al.*, 2015).

#### **Keterkaitan Karakteristik Lingkungan dan Fauna Makrobentik dengan Stasiun Pengamatan**

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada Stasiun 1 lebih dicirikan oleh tingginya konsentrasi pH dan suhu perairan, sedangkan Stasiun 2 dan 3 dicirikan oleh tingginya konsentrasi salinitas. Tingginya pH perairan di Stasiun 1 mengindikasikan bahwa lokasi tersebut memiliki kandungan bahan organik yang rendah, sehingga menyebabkan kepadatan fauna makrobentiknya juga rendah. Hal ini sesuai dengan hasil kajian bahwa kepadatan fauna makrobentik di Stasiun 1 lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 3).

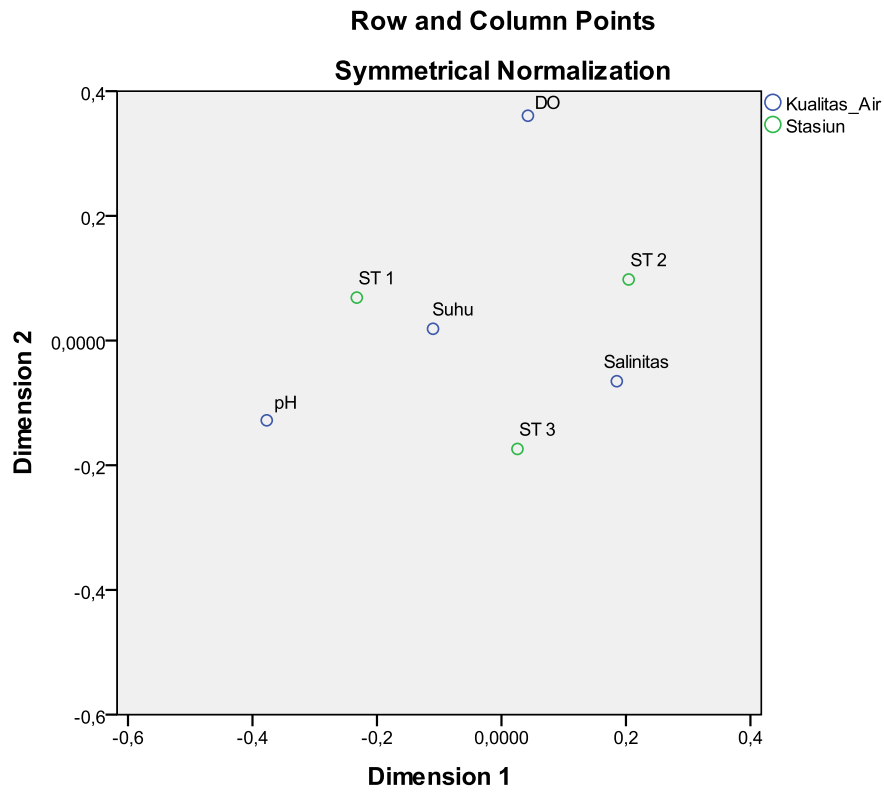
Menurut Supriyanti *et al.* (2017) tingginya nilai TOM (*Total Organic Matter*) akan mengurangi konsentrasi pH, kemudian tingginya suhu perairan di Stasiun 1 mengindikasikan bahwa metabolisme biota perairannya sangat tinggi dan konsentrasi oksigen terlarutnya (DO) juga rendah. Hadiputra dan Damayanti (2013) menyatakan bahwa meningkatnya laju metabolisme akan menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen, sementara naiknya

temperatur akan menyebabkan oksigen terlarut menjadi turun, sehingga organisme air mengalami kesulitan dalam berespirasi.

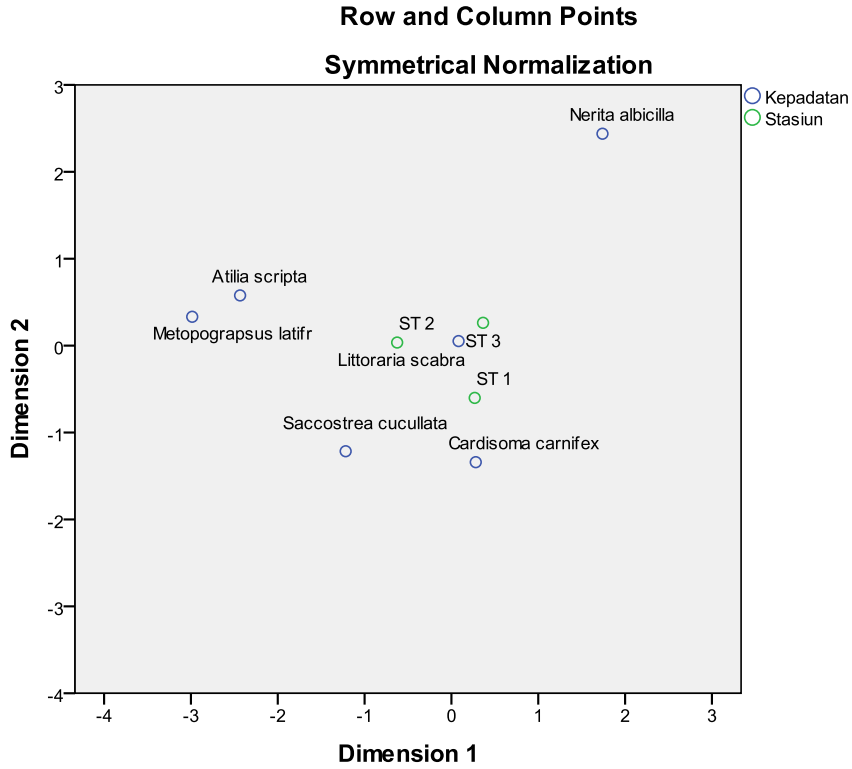
Selanjutnya Gambar 3 memperlihatkan bahwa fauna makrobentik *A. scripta*, *M. latifrons*, *L. scabra*, *S. cucullata* dan *C. carnifex* berasosiasi dengan semua stasiun. Ini mengindikasikan bahwa makrobentik tersebut sangat menyukai habitat yang memiliki substrat pasir berlumpur maupun lumpur berpasir. Selain itu, mereka juga berkembang dan tumbuh pada kisaran suhu 30 – 32°C, salinitas 30 – 33‰, pH 6.6 – 7.7 dan oksigen terlarut (DO) 6.0 – 7.0 (Tabel 1). Menurut Pagliosa *et al.* (2016) fauna bentik yang mengkoloni tanah mangrove dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi yang banyak tekanan, sehingga toleran terhadap variasi kesuburan, pengeringan, konsentrasi oksigen tanah yang rendah maupun kandungan bahan organik yang tinggi (Cannicci *et al.*, 2008; Lee, 2008; Nagelkerken *et al.*, 2008).

Nordhaus *et al.* (2009) menyatakan bahwa invertebrata bentik merupakan kelompok penting dalam jaring-jaring makanan dan sangat mempengaruhi aliran energi di ekosistem mangrove. Hal ini disebabkan karena mereka dijadikan sumber makanan bagi ikan di saat pasang berlangsung (Wilson, 1989; Sheaves dan Molony, 2000). Menurut Dittmann (2000) kelimpahan dan keanekaragaman spesies makro maupun mesofauna bentik tertingginya berada di zona intertidal bagian tengah, sedangkan terendahnya berada di zona intertidal bagian bawah.

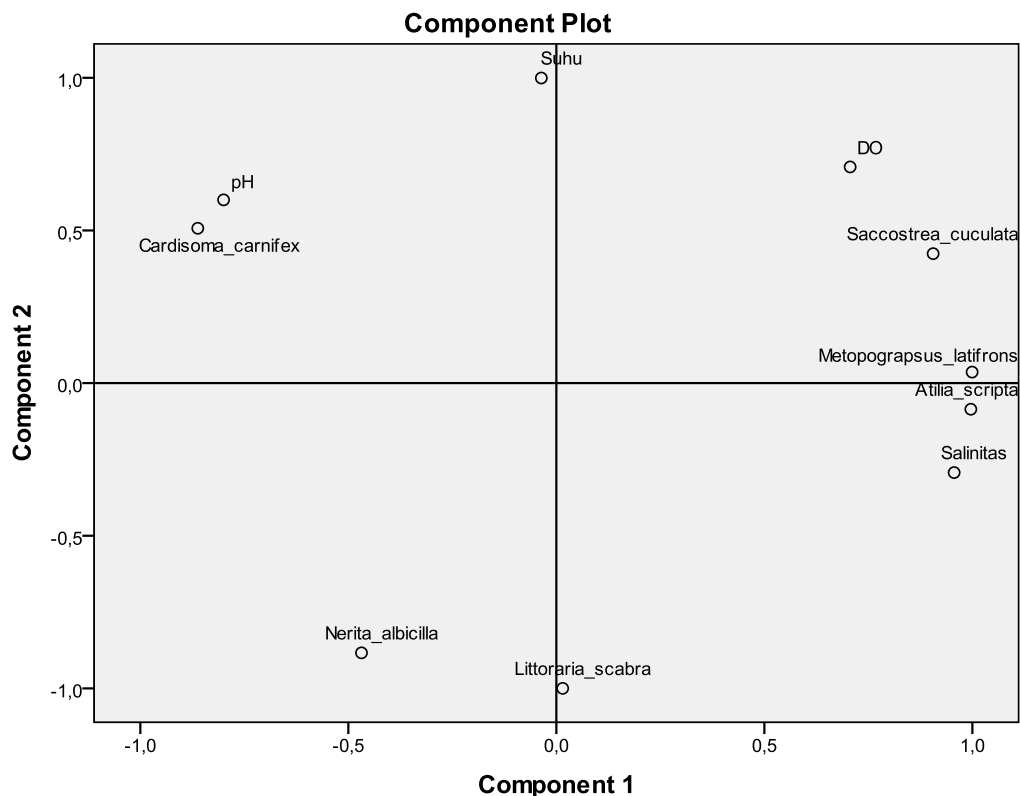
Selain itu, fauna makrobentik juga dapat memodifikasi struktur fisik maupun vegetasi mangrove melalui aktivitas penggalian dan memakan alga yang ada di propagul, daun serta batang tanaman mangrove (Smith, 1987; Smith *et al.*, 1991). Di Indonesia, fauna makrobentiknya terdiri dari 50 spesies gastropoda, 6 spesies bivalva dan 34 spesies krustasea (Kusmana, 2011).



Gambar 2. Keterkaitan karakteristik lingkungan di setiap stasiun pengamatan



Gambar 3. Keterkaitan fauna makrobentik di setiap stasiun pengamatan

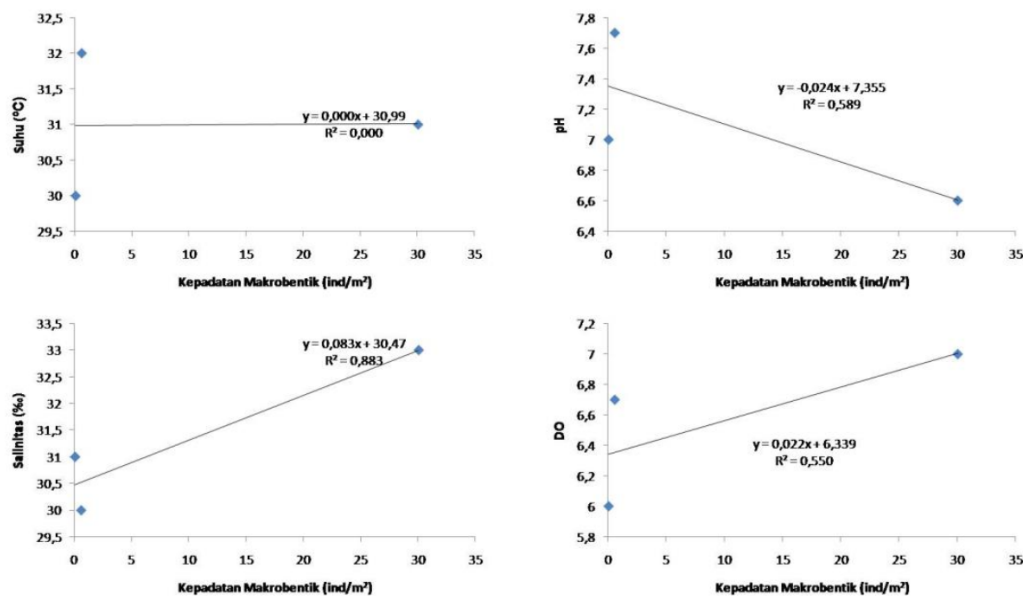


Gambar 4. Karakteristik lingkungan yang menentukan keberadaan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

#### Karakteristik Lingkungan Penentu Fauna Makrobentik dan Hubungannya

Karakteristik lingkungan yang menentukan keberadaan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu terbagi atas 2 kelompok (Gambar 4). Untuk kelompok pertama fauna makrobentik *C. carnifex* sangat ditentukan oleh parameter pH, dimana semakin tinggi konsentrasi pH, maka kepadatan *C. carnifex* semakin menurun (Gambar 5). Menurut Rukminasari *et al.* (2014) berubahnya nilai pH akan menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO<sub>2</sub> yang dapat membahayakan kehidupan biota laut, kemudian Hamzah dan Setiawan (2010) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai pH adalah proses reaksi reduksi dan oksidasi yang terjadi pada sedimen, dimana organisme pengurai melepaskan

asam untuk melakukan akumulasi dekomposisi bahan organik (Gopinath *et al.*, 2010). Selanjutnya, pada kelompok kedua, makrobentik *S. cuculata*, *M. latifrons* dan *A. scripta* ditentukan oleh parameter DO dan salinitas (Gambar 4), dimana semakin rendah konsentrasi DO dan salinitas, maka kepadatannya juga semakin tinggi (Gambar 5), sehingga mengindikasikan bahwa fauna makrobentik *S. cuculata*, *M. latifrons* maupun *A. scripta* sangat menyukai lingkungan yang bersalinitas dan DO rendah. Sriyaraj dan Shutes (2001) menyatakan bahwa dalam kolom air, perubahan kondisi hidrologi dapat memodifikasi atau mengubah sifat geokimia sedimen maupun infauna dan flora intertidal, kemudian Pratiwi (2012) menyatakan bahwa setiap kepiting memiliki kemampuan toleransi terhadap kondisi lingkungan tertentu.



