

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

JURNAL SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

Volume 9, Nomor 2, Mei 2025

Foto ©MBRAI & Bionesia



Diterbitkan oleh:
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS PAPUA
MANOKWARI

JURNAL SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

Volume 9, Nomor 2, Mei 2025

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

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

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 9, Nomor 2, Mei 2025

DAFTAR ISI

Analisis pemanfaatan buah mangrove <i>Rhizophora mucronata</i> dalam mendukung wisata mangrove masyarakat Kampung Mandar Kabupaten Banyuwangi <i>Mochammad Fattah, Luchman Hakim, Soemarno Soemarno, Pudji Purwanti</i>	87 - 98
Analisis Data Satelit Altimetri Dalam Pemantauan Gelombang Laut di Perairan Provinsi Bengkulu <i>Risky Budi Yarmanto, Irkhos Irkhos, Suhendra Suhendra, Lizalidiawati Lizalidiawati</i>	99 - 108
Identifikasi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Karang di Perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara <i>Riska, Arman Pariakan, Lalang, Indra Ardiansyah</i>	109 - 118
Valuasi Ekonomi Ekosistem Mangrove Di Kampung Air Mandidi Kabupaten Nabire Provinsi Papua Tengah <i>Juniati Tanduk Thomas, Selvi Tebaiy, Yuanike Kaber, Paulus Boli, Emmanuel Manangkalangi, Gandi Y.S. Purba</i>	119 - 136
Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu Terhadap Penghidupan Masyarakat Pesisir Distrik Teminabuan Kabupaten Sorong Selatan <i>Uun Lestari, Putri Meira Shyiang Sri, Soraya Ramadani, Maksi Abago</i>	137 – 152
Keberadaan Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) Sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Bone Gorontalo <i>Miftahul Khair Kadim, Nuralim Pasingi, Ade Irma Polamolo, Siti Adel Maharani</i>	153 – 164
Rehabilitasi Sebagai Upaya Pelesterian Terumbu Karang di Wilayah Konservasi Perairan Indonesia <i>Yora Arungla'bi, Eni Kamal, Harfiandri Damanhuri, Selvi Tebay, Dwieke Putri Wulandari</i>	165 – 174
Petunjuk penulisan naskah	175 – 180

Analisis pemanfaatan buah mangrove *Rhizophora mucronata* dalam mendukung wisata mangrove masyarakat Kampung Mandar Kabupaten Banyuwangi

*Analysis of *Rhizophora mucronata* mangrove fruit application in enhancing
mangrove tourism within the Mandar Village Community, Banyuwangi Regency*

Mochammad Fattah