Gambar 5. Hubungan karakteristik lingkungan dan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu

## KESIMPULAN

Karakteristik lingkungan yang diukur tidak begitu berbeda antar stasiunnya dan juga tidak melebihi ambang baku mutu biota laut, kemudian fauna makrobentik yang ditemukan terdiri dari 3 spesies gastropoda, 2 spesies kepiting brachyura dan 1 spesies bivalva dengan gastropoda *L. scabra* dan kepiting brachyura *C. carnifex* ditemukan merata di semua stasiun pengamatan. Selanjutnya kepadatan fauna makrobentik tertingginya berada di Stasiun 3 (05.00 ind/m<sup>2</sup>) dan terendahnya di Stasiun 1 (02.00 ind/m<sup>2</sup>). Untuk Stasiun 1 dicirikan oleh konsentrasi pH dan suhu yang tinggi, sedangkan Stasiun 2 maupun 3 dicirikan oleh salinitas. Fauna makrobentik *A. scripta*, *M. latifrons*, *L. scabra*, *S. cucullata* dan *C. carnifex* berasosiasi dengan mangrove yang ditanam pada semua stasiun. Selain itu, karakteristik lingkungan yang menentukan keberadaan fauna makrobentik di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu terbagi atas 2 kelompok, dimana distribusi dan kepadatan fauna makrobentik *C. carnifex* sangat ditentukan oleh parameter pH yakni semakin tinggi konsentrasi pH, maka kepadatan *C. carnifex* semakin

menurun. Selanjutnya, distribusi dan kepadatan makrobentik *S. cucullata*, *M. latifrons* maupun *A. scripta* ditentukan oleh parameter DO dan salinitas yakni semakin rendah konsentrasi DO dan salinitas, maka kepadatan *S. cucullata*, *M. latifrons* maupun *A. scripta* akan semakin tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfaro, A. C. (2006). Benthic macro-invertebrate community composition within a mangrove/seagrass estuary in Northern New Zealand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 66 (1-2): 97 – 110.
- Alfaro, A. C. (2010). Effects of mangrove removal on benthic communities and sediment characteristics at Mangawhai Harbour, Northern New Zealand. *ICES Journal of Marine Science*. 67(6): 1087 – 1104.
- Alongi, D. M. (2015). The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*. 1(1): 30 – 39.
- Anggraeni, P., Elfidasari, D., Pratiwi, R. (2015). Sebaran kepiting (brachyura) di Pulau Tikus,

- Gugusan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(2): 213 – 221.
- Anwar, C., Gunawan, H. (2006). Peranan ekologis dan sosial ekonomis hutan mangrove dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir. *Dalam: Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian: Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan*. 20 September 2006. Padang, Indonesia.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*. 81(2): 169 – 193.
- Basyuni, M., Putri, L. A. P., Murni, M. B. (2015). Implication of land-use and land-cover change into carbon dioxide emissions in Karang Gading and Langkat Timur wildlife reserve, North Sumatra, Indonesia. *Manajemen Hutan Tropika*. 21(1): 25 – 35.
- Berti, R., Cannicci, S., Fabbioni, S., Innocenti, G. (2008). Notes on the structure and the use of *Neosarmatium meinerti* and *Cardisoma carnifex* burrows in a Kenyan mangrove swamp (Decapoda Brachyura). *Ethology Ecology and Evolution*. 20(2): 101 – 113.
- Bolam, S. G., Fernandes, T. F., Huxham, M. (2002). Diversity, biomass, and ecosystem processes in the marine benthos. *Ecological Monographs*. 72(4): 599 – 615.
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J. G., Cannicci, S., Koedam, N. (2004). Spatial variations in macrobenthic fauna recolonisation in a tropical mangrove bay. *Biodiversity and Conservation*. 13(6): 1059 – 1074.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Seribu. (2018). *Kepulauan Seribu Dalam Angka 2018*. Jakarta, Indonesia. 310 hal.
- Brower, J. E., & Zar, J. H. (1984). *Field and Laboratory Methods for General Ecology Second Edition*. Dubuque, IA : W.C. Brown Publishers.
- Brown, B. 2007. *Resilience Thinking Applied to the Mangroves of Indonesia*. IUCN & Mangrove Action Project. Yogyakarta, Indonesia. 53 p.
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith, T. J., Offenberg, J., Dahdouh-Guebas, F. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*. 89(2): 186 – 200.
- Chen, G., Ye, Y., Lu, C. (2007). Changes of macro-benthic faunal community with stand age of rehabilitated *Kandelia candel* mangrove in Jiulongjiang Estuary, China. *Ecological Engineering*. 31(3): 215 – 224.
- Choirudin, I. R., Supardjo, M. N., Muskananfolo, M. R. (2014). Studi hubungan kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos di muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources*. 3(3): 168 – 176.
- Colombini, I., Bert, R., Ercolini, A., Nocita, A., Chelazzib, L. (1995). Environmental factors influencing the zonation and activity patterns of a population of *Periophthalmus sobrinus* Eggert in a Kenyan mangrove. *Experimental Marine Biology and Ecology*. 190(1): 135 – 149.
- Dharma, B. (1988). *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells)*. Jakarta, Indonesia.
- Dittmann, S. (2000). Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of North-East Australia. *Sea Research*. 43(1): 33 – 51.
- Dolorosa, R. G., Dangan-Galon, F. (2014). Species richness of bivalves and gastropods in Iwahig River-Estuary, Palawan, the Philippines. *International Journal*

- of Fisheries and Aquatic Studies. 2(1): 207 – 215.
- Ernanto, R., Agustriani, F., Aryawati, R. (2010). Struktur komunitas gastropoda pada ekosistem mangrove di muara Sungai Batang Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari*. 1: 73 – 78.
- Ewel, K. C., Twilley, R. R., Ong, J. E. (1998). Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology and Biogeography Letters*. 7(1): 83 – 94.
- Faiqoh, E., Ayu, I. P., Subhan, B., Syamsuni, Y. F., Anggoro, A. W., Sembiring, A. (2015). Variasi geografik kelimpahan zooplankton di perairan terganggu, Kepulauan Seribu, Indonesia. *Marine and Aquatic Sciences*. 1: 19 – 22.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. (2007). *The World's Mangroves 1980 – 2005: A Thematic Study Prepared in The Framework of The Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, Itali.
- Field, C. D. (1998). Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Marine Pollution Bulletin*. 37(8-12): 383 – 392.
- Ghosh, D. (2011). Mangroves: The most fragile forest ecosystem. *Resonance*. 16(1): 47 – 60.
- Giri, C., Zhu, Z., Tieszen, L. L., Singh, A., Gillette, S., Kelmelis, J. A. (2008). Mangrove forest distributions and dynamics (1975–2005) of the tsunami-affected region of Asia. *Biogeography*. 35(3): 519 – 528.
- Gopinath, A., Nair, S. M., Kumar, N. C., Jayalakshmi, K. V., & Pamalal, D. (2010). A baseline study of trace metals in a coral reef sedimentary environment, Lakshadweep Archipelago. *Environmental Earth Sciences*. 59(6): 1245 – 1266.
- Hadiputra, M. A., Damayanti, A. (2013). Kajian potensi makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran logam berat tembaga (Cu) di kawasan ekosistem mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*. 27 Juli 2013. Surabaya, Indonesia. D-14-1 – D-14-8.
- Hamzah, F., Setiawan, A. (2010). Akumulasi logam berat Pb, Cu, dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2(2): 41 – 52.
- Hartnoll, R. G., Cannicci, S., Emmerson, W. D., Fratini, S., Macia, A., Mgaya, Y., Porri, F., Ruwa, R. K., Shunula, J. P., Skov, M. W., Vannini, M. (2002). Geographic trends in mangrove crab abundance in East Africa. *Wetlands Ecology and Management*. 10(3): 203 – 213.
- Hasby, M., Thamrin, Sukendi. (2014). Keberlanjutan biota Sungai Sail Kota Pekanbaru (studi kasus distribusi dan kelimpahan makrozoobentos). *Dinamika Pertanian*. 29(3): 295 – 306.
- Ilman, M., Dargusch, P., Dart, P., Onrizal. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*. 54:448 – 459.
- Jeeva, C., Mohan, P. M., Sabith, K. K. D. B., Ubare, V. V., Muruganantham, M., Kumari, R. K. (2018). Distribution of gastropods in the intertidal environment of South, Middle and North Andaman Islands, India. *Open Journal of Marine Science*. 8: 173 – 195.
- Kantharajan, G., Pandey, P. K., Krishnan, P., Samuel, V. D., Bharti, V. S., Purvaja, R. (2017). Molluscan diversity in the mangrove ecosystem of Mumbai, west coast of India. *Regional Studies in Marine Science*. 14: 102 – 111.
- [Kemut] Kementerian Kehutanan. (2012). *Informasi Taman Nasional Laut*. Jakarta, Indonesia. 230 hal.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. New York:



- University of British Columbia, Harper Collins Publishers.
- Kusmana, C. (2011). Management of mangrove ecosystem in Indonesia. *Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(2): 152 – 157.
- Lee, S. Y. (2008). Mangrove macrobenthos: Assemblages, services and linkages. *Sea Research*. 59(1-2): 16 – 29.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., Mendelssohn, I., Mukherjee, N., Record, S. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*. 23(7): 726 – 743.
- Macintosh, D. J., Ashtona, E. C., Havanon, S. (2002). Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: A study in the Ranong Mangrove Ecosystem, Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 55(3): 331 – 345.
- Maiti, S. K., Chowdhury, A. (2013). Effects of anthropogenic pollution on mangrove biodiversity: A review. *Environmental Protection*. 4(12): 1428 – 1434.
- Micheli, F., Gherardi, F., Vannini, M. (1991). Feeding and burrowing ecology of two East African mangrove crabs. *Marine Biology*. 111: 247 – 254.
- [MNLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Air Laut Nomor 51*. Jakarta, Indonesia.
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*. 5: 1089 – 1092.
- Mushthofa, A., Muskananfolo, M. R., Rudiyaniti, S. (2014). Analisis struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources*. 3(1): 81 – 88.
- Mustofa, A. (2018). Pengaruh total padatan tersuspensi terhadap biodiversitas makrozoobentos di pantai Telukawur Kabupaten Jepara. *Disprotek*. 9(1): 37 – 45.
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J. O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*. 89(2): 155 – 185.
- Natsir, S. M., Dewi, K. T. (2015). Foraminifera bentik terkait dengan kondisi lingkungan perairansekitar Pulau Damar, Kepulauan Seribu. *Geologi Kelautan*. 13(3): 165 – 171.
- Ng, P. K. L., Guinot, D., Davie, P. J. F. (2008). Systema brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 17: 1 – 286.
- Nguyen, H. T., Stanton, D. E., Schmitz, N., Farquhar, G. D., Ball, M. C. (2015). Growth responses of the mangrove *Avicennia marina* to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems require saline conditions. *Annals of Botany*. 115(3): 397 – 407.
- Nobi, E. P., Dilipan, E., Thangaradjou, T., Sivakumar, K., Kannan, L. (2010). Geochemical and geo-statistical assessment of heavy metal concentration in the sediments of different coastal ecosystems of Andaman Islands, India. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 87(2): 253 – 264.
- Nordhaus, I., Hadipudjana, F. A., Janssen, R., Pamungkas, J. (2009). Spatio-temporal variation of macrobenthic communities in the

- mangrove-fringed Segara Anakan lagoon, Indonesia, affected by anthropogenic activities. *Regional Environmental Change*. 9(4): 291 – 313.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology 3<sup>rd</sup> Edition*. W. B. Saunders Co. Philadelphia.
- Osland, M. J., Enwright, N., Day, R. H., Doyle, T. W. (2013). Winter climate change and coastal wetland foundation species: Salt marshes vs. mangrove forests in the Southeastern United States. *Global Change Biology*. 19(5): 1482 – 1494.
- Pagliosa, P. R., Oortman, M. S., Rovai, A. S., Soriano-Sierra, E. J. (2016). Is mangrove planting insufficient for benthic macrofaunal recovery when environmental stress is persistent?. *Ecological Engineering*. 95: 290 – 301.
- Pamuji, A., Muskananfolo, M. R., A'in, C. (2015). Pengaruh sedimentasi terhadap kelimpahan makrozoobenthos di muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Saintek Perikanan*. 10(2): 129 – 135.
- Pratiwi, R. (2012). Jenis dan pola sebaran fauna Krustasea di padang lamun Pulau Tikus, Kepulauan Seribu. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 38(1): 43 – 55.
- Primavera, J. H. (1998). Mangroves as nurseries: Shrimp populations in mangrove and non-mangrove habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 46: 457 – 464.
- Purnami, T. P., Sunarto, Setyono, P. (2010). Study of bentos community based on diversity and similarity index in Cengklik Dam Boyolali. *Ekosains*. 2(2): 50 – 65.
- Riani, E., Johari, H. S., Cordova, M. R. (2017). Bioakumulasi logam berat kadmium dan timbal pada Kerang Kapak-Kapak di Kepulauan Seribu. *Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 131 – 142.
- Richards, D. R., Friess, D. A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 113(2): 344 – 349.
- Robertson, A. I., Duke, N. C. (1987). Mangroves as nursery sites: Comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Biology*. 96(2): 193 – 205.
- Rukminasari, N., Nadiarti, Awaluddin, K. (2014). Pengaruh derajat keasaman (pH) air laut terhadap konsentrasi kalsium dan laju pertumbuhan *Halimeda* sp. *Torani*. 24(1): 28 – 34.
- Saintilan, N., Wilson, N., Rogers, K., Rajkaran, A., Krauss, K. W. (2014). Mangrove expansion and salt marsh decline at mangrove poleward limits. *Global Change Biology*. 20(1): 147 – 157.
- Salim, A. I., Hasanudin. (2016). Desain *floating resort* sebagai penunjang pariwisata di perairan Kepulauan Seribu. *Teknik ITS*. 5(2): G123 – 128.
- Sasekumar, A., Chong, V. C., Leh, M. U., D'Cruz, R. (1992). Mangroves as a habitat for fish and prawns. *Hydrobiologia*. 247(1-3): 195 – 207.
- Sheaves, M., Molony, B. (2000). Short-circuit in the mangrove food chain. *Marine Ecology Progress Series*. 199: 97 – 109.
- Skilleter, G. A. (1996). Validation of rapid assessment of damage in urban mangrove forests and relationships with molluscan assemblages. *The Marine Biological Association of the United Kingdom*. 76(3): 701 – 716.
- Skilleter, G. A., Warren, S. (2000). Effects of habitat modification in mangroves on the structure of mollusc and crab assemblages. *Experimental Marine Biology and Ecology*. 244: 107–129.

- Skov, M. W., Vannini, M., Shunula, J., Hartnoll, R., & Cannicci, S. (2002). Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. *Marine Biology*. 141: 725 – 732.
- Smith, T. J. (1987). Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology*. 68(2): 266 – 273.
- Smith, T. J., Boto, K. G., Frusher, S. D., Giddins, R. L. (1991). Keystone species and mangrove forest dynamics: The influence of burrowing by crabs on soil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 33(5): 419 – 432.
- Southwood, T. R. E. (1978). *Ecological Methods*. London, Inggris.
- Sriyaraj, K., Shutes, R. B. E. (2001). An assessment of the impact of motorway runoff on a pond, wetland and stream. *Environment International*. 26(5-6): 433 – 439.
- Supriyantini, E., Nuraini, R. A. T., & Fadmawati, A. P. (2017). Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 29 – 38.
- Suratissa, D. M., Rathnayake, U. (2017). Effect of pollution on diversity of marine gastropods and its role in trophic structure at Nasese Shore, Suva, Fiji Islands. *Asia-Pacific Biodiversity*. 10: 192 – 198.
- Teal, J. M., Weishar, L. (2005). Ecological engineering, adaptive management, and restoration management in Delaware Bay salt marsh restoration. *Ecological Engineering*. 25(3): 304 – 314.
- Viswanathan, C., Suresh, T. V., Elumalai, V., Pravinkumar, M., Raffi, S. M. (2013). Recurrence of a marine brachyuran crab, *Parapanope euagora* (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Galenidae) from East Coast of India. *Arthropods*. 2(2): 75 – 79.
- Wahyuningrum, E. S., Muskananfolo, M. R., Suryanto, A. (2016). Hubungan tekstur sedimen, bahan organik dengan kelimpahan biota makrozoobentos di perairan Delta Wulan, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources*. 5(1): 46 – 51.
- Wilson, K. A. (1989). Ecology of mangrove crabs: Predation, physical factors and refuges. *Bulletin of Marine Science*. 44(1): 263 – 273.
- [WoRMS] World Register of Marine Species. (2020). Diakses dari <http://www.marinespecies.org/>.
- Yadav, R., Malla, P. K., Dash, D., Bhoi, G., Patro, S., & Mohapatra, A. (2019). Diversity of gastropods and bivalves in the mangrove ecosystem of Paradeep, east coast of India: A comparative study with other Indian mangrove ecosystems. *Molluscan Research*. DOI: 10.1080/13235818.2019.1644701.
- Zvonareva, S., Kantor, Y. (2016). Checklist of gastropod molluscs in mangroves of Khanh Hoa province, Vietnam. *Zootaxa*. 4162(3): 401 – 437.
- Zvonareva, S., Kantor, Y., Li, X., Britayev, T. (2015). Long-term monitoring of gastropoda (mollusca) fauna in planted mangroves in Central Vietnam. *Zoological Studies*. 54(1): 1 – 16.



## **Aktivitas Pemijahan, Perkembangan Awal, dan Pertumbuhan Larva Ikan Pelangi Arfak dalam Kondisi Laboratorium: Studi Pendahuluan untuk Penangkarannya**

Spawning Activities, Early Development, and Larvae Growth of the Arfak Rainbowfish in Laboratory Condition: A Preliminary Study for Its Breeding Captivity

**Emmanuel Manangkalangi<sup>1,5\*</sup>, Ida Lapadi<sup>1</sup>, Paskalina Theresia Lefaan<sup>2</sup>, M. Fadjar Rahardjo<sup>3,5</sup>, Renny K. Hadiaty<sup>4,5</sup>, Sigid Hariyadi<sup>3</sup>, Charles P. H. Simanjuntak<sup>3,5</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari, 98314, Papua Barat, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua, Manokwari, 98314, Papua Barat, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, 16680, Jawa Barat, Indonesia

<sup>4</sup>(In Memoriam) Museum Zoologicum Bogoriense, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, 16911, Indonesia

<sup>5</sup>Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII)

\*Korespondensi: e\_manangkalangi2013@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Informasi yang lengkap mengenai reproduksi, perkembangan awal, dan pertumbuhan larva menjadi sangat penting dalam upaya penangkaran dan reintroduksi spesies ikan yang terancam punah. Salah satu di antara spesies yang mulai terancam adalah ikan 331elangi Arfak, *Melanotaenia arfakensis* yang sudah berada dalam kategori rentan dan informasinya masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendeskripsikan aktivitas pemijahan, perkembangan awal, dan pertumbuhan larva spesies ikan 331elangi ini dalam kondisi laboratorium. Percobaan dalam skala laboratorium dilaksanakan pada bulan Maret-September 2017. Ikan yang digunakan berasal dari Sungai Nimbai. Sebanyak tiga pasang individu jantan dan betina dengan kisaran ukuran 46,5 sampai 60,1 mm dipilih untuk perlakuan. Namun, hanya satu pasangan yang berhasil diamati aktivitas pemijahannya secara lengkap. Pemijahan berlangsung di antara waktu pagi hari sampai siang hari dalam tiga periode pemijahan. Dalam setiap periode, pemijahan berlangsung di antara 8 dan 11 hari. Antarperiode pemijahan membutuhkan waktu 14 sampai 22 hari. Setelah dibuahi, telur dilekatkan dengan filamen pada substrat pemijahan dan diletakkan pada kedalaman 7,3-24,3 cm dari permukaan air. Satu kelompok telur yang dipijahkan terdiri atas 78-116 butir dengan kisaran diameter di antara 1,05 dan 136 mm. Telur menetas dalam periode 4 sampai 10 hari. Panjang tubuh larva yang baru menetas berkisar 4,13-4,40 mm dan akan mencapai ukuran 7,85 mm dengan tingkat sintasan 48,1% setelah 41 hari. Hasil penelitian ini menemukan beberapa keuntungan dari karakteristik pemijahan dan pertumbuhan tahap awal yang bermanfaat untuk upaya penangkaran dan pelepasliaran ikan ini ke habitat aslinya. Dengan demikian, populasinya di sistem Sungai Prafi dapat tetap dilestarikan.

**Kata kunci:** Ikan endemik; *Melanotaenia*; Penangkaran

## ABSTRACT

Comprehensive information regarding the reproduction, early development, and growth of larvae is very important in the efforts of captive breeding and reintroduction of endangered fish species. One of the species that is starting to be threatened is the Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* which is already in the vulnerable category and its information is still relatively limited. Therefore, this study was conducted to describe the spawning activity, early development, and growth of the larvae of this rainbow fish species under laboratory conditions. Experiments on a laboratory scale were carried out in March-September 2017. The fish used came from the Nimbai Stream. A total of three pairs of individual males and females ranging in size from 46.5 to 60.1 mm were selected for treatment. However, only one pair was successfully observed spawning activity completely. Spawning takes place between morning and noon in three spawning periods. In each period, spawning lasts between 8 and 11 days. Between spawning periods takes 14 to 22 days. After fertilization, the eggs are attached with filaments to the spawning substrate and placed at a depth of 7.3-24.3 cm from the surface of the water. One group of eggs spawned consists of 78-116 eggs with a diameter range between 1.05 and 1.36 mm. The eggs hatch in a period of 4 to 10 days. The body length of the newly hatched larvae ranges from 4.13-4.40 mm and will reach a size of 7.85 mm with a survival rate of 48.1% after 41 days. The results of this study found several advantages from the characteristics of spawning and growth in the early stages that are useful for captive breeding efforts and reintroduction of this rainbowfish to their natural habitat. Thus, its population in the Prafi River system can be maintained.

**Keywords:** Captive breeding; Endemic fish, *Melanotaenia*

## PENDAHULUAN

Informasi tentang reproduksi memungkinkan untuk memahami hubungan di antara potensi reproduksi dan variasi lingkungan, misalnya terkait makanan, suhu energi, dan kondisi hidrologi (Lobon-Cervia *et al.* 1997, Kjesbu *et al.* 1998, Olden & Kennard 2010). Oleh karena itu setiap spesies ikan memiliki strategi yang berbeda-beda terhadap variabilitas kondisi lingkungan untuk mengoptimalkan rekrutmen (Balon 1984, Wootton 1984). Keberhasilan rekrutmen juga ditentukan selama periode awal siklus hidupnya (Rice *et al.* 1987) karena sebagian besar mortalitas ikan sangat tinggi selama tahap ini (Houde 1994).

Mortalitas yang terjadi terkait dengan kesesuaian atau ketidaksesuaian antara kondisi lingkungan dan persyaratan selama fase embrionik dan awal larva (Hutchings 1997, Houde 2002). Tingkat mortalitas yang tinggi pada tahap awal juga terkait dengan faktor kelaparan dan tekanan pemangsaan (Miller *et al.* 1988, Houde

1994). Kedua faktor ini sangat bergantung pada ukuran (Miller *et al.* 1988) dan oleh karena itu terkait dengan tingkat pertumbuhan. Ketika pertumbuhan berlangsung cepat, maka tingkat sintasan pada tahap-tahap awal siklus hidup ikan akan meningkat. Terkait dengan pertumbuhan larva, maka informasi mengenai cara memperoleh makanan dan proses pencernaannya akan sangat penting (Yúfera & Darias 2007, Rønnestad & Morais 2008, Portella & Dabrowski 2008, Zambonino-Infante *et al.* 2008). Oleh karena itu, pemahaman mengenai aktivitas pemijahan, perkembangan tahap awal, dan pertumbuhan larva sangat penting untuk keberhasilan rekrutmen dan kestabilan struktur populasi di habitat alami (*in-situ*) maupun dalam upaya penangkaran (*ex-situ*).

Dalam kasus ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) yang memiliki persebaran terbatas di perairan tawar Papua (Allen 1990) dan sudah termasuk dalam kategori rentan (*vulnerable*) (IUCN 2018), informasi



mengenai aktivitas pemijahan, perkembangan tahap awal, dan pertumbuhan larva belum tersedia. Selain itu, berbagai dampak aktivitas antropogenik yang menyebabkan degradasi kualitas habitat ikan ini di Sungai Nimbai dan S. Aimasi telah dilaporkan (Manangkalangi *et al.* 2014, 2017, 2019, 2020, Leatemia *et al.* 2017, Lefaan *et al.* 2019) dan diduga menyebabkan penurunan populasinya. Berkaitan dengan kondisi yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas pemijahan, perkembangan tahap awal, dan pertumbuhan larva ikan pelangi arfak sebagai informasi awal upaya perembangbiakan dalam penangkaran.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan waktu penelitian

Ikan pelangi arfak dewasa dikoleksi dari habitat alaminya di S. Nimbai pada bulan Maret dan April 2017. Penangkapan ikan ini dilakukan menggunakan alat tangkap *hand net* berukuran panjang 3 m, tinggi 1,5 m, dan mata jaring 1 mm. Ikan ini selanjutnya dibawa ke Laboratorium Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Papua dan dipelihara dalam akuarium berukuran 80 cm x 35 cm x 40 cm (112 L). Kondisi kualitas air dalam akuarium disesuaikan dengan kondisi pada habitat aslinya dan selanjutnya diaklimatisasi pada kondisi laboratorium selama tiga bulan (Tabel 1)

dan diberi pakan larva nyamuk dari tahap instar dan pupa.

Ikan pelangi arfak yang digunakan dalam percobaan aktivitas pemijahan dipilih berdasarkan ukuran panjang tubuh (panjang baku, PB) dan karakter morfologi kelamin sekunder untuk menentukan jenis kelamin dan ukuran yang telah matang kelamin (Manangkalangi *et al.* 2009b). Individu jantan dan betina yang digunakan berukuran di antara 46,5 dan 60,1 mm dan sebanyak tiga individu untuk setiap jenis kelamin. Namun, dalam pelaksanaan penelitian, aktivitas pemijahan hanya bisa diikuti pada satu pasangan saja.

Ikan pelangi yang telah dipisahkan berdasarkan ukuran yang telah matang kelamin ditempatkan dalam tiga akuarium berukuran sama (43 cm x 35 cm x 40 cm) dengan perbandingan jantan dan betina sesuai dengan yang ditemukan di habitat alami, yaitu 1:1 (Manangkalangi *et al.* 2009b). Oleh karena spesies ikan ini termasuk dalam kelompok fitofil (menempelkan telur pada bagian tumbuhan yang terendam) (Manangkalangi *et al.* 2009a,b), maka dalam percobaan ini digunakan kakaban yang terbuat dari ijuk sebagai substrat buatan untuk menempelkan telurnya. Penempatan substrat ini dilakukan secara tegak lurus untuk memudahkan pengukuran kedalaman peletakan setiap telur yang telah difertilisasi (kedalaman air dalam akuarium ~35 cm).

Tabel 1 Karakteristik kualitas air di habitat alami dan di laboratorium

Lokasi	Parameter fisik dan kimia air			Sumber
	Suhu (°C)	Oksigen terlarut (mg. L <sup>-1</sup> )	pH	
Sungai Nimbai dan S. Aimasi	24,6-28,6	5,2-7,5	7,9-8,6	Manangkalangi <i>et al.</i> (2009a)
S. Nimbai	24,0-27,5	5,06-6,87	6,63-7,98	Manangkalangi <i>et al.</i> (2014)
Dalam Laboratorium				
- tahap aklimatisasi	26,3-27,9	6,0-7,2	7,22-7,87	
- pemijahan	26,2-27,6	6,0-7,3	7,46-7,92	Penelitian ini
- penetasan, pertumbuhan, dan tingkat sintasan	26,8-27,7	6,6-7,5	7,25-7,93	

Aktivitas pemijahan diamati setiap hari. Setelah proses pemijahan selesai, maka kakaban yang terdapat telur dipindahkan ke dalam akuarium lainnya untuk melindungi telur dan memudahkan pengamatan terhadap telur yang dihasilkan. Akuarium penetasan telur dan pemeliharaan larva berukuran 30 cm x 18 cm x 23 cm dengan kapasitas 10 L yang dilengkapi dengan pemanas otomatis (Resun®) yang diatur pada suhu 27°C. Jumlah telur yang dihasilkan dalam setiap pemijahan dihitung untuk mendapatkan fekunditasnya. Selanjutnya telur-telur dilepaskan dari kakaban dengan bantuan gunting dan pinset. Telur selanjutnya ditempatkan pada kaca obyek dan diamati secara langsung di mikroskop optik (Olympus® Cx31) yang dilengkapi dengan kamera (Colour CCTV Camera Panasonic® WV-CP480/G) dengan pembesaran 40x dan mikrometer untuk pengukuran diameter telur. Setelah diamati, telur dikembalikan ke akuarium penetasan.

Larva hasil penetasan dihitung jumlahnya dan dipelihara pada akuarium penetasan. Selama masa pemeliharaan, setelah larva yang berumur 3 hari diberi penambahan pakan berupa larva nyamuk dari tahap instar I dan pellet komersial yang telah dihaluskan. Tahap perkembangan pralarva-pascalarva diamati karakteristiknya berdasarkan Humphrey *et al.* (2003), serta dihitung jumlah individunya secara harian untuk mendapatkan tingkat sintasan (*survival rate*) dan diukur panjang tubuhnya untuk pertumbuhan. Tingkat sintasan dan pertumbuhan tahap larva diikuti selama 41 hari. Untuk analisis pertumbuhan, sebanyak 12 individu larva dipilih dan diukur panjang bakunya dalam periode pengamatan ini.

Selama pengamatan aktivitas pemijahan, penetasan dan pemeliharaan larva, diukur suhu air dan oksigen terlarut dengan DO meter yang dilengkapi termometer, serta tingkat keasaman air dengan pH meter. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali

setiap hari, yaitu 08.00-09.00 dan 17.00-18.00. Kondisi pencahayaan dalam laboratorium diatur dengan periode 12 jam terang dan 12 jam gelap.

### Analisis data

Untuk memetakan pertumbuhan larva ikan digunakan regresi linier, yaitu:  $Y = a + bX$ . Notasi Y adalah ukuran panjang tubuh larva ke-i, X adalah umur larva (hari setelah menetas), a dan b adalah koefisien regresi. Analisis ini dikerjakan menggunakan program MS-Excel 2010.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivitas dan tipe pemijahan

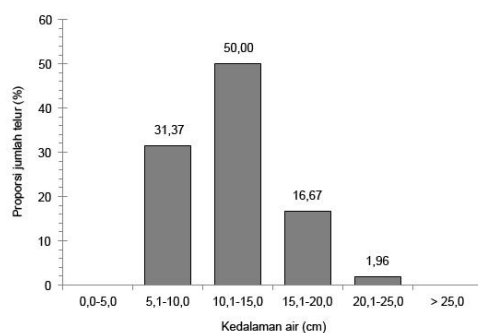
Sebelum aktivitas pemijahan berlangsung, individu jantan menunjukkan tingkah laku yang aktif mengejar individu betina, dan menempelkan ujung mulutnya di sekitar bagian perut individu betina. Aktivitas pemijahan berlangsung di sekitar substrat pemijahan, ketika individu betina dan jantan berenang dalam posisi yang relatif beriringan, serta mengeluarkan telur dan sperma secara bersamaan. Aktivitas ini berlangsung pada waktu pagi-siang hari (Tabel 2). Telur yang dipijahkan melekat (*adhesive*) dengan filamen pada substrat pemijahan dalam kolom air yang relatif dekat dengan permukaan, yaitu pada kedalaman antara 7,3 dan 24,3 cm dari permukaan air. Proporsi terbesar telur diletakan pada kedalaman di antara 10,1 dan 15,0 cm dari permukaan air (Gambar 1). Setelah proses pemijahan, aktivitas pergerakan kedua individu menjadi berkurang, dan individu jantan cenderung berada di sekitar substrat pemijahan.

Pemilihan waktu pemijahan ini (pagi-siang hari) diduga berkaitan dengan karakteristik ikan ini yang aktif pada waktu siang hari (diurnal) serta untuk memudahkan pemilihan lokasi pemijahan dan substrat penempelan telur yang sesuai untuk keberhasilan aktivitas pemijahan dan memaksimalkan sintasan yang akan dihasilkan. Berdasarkan

penelitian sebelumnya (Manangkalangi 2009, Kadarusman *et al.* 2010), ikan pelangi arfak umumnya ditemukan pada perairan yang relatif jernih (<58,1 NTU). Keberhasilan pemijahan ikan ini diduga akan sangat dipengaruhi oleh kejernihan perairan dan keberadaan pemangsa. Pada perairan yang jernih dan mengalir, ikan sangat bergantung pada daya penglihatan untuk mengidentifikasi habitat yang berbahaya (terkait dengan kehadiran pemangsa) (Chivers & Smith 1994, 1995). Mekanisme penghindaran terhadap habitat yang berasosiasi dengan pemangsa juga telah diamati pada ikan pelangi (Brown 2003).

Tabel 2. Waktu pemijahan ikan pelangi arfak dalam kondisi laboratorium

Periode Pemijahan	Tanggal	Jam
I	18 Juni 2017	10:13 WIT
I	22 Juni 2017	08:03 WIT
II	10 Juli 2017	12:30 WIT
II	11 Juli 2017	09:02 WIT
II	13 Juli 2017	06:03 WIT
III	8 Agustus 2017	11:23 WIT
III	12 Agustus 2017	10:49 WIT
III	15 Agustus 2017	09:35 WIT



Gambar 1. Proporsi jumlah telur berdasarkan kedalaman peletakkannya pada substrat pemijahan

Salah satu pemangsa utama ikan pelangi, yaitu *Glossamia aprion*, banyak ditemukan pada area kolom air dengan

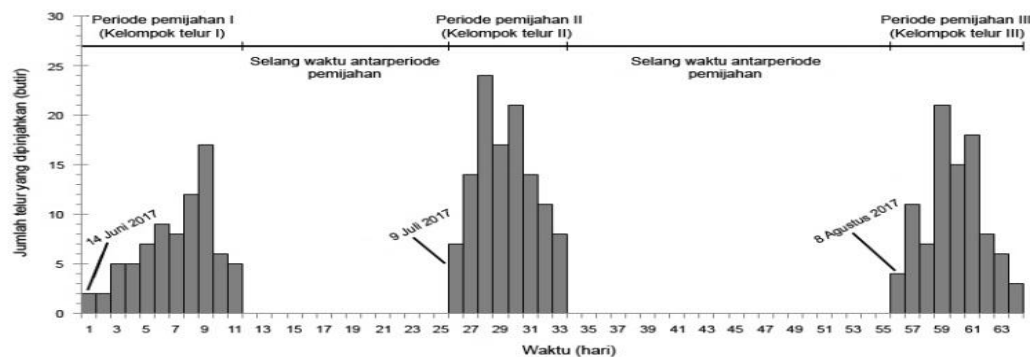
rerumputan yang padat (Hattori & Warburton 2003) yang merupakan habitat pemijahan dan pembesaran larva ikan pelangi. Selain kehadiran pemangsa, keberhasilan aktivitas pemijahan juga dipengaruhi oleh persaingan areal pemijahan. Hasil penelitian Doupe *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kehadiran *Oreochromis mossambicus* dapat mengganggu keberhasilan pemijahan ikan pelangi *M. splendida* sehingga menyebabkan penurunan produksi telur dan proporsi telur yang dibuahi masing-masing lebih dari 70% dan 30%. Mekanisme gangguan dari ikan asing ini terkait dengan aktivitas reproduksinya yang mengganggu melalui tingkat produksi hormon dan feromon yang tinggi, kompetisi habitat pemijahan dan/atau agresifitas individu jantan yang menjaga areal pemijahan dan anakan (Oliveira *et al.* 1996; Oliveira & Almada 1998; Morgan *et al.* 2004; Maddern *et al.* 2007).

Beberapa penelitian lainnya juga menunjukkan arti penting habitat pemijahan yang sesuai untuk meminimalkan jenis dan intensitas gangguan terhadap telur yang dihasilkannya. Gangguan yang nyata terhadap perkembangan tahap awal ini di antaranya, yaitu predasi, hipoksia, penutupan lumpur (Wootton 1990) dan kekeringan karena terpapar udara yang cukup lama (Oulton *et al.* 2013b) yang terkait dengan pemilihan kedalaman penempelan telur. Sebagai contoh, dalam pengamatan skala laboratorium menunjukkan bahwa kehadiran pemangsa alami akan memperlambat penetasan telur pada embrio *M. duboulayi* (Oulton *et al.* 2013a). Dalam percobaan skala laboratorium, Oulton *et al.* (2013b) menunjukkan bahwa hampir 100% mortalitas telur ikan pelangi terjadi ketika 15 menit terpapar udara dan pemilihan tipe substrat penempelan telur juga berimplikasi terhadap tingkat sintasan sebesar 20% sampai telur menetas setelah satu jam terpapar udara. Selain itu, pemilihan kedalaman ini juga untuk menjamin tingkat oksigen yang

cukup bagi telur yang dihasilkan, walaupun hasil penelitian Flint *et al.* (2018) dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa embrio *M. utcheensis* mampu menolerasi kondisi hipoksia (kejenuhan minimal 5%). Pemilihan kedalaman penempelan juga diduga untuk menghindari pengaruh penutupan sedimen halus terhadap telur. Dampak fisik sedimen halus terjadi karena pengurangan pasokan oksigen ke telur (Greig *et al.* 2005a, 2007) melalui mekanisme penutupan secara fisik mikropori pada permukaan telur (Greig *et al.* 2005b).

Pada habitat alami, konsentrasi waktu pemijahan dan posisi peletakan telur diduga juga merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap fluktuasi permukaan air sungai sehingga terhindar dari kondisi terpapar udara dan terhindar dari penutupan sedimen halus. Hasil penelitian sebelumnya (Manangkalangi *et al.* 2009b) menunjukkan bahwa periode puncak pemijahan ikan pelangi arfak pada habitat alaminya berlangsung pada musim kemarau dengan kondisi permukaan air yang relatif stabil. Selama periode ini, khususnya pada habitat di bagian tepi sungai dengan aliran air yang relatif tenang, ditemukan kelimpahan makanan yang lebih tinggi dan suhu air yang lebih hangat sehingga memungkinkan metabolisme dan pertumbuhan larva menjadi lebih cepat (Humphries *et al.* 1999, Manangkalangi *et al.* 2009c).

Pemijahan ikan pelangi arfak berlangsung setiap hari selama 8-11 hari dalam satu periode. Proses pemijahan pada jenis ikan ini bisa berlangsung lebih dari satu periode. Selang waktu antarperiode pemijahan berlangsung 14-22 hari (Gambar 2). Pemijahan yang berlangsung lebih dari satu periode menunjukkan bahwa ikan ini termasuk dalam kelompok tipe pemijah bertahap (*batch spawner* atau *multiple spawner*). Beberapa bukti terkait dengan tipe pemijahan di habitat alami yang berlangsung secara bertahap pada famili Melanotaeniidae juga telah ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya, misalnya berkaitan dengan proporsi telur yang akan dipijahkan (Pusey *et al.* 2001) (Tabel 3), dan perbedaan ukuran diameter telur dalam ovarium yang menunjukkan tahap perkembangannya (Manangkalangi *et al.* 2009b). Walaupun demikian, ada kemungkinan bahwa ikan pelangi melakukan pemijahan dalam periode waktu yang lebih panjang (lebih dari tiga periode). Bukti terkait dengan pemanjangan periode pemijahan telah dinyatakan oleh Hismayasari *et al.* (2015) yang membuktikan secara histologis keberadaan delapan tahap perkembangan oosit pada *M. boesemani* dan Pusey *et al.* (2002) melalui kehadiran larva sepanjang tahun di Sungai Johnstone.



Gambar 2. Periode pemijahan dan selang waktu antarperiode pada satu pasangan individu dewasa ikan pelangi arfak

Kondisi ini merupakan salah satu bentuk strategi terhadap variabilitas pada kondisi alami, di antaranya berkaitan dengan hidrologi, suhu, dan kelimpahan makanan, untuk mengoptimalkan rekrutman. Strategi ini termasuk kelompok ‘opportunistik’ (Winemiller & Rose 1992) dan ikan pelangi (*Melanotaeniidae*) termasuk salah satu contoh kelompok strategi ini (Olden & Kennard 2010).

### ***Jumlah dan diameter telur dalam periode pemijahan***

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah telur dalam satu periode pemijahan berkisar 78-116 butir. Telur yang dihasilkan dalam tiga periode pemijahan ini adalah fekunditas total, karena tidak terjadi pemijahan dalam satu bulan waktu pengamatan

berikutnya. Diameter telur yang dipijahkan dalam tiga periode pemijahan di antara 1,05 dan 1,36 mm.

Kami memperkirakan bahwa jumlah telur yang dihasilkan dalam penelitian ini (selama tiga periode) adalah fekunditas total. Selain berdasarkan pengamatan, dugaan ini juga diperkuat dengan menggunakan hubungan persamaan antara panjang baku (PB) dan fekunditas ikan pelangi arfak yang berasal dari habitat alami di Sungai Nimbai (Manangkalangi 2009), yaitu dugaan fekunditas dari individu betina berukuran PB 46,5 mm adalah 308 butir telur. Berdasarkan dugaan ini, maka kelompok telur yang dihasilkan dalam setiap periode pemijahan berkisar antara 27,2 dan 40,4 % dari fekunditas total.

Tabel 3 Fekunditas dan diameter telur pada beberapa jenis ikan pelangi

Spesies	Fekunditas			Diameter telur (mm)		Sumber
	Total (butir)	Setiap periode pemijahan (%)	Panjang Tubuh Individu Betina (mm)	Kisaran	Rata-rata	
<i>Melanotaenia arfakensis</i>	287 <sup>c</sup>	27,2-40,4 <sup>e</sup>	46,5 <sup>s</sup>	1,05-1,36 <sup>i</sup>	1,10	Penelitian ini
<i>M. arfakensis</i> <sup>a</sup>	23-967 <sup>d</sup>	-	27,41-64,94 <sup>s</sup>	0,5 <sup>i</sup> -1,2 <sup>k</sup>	0,81	Manangkalangi et al. (2009b)
<i>M. arfakensis</i> <sup>b</sup>	64-1.351 <sup>d</sup>	-	28,76-70,27 <sup>s</sup>	0,5 <sup>i</sup> -1,3 <sup>k</sup>	0,82	Crowley et al. (1986)
<i>M. duboulayi</i>	-	-	-	0,88-0,93 <sup>i</sup>	0,91	Pusey et al. (2001)
<i>M. eachamensis</i>	206-2.126 <sup>d</sup>	2,2-16,4 <sup>f</sup>	49-62 <sup>s</sup>	1,207-1,324 <sup>k</sup>	1,238	Reid & Holdway (1995)
<i>M. fluviatilis</i>	-	-	-	0,98-1,07 <sup>i</sup>	1,02	Crowley et al. (1986)
<i>M. nigrans</i>	35-333 <sup>d</sup>	-	30,8-58,4 <sup>s</sup>	-	1,41 <sup>k</sup>	Milton & Arthington (1984)
<i>M. praecox</i>	-	-	-	1,00-1,08 <sup>i</sup>	1,05	Crowley & Ivantsoff (1982)
<i>M. splendida</i>	-	-	-	0,99-1,04 <sup>i</sup>	1,02	Radael et al. (2013)
<i>Glossolepis incisus</i>	-	-	-	0,93-1,20 <sup>j</sup>	1,04	Humphrey et al. (2003)
<i>Cairnsichthys rhombosomoides</i>	370-1.655 <sup>d</sup>	0,9-13,8 <sup>f</sup>	40-70 <sup>s</sup>	-	1,124 <sup>k</sup>	Pusey et al. (2001)
	-	-	-	0,87-0,92 <sup>i</sup>	0,88	Crowley & Ivantsoff (1982)
	910-3.122 <sup>d</sup>	12,4-25,1 <sup>f</sup>	95-120 <sup>h</sup>	-	-	Siby et al. (2009)
	131-737 <sup>d</sup>	2,5-13,4 <sup>f</sup>	35,5-57 <sup>s</sup>	-	1,091 <sup>k</sup>	Pusey et al. (2001)

Keterangan: <sup>a</sup>Sungai Nimbai, <sup>b</sup>Sungai Aimasi, <sup>c</sup>jumlah telur yang dipijahkan, <sup>d</sup>dugaan jumlah telur dalam ovarium, <sup>e</sup>pengamatan dalam laboratorium, <sup>f</sup>pengamatan di habitat alami, <sup>g</sup>panjang baku (ujung anterior mulut sampai ujung tulang *hypural* di bagian dasar sirip ekor), <sup>h</sup>panjang total (ujung anterior mulut sampai ujung posterior sirip ekor), <sup>i</sup>diameter telur setelah fertilisasi, <sup>j</sup>diameter telur di bagian anterior ovarium, <sup>k</sup>diameter telur yang siap dipijahkan di bagian posterior ovarium.



Kondisi ini menunjukkan bahwa proporsi telur yang dipijahkan kemungkinan relatif lebih besar dibandingkan pengamatan pada habitat alaminya (Tabel 3). Hal ini diduga terkait dengan kondisi lingkungan dalam laboratorium yang relatif lebih stabil, sehingga upaya pemijahan dilakukan lebih maksimal dalam periode yang lebih singkat.

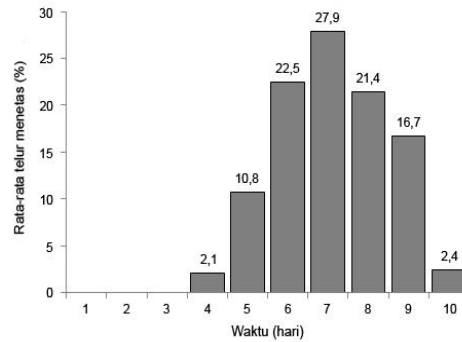
Seperti halnya ikan pelangi yang lain, ukuran telur ikan pelangi arfak yang dipijahkan relatif berukuran besar (Tabel 3). Hal ini merupakan karakteristik famili Melanotaeniidae, dan sebagai respons adaptif untuk memaksimalkan keberhasilan reproduksi pada lingkungan yang bervariasi dan tidak dapat diprediksi (Einum & Fleming 2004). Telur yang berukuran besar akan menghasilkan tingkat sintasan yang lebih tinggi dan laju pertumbuhan yang lebih cepat, seperti yang dilaporkan oleh Singh *et al.* (2006).

#### Periode telur menetas

Periode waktu menetas telur setelah fertilisasi berkisar di antara empat dan 10 hari. Namun, proporsi terbesar terutama berlangsung pada hari ke tujuh, yaitu sebesar 27,9 % (Gambar 3). Periode telur menetas yang relatif singkat diduga merupakan salah satu karakteristik kelompok ikan pelangi (Melanotaeniidae) yang termasuk dalam kelompok daur hidup oportunistis (Tabel 3). Namun, waktu penetasan ini sangat terkait dengan suhu perairan. Hasil penelitian Radael *et al.* (2015) dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa perkembangan embrio *Melanotaenia boesemani* berlangsung dalam periode yang lebih singkat pada kondisi suhu air yang lebih hangat.

Kondisi suhu air yang lebih hangat merupakan karakteristik perairan pada musim kemarau. Oleh karena itu, konsentrasi pemijahan pada musim kemarau merupakan salah satu strategi untuk mempercepat perkembangan embrio pada ikan pelangi. Pola yang

sama juga dilaporkan terjadi pada ikan endemik *Coilia nasus* di Teluk Ariake, Jepang yakni musim pemijahan terjadi pada musim panas yang memungkinkan perkembangan embrio berlangsung dengan cepat (Simanjuntak *et al.* 2015).



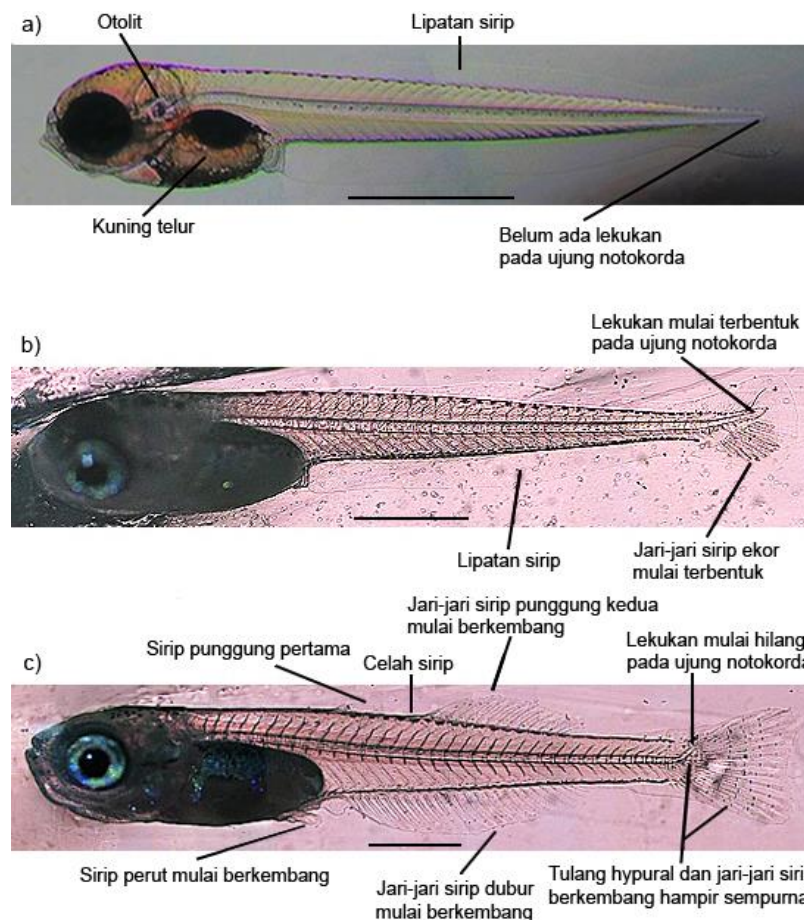
Gambar 3. Persentase jumlah telur ikan pelangi arfak yang menetas berdasarkan hari

Periode embriologi ikan pelangi arfak yang singkat ini diduga merupakan salah satu bentuk strategi untuk menghadapi kondisi hidrologi lingkungan sungai yang lebih ekstrim pada musim hujan yang berfluktuasi secara harian dan untuk memaksimalkan pertumbuhan larvanya. Hasil penelitian sebelumnya (Manangkalangi *et al.* 2009b) menunjukkan bahwa periode pemijahan pada ikan pelangi arfak terutama berlangsung pada akhir musim kemarau dengan kondisi aliran yang lebih stabil, kelimpahan makrovertebrata yang lebih tinggi khususnya di bagian tepi sungai dan temperatur air yang lebih hangat. Kondisi ini akan meningkatkan metabolisme dan pertumbuhan tahap awal ikan pelangi (Humphries *et al.* 1999).



Tabel 4. Periode telur menetas pada beberapa jenis ikan pelangi

Spesies	Periode telur menetas (hari)			Sumber
	Kisaran	Rata-rata	Suhu air (°C)	
<i>Melanotaenia arfakensis</i>	4-10	7	26,8-27,7	Penelitian ini
<i>M. duboulayi</i>	-	4,4-4,5	27±1	Crowley <i>et al.</i> (1986)
<i>M. fluviatilis</i>	7-9	-	25±1	Reid & Holdway (1995)
	-	4,5-4,6	27±1	Crowley <i>et al.</i> (1986)
<i>M. nigrans</i>	6-7	-	26-27	Milton & Arthington (1984)
	-	6,46-6,63	25±1	Crowley & Ivantsoff (1982)
<i>M. praecox</i>	-	4,98	28,06±0,49	Radael <i>et al.</i> (2013)
<i>M. splendida</i>	4-8	5	28±1	Humphrey <i>et al.</i> (2003)
	-	6,29-6,33	25±1	Crowley & Ivantsoff (1982)



Gambar 4. Morfologi prelarva with yolk ikan pelangi arfak berumur 0 hari berukuran a) PB 4,13 mm, b) flexion berumur 23 hari dengan PB 6,37 mm, dan c) postflexion berumur 38 hari dengan PB 7,17 mm. Skala batang = 1 mm

#### Ukuran larva yang baru menetas dan perkembangan morfologi larva

Ukuran panjang tubuh larva ikan pelangi arfak yang baru menetas berkisar di antara 4,13 dan 4,40 mm. Pada saat menetas, larva ikan pelangi arfak sudah memiliki sirip dada,

walaupun belum berkembang secara sempurna.

Dalam penelitian ini berhasil didokumentasi tiga tahap perkembangan larva berdasarkan karakteristik morfologinya, yaitu *preflexion with yolk*, *flexion*, dan *postflexion*. Tahap *preflexion with yolk* dicirikan tidak ada lekukan pada ujung notokorda, sirip

punggung dan anal masih berupa lipatan dan menyatu dengan sirip ekor (Gambar 4a), serta sirip dada yang sudah berkembang. Pada tahap *flexion* (umur 23 hari), lekukan pada ujung notokorda mulai terbentuk dan jari-jari sirip ekor di bagian ventral mulai terbentuk (Gambar 4b), sedangkan pada tahap *postflexion* (umur 38 hari), lekukan pada ujung notokorda mulai hilang dan tulang *hypural* dan jari-jari sirip ekor berkembang hampir sempurna (Gambar 4c). Pada tahap *postflexion*, juga ditandai dengan sirip perut yang mulai terbentuk dan jari-jari sirip punggung, anal, serta ekor mulai berkembang.

Larva ikan pelangi arfak yang baru menetas berukuran relatif lebih besar dibandingkan dengan jenis ikan pelangi lainnya (Tabel 4). Hal ini diduga berkaitan dengan ukuran diameter telurnya yang relatif lebih besar dibandingkan jenis ikan lainnya (Tabel 3). Ukuran larva yang besar memiliki pertumbuhan yang cepat dan tingkat sintasan yang lebih tinggi (Einum & Fleming 1999, 2000). Hal ini diduga terkait dengan kemampuan renangnya. Miller *et al.* (1988) mengemukakan bahwa kecepatan berenang larva berkorelasi secara positif dengan ukuran tubuhnya. Oleh karena itu, larva yang berukuran lebih besar memiliki kemampuan untuk mendapatkan makanan (tingkat pertemuan dengan

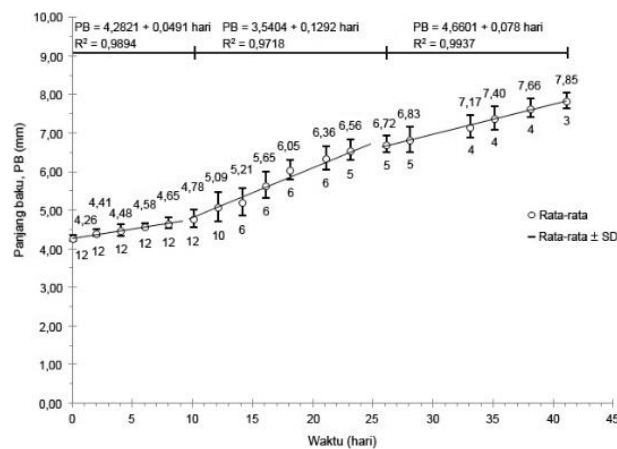
makanan yang lebih besar) atau melepaskan diri dari pemangsa (Miller *et al.* 1988).

Secara morfologi, larva ikan pelangi arfak yang baru menetas sudah memiliki sirip dada dan membran sirip yang masih menyatu di antara bagian punggung, ekor dan anal (Gambar 4). Larva pada tahap ini sudah berenang secara aktif. Kondisi yang sama juga dilaporkan pada larva jenis ikan pelangi lainnya, misalnya *Melanotaenia boesemani* (Yuliani *et al.* 2013), *M. fluviatilis* (Reid & Holdway 1995), dan *M. splendida* (Humphrey *et al.* 2003).

### **Pertumbuhan dan sintasan larva pada skala laboratorium**

Hasil pengukuran panjang baku larva ikan pelangi arfak sampai umur 41 hari ditampilkan pada Gambar 5. Laju pertumbuhan lambat sampai larva berumur 8 hari dan selanjutnya mulai cepat sampai umur 23 hari, dan mulai menurun kembali.

Pada periode umur 0-8 hari laju pertumbuhan masih lambat. Hal ini diduga berkaitan dengan ukuran bukaan mulut dan sumber makanannya yang masih terbatas, yaitu berupa kuning telur. Kuning telur akan tereduksi dalam 3-5 hari setelah menetas, butir-butir minyak (*oil droplets*) akan diserap (Reid & Holdway 1995).



Gambar 5. Kurva pertumbuhan larva ikan pelangi arfak (angka di bagian atas adalah panjang baku rata-rata berdasarkan umur, dan angka di bagian bawah adalah jumlah individu yang diamati)

Pada periode selanjutnya (umur 10-23 hari) dengan panjang baku rata-rata di antara 4,78 dan 6,56 mm, laju pertumbuhan semakin meningkat. Pertumbuhan yang meingkat ini diduga berkaitan dengan pemanfaatan sumber makanan yang berasal dari luar, yaitu instar I dan pellet. Pada periode ini, tahap larva berada dalam periode pertumbuhan, sehingga sebagian besar energi digunakan untuk pertumbuhan yang dicirikan dengan penambahan ukuran panjang tubuh ikan.

Pada periode umur selanjutnya (lebih dari 23 hari), laju pertumbuhan panjang ikan mulai melambat. Pelambatan laju pertumbuhan panjang tubuh pada periode ini diduga berkaitan dengan perubahan dari tahap *preflexion* menjadi *flexion* dan *postflexion*, sehingga sebagian energi yang diperoleh dipergunakan untuk perkembangan sirip (yaitu, sirip punggung, anal dan ekor) (Gambar 5). Humphrey et al. (2003) mengemukakan bahwa jari-jari sirip dada, jari-jari sirip punggung kedua, dan jari-jari sirip anal mulai berkembang pada ukuran panjang tubuh 6,8-7,3 mm pada *M. splendida*.

Perbedaan laju pertumbuhan pada tahap awal perkembangan juga dilaporkan pada *M. splendida* yang menunjukkan laju pertumbuhan yang masih lambat sampai periode umur 12 hari dan mulai meningkat pada periode umur selanjutnya (Humphrey et al. 2003).

Pada periode ini, berlangsung proses pembentukan *cartilaginous* unsur-unsur *hypural* di bagian ekor, pembengkokan notokorda, pembentukan tulang *epural*, penebalan jaringan dan

ukuran sirip punggung kedua dan sirip anal (Humphrey et al. 2003).

Walaupun ikan pelangi arfak memiliki ukuran diameter telur dan larva yang baru menetas relatif lebih besar dari jenis ikan pelangi lainnya, namun laju pertumbuhannya relatif lebih lambat dibandingkan beberapa jenis ikan pelangi yang lain (Tabel 5). Kondisi diduga terkait dengan tipe dan ukuran makanan yang digunakan dalam pemeliharaan larva yang belum tepat dalam penelitian ini. Pertumbuhan larva yang lambat dalam penelitian ini juga diduga berkaitan dengan pengaruh suhu air yang relatif lebih rendah sehingga laju metabolismenya juga lebih lambat (Tabel 5). Kesesuaian tipe makanan dan suhu air akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan larva ikan yang digunakan dalam perlakuan ini yang relatif lebih rendah.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata tingkat sintasan larva ikan pelangi arfak masih 93,7 % sampai hari ke-5 dan selanjutnya menurun secara drastis sampai 57,0% pada hari ke-14 (Gambar 6). Larva sampai umur 5 hari masih memanfaatkan cadangan makanan berupa kuning telur (*endogenous*); sedangkan penurunan tingkat sintasan pada larva berumur lebih dari 5 hari diduga berkaitan dengan ketersediaan kuning telur yang habis dan mulai beralih ke makanan yang berasal dari luar (*exogenous*) berupa larva nyamuk dari instar I dan pellet yang telah dihaluskan.

Tabel 5 Ukuran panjang tubuh larva dan umur pada beberapa jenis ikan pelangi

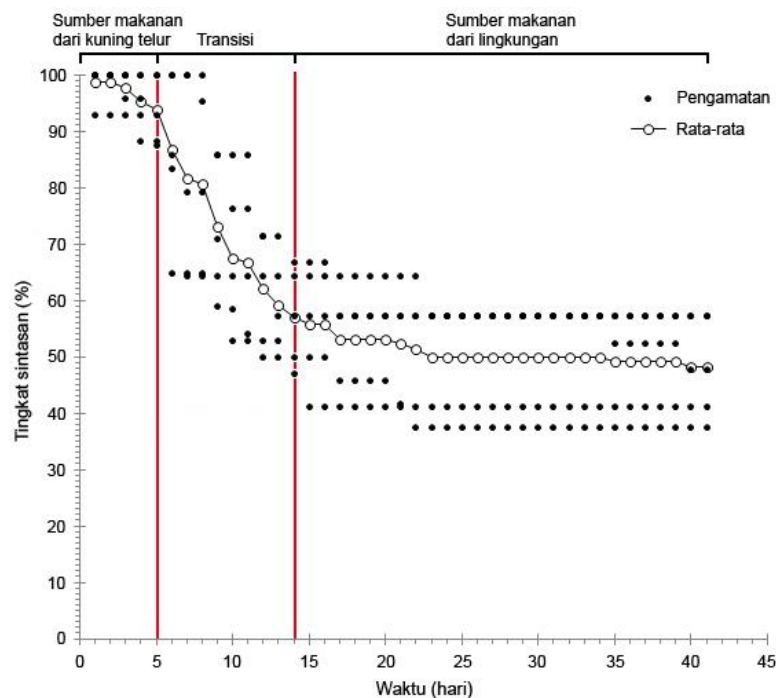
Spesies	Panjang tubuh larva (mm)						Suhu air (°C)	Sumber
	0 hari (saat menetas)		14-16 hari	20-22 hari	30-33 hari	41 hari		
	Kisaran	Rata-rata						
<i>M. arfakensis</i>	4,13-4,40	4,26	5,65	6,36	7,17	7,85	26,8-27,7	Penelitian ini <sup>a</sup>
<i>M. boesemani</i>	-	4,71	8,12	-	13,80	-	27-28	Yuliani et al. (2013) <sup>b</sup>
<i>M. duboulayi</i>	3,07-4,20	-	-	-	-	-	27±1	Crowley et al. (1986) <sup>b</sup>
<i>M. fluviatilis</i>	-	4,20	~5,50 <sup>d</sup>	~8,00 <sup>d</sup>	13,86	-	25±1	Reid & Holdway (1995) <sup>a</sup>
	3,70-4,20	-	-	-	-	-	27±1	Crowley et al. (1986) <sup>b</sup>
<i>M. splendida</i>	-	3,70	9,88	11,87	17,23	21,10	28,1±1	Humphrey et al. (2003) <sup>a,c</sup>

Keterangan: <sup>a</sup>panjang baku, <sup>b</sup>panjang total, <sup>c</sup>diestimasi dari persamaan  $L = 67,9e^{-0,02(\text{umur}-48,8)}$ , <sup>d</sup>diestimasi dari kurva pertumbuhan

Tingkat sintasan tahap larva ikan pelangi arfak yang diperoleh dalam penelitian ini relatif rendah (48,1%) sampai umur 41 hari, dan kondisi ini diduga terkait dengan pemilihan dan frekuensi pemberian makanan, terutama di antara umur 5 dan 14 hari. Pada periode ini, larva memasuki periode kritis, ketika kuning mulai habis. Makanan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan sintasan, terutama pada tahap perkembangan awal larva. Dalam periode ini, walaupun kondisi larva sudah aktif berenang, namun peluang bertemu dengan makanan yang sesuai dengan ukuran bukaan mulutnya masih relatif terbatas. Larva ikan mampu menelan makanan dengan ukuran yang sama dengan bukaan mulut, tetapi akan lebih memilih yang berukuran lebih kecil (Yúfera & Darias 2007). Ukuran mangsa yang dipilih oleh larva ikan akan meningkat sesuai dengan ukuran bukaan mulut dan kemampuan mencari makan (Hunter 1984).

Tingkat sintasan dalam pemeliharaan larva sangat terkait tipe makanan, terutama terkait dengan

ukuran. Perlakuan penambahan kombinasi makanan akan menghasilkan tingkat sintasan larva yang lebih tinggi (Leu *et al.* 2010). Pemberian kombinasi makanan tambahan memberi banyak keuntungan bagi larva untuk mengubah ke makanan dengan ukuran yang berbeda, sesuai ukuran bukaan mulutnya. Dalam penelitian sebelumnya (Reid & Holdway 1995, Humphrey *et al.* 2003), pemeliharaan larva ikan pelangi menggunakan kombinasi tipe makanan (dengan variasi ukuran) yang terdiri atas makanan alami dan komersial. Selain pengaruh tipe makanan, tingkat sintasan pada tahap larva juga dipengaruhi oleh suhu air. Tingkat sintasan yang rendah pada larva yang mulai mencari makan disebabkan oleh aktivitas mencari makan yang rendah, dan hal ini terutama terkait dengan kondisi suhu air (Olivotto *et al.* 2006). Pada kondisi pemeliharaan yang sesuai (tipe makanan dan suhu air), maka tingkat sintasan ikan pelangi *M. splendida* bisa mencapai > 90% sampai umur 3 bulan (Humphrey *et al.* 2003).



Gambar 6. Tingkat sintasan ikan pelangi arfak selama 41 hari pengamatan



### **Implikasi terhadap perkembangbiakan dalam penangkaran**

Penelitian ini memiliki implikasi dalam upaya perkembangbiakan dalam penangkaran dan pelepasliaran ikan pelangi arfak di habitat alami. Ikan pelangi arfak relatif memiliki karakteristik pemijahan dan pertumbuhan tahap awal yang relatif singkat yang akan sangat membantu keberhasilan dalam upaya penangkaran untuk perkembangbiakannya dalam periode yang singkat sehingga bisa mereduksi perubahan karakteristik alamiahnya. Selain itu, pertimbangan waktu yang tepat dalam pelepasliaran di habitat alami, untuk memaksimalkan sintasannya yaitu memerhatikan kestabilan habitat, suhu, dan ketersediaan makanan di alam.

Walaupun kecenderungan kondisi populasi ikan pelangi arfak belum diketahui (IUCN 2018), namun kualitas kondisi habitat alaminya yang semakin menurun (Manangkalangi *et al.* 2014, 2017, 2019, 2020, Leatemia *et al.* 2017, Lefaan *et al.* 2019), diduga akan berdampak terhadap penurunan populasi di habitat alaminya, khususnya di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi. Oleh karena itu perlu upaya konservasi spesies ikan ini, seperti kegiatan penangkaran (*ex situ*). Walaupun pada kenyataannya program penangkaran tidak sepenuhnya dapat memecahkan masalah konservasi, dan hanya diadopsi sebagai perlindungan terhadap kepunahan jenis sampai habitat alami kembali pulih dan fauna tersebut dapat dikembalikan kembali ke habitat aslinya (Philippart 1992; Snyder *et al.* 1996; Schönhuth *et al.* 2003).

### **KESIMPULAN**

Karakteristik aktivitas pemijahan ikan pelangi Arfak berlangsung selama waktu pagi-siang hari dalam tiga periode yang menghasilkan sebanyak 78-116 telur. Telur menetas dalam periode 4-10 hari menjadi larva dengan panjang tubuh 4,13-4,40 mm. Pertumbuhan larva lambat sampai hari ke 8 dan meningkat

sampai hari ke 23, dan kembali menurun. Tingkat sintasan sebesar 48,1% sampai pada pengamatan hari ke-41.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada F. N. Krey, H. V. Y. Monim, D. J. Sawaki, B. Duwit, D. Orisu, S. N. Yoku, P. Musyeri yang telah membantu pengumpulan contoh ikan pelangi arfak dari lapangan dan penanganannya dalam laboratorium. Juga disampaikan terima kasih kepada Ridwan Sala dan Indra F. Luhulima yang telah membaca manuskrip dan memberikan saran perbaikan, serta kepada Simon P. O. Leatemia selaku Kepala Laboratorium Perikanan FPIK UNIPA yang telah menyediakan sarana dan prasarana penunjang penelitian ini. Penulis juga menyampaikan ungkapan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dukungan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri tahun 2014 dan Hibah Penelitian Doktor Tahun 2017 dengan no kontrak 089/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Allen GR. (1990). Les poisons arc-en-ciel (Melanotaeniidae) de la Péninsule de Vogelkop, Irian Jaya, avec description de trois Nouvelles espèces. *Revue française d'Aquariologie*. 16(4): 101-112
- Balon EK. (1984). Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. In: Potts GW, Wootton RJ. (eds.). *Fish reproduction: strategies and tactics*. New York (USA): Academic Press. pp. 35-52
- Brown C. (2003). Habitat-predator association and avoidance in rainbowfish (*Melanotaenia* spp.). *Ecology of Freshwater Fish*. 12(2): 118-126

- Chivers DP, Smith RJF. (1994). Flathead minnows (*Pimephales promelas*) learn to recognize chemical stimuli from high-risk habitats by the presence of alarm substance. *Behavioural Ecology*. 6(2): 155-158
- Chivers DP, Smith RJF. (1995). Chemical recognition of risky habitats is culturally transmitted among flathead minnows, *Pimephales promelas* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Ethology*. 99(4): 286-296
- Crowley LELM, Ivantsoff W. (1982). Reproduction and early stages of development in two species of Australian rainbowfishes, *Melanotaenia nigrans* (Richardson) and *Melanotaenia splendida inornata* (Castelnau). *Australian Zoologist*. 21(1): 85-95
- Crowley LELM, Ivantsoff W, Allen GR. (1986). Taxonomic position of two crimson-spotted rainbowfish, *Melanotaenia duboulayi* and *Melanotaenia fluviatilis* (Pisces: Melanotaeniidae), from eastern Australia, with special reference to their early life-history stages. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 37(3): 385-398
- Doupe RG, Schaffer J, Knott MJ, Burrows DW. (2009). How might an exotic fish disrupt spawning success in a sympatric native species? *Marine and Freshwater Research*. 60(5): 379-383
- Einum S, Fleming IA. (1999). Maternal effects of egg size in brown trout (*Salmo trutta*): norms of reaction to environmental quality. *Proceedings of the Royal Society B*. 266(1433): 2095-2100
- Einum S, Fleming IA. (2000). Highly fecund mothers sacrifice offspring survival to maximize fitness. *Nature*. 405: 565-567
- Einum S, Fleming IA. (2004). Environmental unpredictability and offspring size: Conservative versus diversified bet-hedging. *Evolutionary Ecology Research*. 6: 443-455
- Flint N, Pearson RG, Crossland MR. (2018). Reproduction and embryo viability of a range-limited tropical freshwater fish exposed to fluctuating hypoxia. *Marine and Freshwater Research*. 69(2): 267-276
- Greig SM, Sear DA, Carling PA. (2005a). The impact of fine sediment accumulation on the survival of incubating salmon progeny: implications for sediment management. *Science of The Total Environment*. 344(1-3): 241-258
- Greig SM, Sear DA, Smallman D, Carling PA. (2005b). Impact of clay particles on cutaneous exchange of oxygen across the chorion of Atlantic salmon eggs. *Journal of Fish Biology*. 66(6): 1681-1691
- Greig SM, Sear DA, Carling PA. (2007). A field-based assessment of oxygen supply to incubating Atlantic salmon (*Salmo salar*) embryos. *Hydrological Processes*. 21(22): 3087-3100
- Hattori A, Warburton K. (2003). Microhabitat use by the rainbowfish *Melanotaenia duboulayi* in a subtropical Australian stream. *Journal of Ethology*. 21(1): 15-22
- Hismayasari IB, Rahayu S, Marhendra APW. (2015). Ovary maturation stages histology and follicles diameter of *Melanotaenia boesemani* rainbowfish ovary



- from district of North Ayamaru, Maybrat Regency, West Papua. *Journal of Morphological Science*. 32(3): 157-164
- Houde ED. (1994). Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. *ICES Journal of Marine Science*. 51(1): 91-97
- Humphrey C, Klumpp DW, Pearson R. (2003). Early development and growth of the eastern rainbowfish, *Melanotaenia splendida splendida* (Peters) I. Morphogenesis and ontogeny. *Marine and Freshwater Research*. 54(1): 17-25
- Humphries P, King AJ, Koehn JD. (1999). Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River Systems, Australia. *Environmental Biology of Fishes*. 56(1-2): 129-151
- Hunter JR. (1984). Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: R. Lasker (ed.). *Marine fish larvae: morphology, ecology and relation to fisheries*. Seattle, WA (USA): Washington Sea Grant Program. pp. 34-77
- Hutchings JA. (1997). Life history responses to environmental variability in early life. In: Chambers RC, Trippel EA. (eds.). *Early life history and recruitment in fish populations*. Fish and Fisheries Series 21. London (UK): Chapman and Hall. pp. 139-168
- IUCN. (2018). The IUCN red list of threatened species. Version 2017-3. [accessed: 7 May 2018]. <http://www.iucnredlist.org>
- Kadarusman, Sudarto, Paradis E, Pouyaud L. (2010). Description of *Melanotaenia fasinensis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua, Indonesia with comments on the rediscovery of *M. ajamaruensis* and the endangered status of *M. parva*. *Cybium*. 34(2): 207-215
- Kendall AW Jr, Ahlstrom EH, Moser HG. (1984). Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW Jr, Richardson SL (eds.). *Ontogeny and systematics of fishes*. California (USA): American Society of Ichthyologists and Herpetologists. pp 11-22
- Kjesbu OS, Witthames PR, Solemdal P, Walker MG. (1998). Temporal variations in the fecundity of Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) in response to natural changes in food and temperature. *Journal of Sea Research*. 40(3-4): 303-321
- Leatemia SPO, Manangkalangi E, Lefaan PT, Peday HFZ, Sembel L. (2017). Makrovertebrata bentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 22(1): 25-33
- Lefaan PT, Peday HFZ, Leatemia SPO, Sembel L, Manangkalangi E. (2019). Struktur vegetasi riparia dan implikasinya terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis* di Sungai Nimbai, Manokwari Papua Barat. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 10(1): 38-56
- Leu M-Y, Meng P-J, Huang C-S, Tew KS, Kuo J, Liou C-H. (2010). Spawning behavior, early development and first feeding of the bluestriped angelfish

- [*Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck & Schlegel, 1844)] in captivity. *Aquaculture Research*. 41: e39-e52
- Lobon-Cervia J, Utrilla CG, Rincón PA, Amezcua F. (1997). Environmentally induced spatio-temporal variations in the fecundity of brown trout *Salmo trutta* L.: Trade-offs between egg size and number. *Freshwater Biology*. 38(2): 277-288
- Maddern MG, Morgan DL, Gill HS. (2007). Distribution, diet and potential ecological impacts of the introduced Mozambique mouthbrooder *Oreochromis mossambicus* Peters (Pisces: Cichlidae) in Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 90(4): 203-214
- Manangkalangi E. (2009). Makanan, pertumbuhan dan reproduksi ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 105 hal
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjaifii DS. (2009a). Habitat ontogeni ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. *Jurnal Natural*. 8(1): 4-11
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjaifii DS, Sulistiono. 2009b. Musim pemijahan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 9(1): 1-12
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjaifii DS, Sulistiono. (2009c). Pengaruh Kondisi Hidrologi Terhadap Komunitas Makroavertabrata di Sungai Aimasi dan Sungai Nimbai, Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5(2): 99-110
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PT, Peday HFZ, Sembel L. (2014). Kondisi habitat ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis*, 1990 di Sungai Nimbai, Prafi Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 14(1): 21-36
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hariyadi S. (2017). Efektivitas ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 dalam mencari makan pada tingkat kekeruhan air yang berbeda: suatu pendekatan laboratorium. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 17(3): 299-310
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hariyadi S, Simanjuntak CPH. (2019). Trophic ecology of fish community at Nimbai Stream: competition and predation interaction to Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 19(3): 449-464
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hariyadi S, Simanjuntak CPH. (2020). Distribution and abundance of the Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 in Prafi River system, Manokwari, West Papua: due to habitat degradation? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 404: 012043
- Miller TJ, Crowder LB, Rice JA, Marschall EA. (1988). Larval size and recruitment mechanisms in fishes: toward a conceptual framework. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 45(9): 1657-1670
- Milton DA, Arthington AH. (1984). Reproductive strategy and growth

- of the crimson-spotted rainbowfish, *Melanotaenia splendida fluviatilis* (Castelnau) (Pisces: Melanotaeniidae) in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 35(1): 75-83
- Morgan DL, Gill HS, Maddern MG, Beatty SJ. (2004). Distribution and impacts of introduced freshwater fishes in Western Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 38(3): 511-523
- Olden JD, Kennard MJ. (2010). Intercontinental comparison of fish life history strategies along a gradient of hydrologic variability. In: Gido KB, Jackson DA (eds.). *Community ecology of stream fishes: concepts, approaches, and techniques*. Proceedings of a symposium held in Ottawa, Ontario, Canada, 19-20 August 2008. Bethesda (USA): American Fisheries Society. pp. 83-107
- Oliveira RF, Almada VC. (1998). Maternal aggression during the mouthbrooding cycle in the cichlid fish, *Oreochromis mossambicus*. *Aggressive Behavior*. 24: 187-196
- Oliveira RF, Almada VC, Canário AVM. (1996). Social modulation of sex steroid concentrations in the urine of male cichlid fish *Oreochromis mossambicus*. *Hormones and Behavior*. 30(1): 2-12
- Olivotto I, Holt SA, Carnevali O, Holt GJ. (2006). Spawning, early development, and first feeding in the lemonpeel angelfish *Centropyge flavissimus*. *Aquaculture*. 253(1-4): 270-278
- Oulton LJ, Haviland V, Brown C. (2013a). Predator recognition in rainbowfish, *Melanotaenia duboulayi*, embryos. *PLoS ONE*. 8(10): e76061
- Oulton LJ, Carbia P, Brown C. (2013b). Hatching success of rainbowfish eggs following exposure to air. *Australian Journal of Zoology*. 61(5): 395-398
- Philippart JC. (1992). Is captive breeding an effective solution for the conservation of endemic species? *Biological Conservation*. 72(2): 281-295
- Portella MC, Dabrowski K. (2008). Diets, physiology, biochemistry and digestive tract development of freshwater fish larvae. In: Cyrino JEP, Bureau DP, Kapoor BG (eds.). *Feeding and digestive functions in fishes*. Enfield, NH (USA): Science Publishers. pp. 227-279
- Pusey BJ, Arthington AH, Bird Jr JR, Close PG. (2001). Reproduction in three species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from rainforest streams in northern Queensland, Australia. *Ecology of Freshwater Fish*. 10(2): 75-87
- Pusey BJ, Arthington AH, Close PG, Bird JR. (2002). Larval fishes in rainforest streams: recruitment and microhabitat use. *Proceedings of the Royal of Queensland*. 110: 27-46
- Radael MC, Cardoso LD, Andrade DR, Mattos D, Motta JH, Manhães JV, Vidal Jr MV. (2013). Morphophysiological characterization of the embryonic development of *Melanotaenia praecox* (Weber & de Beaufort, 1922). *Zygote*. 22(4): 533-539

- Radael MC, Cardoso LD, de Andrade DR, Ferreira AV, de Cruz Mattos D, Vidal Jr MV. (2015). Effect of temperature on embryonic development of *Melanotaenia boesemani* (Allen and Cross, 1982). *Zygote*. 24(2): 301-309
- Reid HP, Holdway DA. (1995). Early development of the Australian crimson-spotted rainbowfish, *Melanotaenia fluviatilis* (Pisces: Melanotaeniidae). *Marine and Freshwater Research*. 46(2): 475-480
- Rice JA, Crowder LB, Holey ME. (1987). Exploration of mechanisms regulating larval survival in Lake Michigan bloater: a recruitment analysis based on characteristics of individual larvae. *Transactions of the American Fisheries Society*. 116(5): 703-718
- Rønnestad I, Morais S. (2008). Digestion. In: Finn RN, Kapoor BG (eds.). *Fish larval physiology*. Enfield, NH (USA): Science Publishers. pp. 201-262.
- Schönhuth S, Luikart G, Doadrio I. (2003). Effects of a founder event and supplementary introductions on genetic variation in a captive breeding population of the endangered Spanish killifish. *Journal of Fish Biology*. 63(6): 1538-1551
- Siby LS, Rahardjo MF, Sjafei DS. 2009. Biologi reproduksi ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*, Weber 1907) di Danau Sentani. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 9(1): 49-61
- Simanjuntak, C.P.H., Kinoshita I, Fujita S, Takeuchi K. (2015). Reproduction of the endemic engraulid, *Coilia nasus*, in freshwaters inside a reclamation dike of Ariake Bay, western Japan. *Ichthyological Research*. 62 (3): 374-378
- Singh RK, Khandagale PA, Chavan SL, Sapkale PH. (2006). The relationship of ova diameter to fertilization rates, hatching rates, survival percentages and specific growth rates in the common carp and indian major carps. *Asian Fisheries Society*. 19(3): 257-269
- Snyder NFR, Derrickson SR, Beissinger SR, Wiley JW, Smith TB, Toone WD, Miller B. (1996). Limitations of captive breeding in endangered species recovery. *Conservation Biology*. 10(2): 338-348
- Winemiller KO, Rose KA. (1992). Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 49(10): 2196-2218.
- Wootton RJ. (1984). Introduction: tactics and strategies in fish reproduction. In: Potts GW, Wootton RJ (eds.). *Fish reproduction: strategies and tactics*. New York (USA): Academic Press. pp. 1-12.
- Wootton RJ. (1990). *Ecology of Teleost Fishes*. New York (USA): Chapman and Hall Ltd. 404 p
- Yúfera M, Darias MJ. (2007). The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*. 268(1-4): 53-63.
- Yuliani F, Musthofa SZ, Kadarini T, Elfidasari D. (2013). Perkembangan larva ikan rainbow boesemani (*Melanotaenia boesemani*): tahap pembentukan sirip dan pembelokan tulang ekor. *Unnes Journal of Life Science*. 2(2): 100-104.

Zambonino-Infante JL, Gisbert E, Sarasquete C, Navarro I, Gutiérrez J, Cahu CL. (2008). Ontogeny and physiology of the digestive system of marine fish larvae. *In*: Cyrino JEP, Bureau DP, Kapoor BG (eds.). *Feeding and digestive functions in fishes*. Enfield, NH (US).





## 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/JSIAI/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 3, Agustus 2021

<b>Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo</b> <i>Segita Kono, Ayinda Kristi Tiopo, Nuralim Pasingi, Miftahul Khair Kadim</i>	235 – 244
<b>Pembesaran Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) pada Budidaya Sistem Resirkulasi Menggunakan Filtrasi Tanaman <i>Hydrilla verticillata</i> dan <i>Ceratophyllum demersum</i></b> <i>Bayu Pranata, Aradea Bujana Kusuma</i>	245 - 252
<b>Evaluasi Penerapan Konsep Ekowisata di Kampung Wisata Arborek, Raja Ampat</b> <i>Novelina Tampubolon; Maria Mardia Marampa, Marjan Bato</i>	253 - 262
<b>Pengaruh Penggunaan Substrat yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)</b> <i>Agus Putra AS; Rini Mastuti; Sorbakti Sinaga</i>	263 - 272
<b>Filogenetik Bulu Babi <i>Tripneustes gratilla</i> menggunakan Gen Sitokrom Oksidase Subunit 1</b> <i>Nurul Abidin, Rina A. Moge, Robi Binur</i>	273 - 284
<b>Kelayakan Ekonomi Alat Tangkap Ikan Bandrong Cakalang di Perairan Dangkal</b> <i>Andi Adam Malik, Andi Sitti Halimah</i>	285 - 292
<b>Potensi Karbon pada Lamun <i>Thalassia hemprichii</i> dan <i>Enhalus acoroides</i> di Perairan Pantai Waai Pulau Ambon</b> <i>Charlotha Irenny Tupan, Ferdinandus Sangur, Grasiano W Lailossa</i>	293 – 302
<b>Aspek Reproduksi Ikan Nyalian (<i>Barbodes binotatus</i> Valenciennes, 1842) di Danau Tamblingan</b> <i>Ni Made Sita Aditya Putri, Nyoman Dati Pertamina, Gde Raka Angga Kartika</i>	303 – 314
<b>Profil Kawasan Reboisasi Mangrove Kepulauan Seribu Berdasarkan Karakteristik Lingkungan dan Fauna Makrobentik Terkait</b> <i>Febrianti Lestari, Syahrial Syahrial, Rika Anggraini, Yudho Andika, Cut Meurah Nurul 'Akla, Agus Putra Abdul Samad</i>	315 – 330
<b>Aktivitas Pemijahan, Perkembangan Awal, dan Pertumbuhan Larva Ikan Pelangi Arfak dalam Kondisi Laboratorium: Studi Pendahuluan untuk Penangkarannya</b> <i>Emmanuel Manangkalangi, Ida Lapadi, Paskalina Theresia Lefaan, M. Fadjar Rahardjo, Renny K. Hadiaty, Sigid Hariyadi, Charles P. H. Simanjuntak</i>	331 – 350

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

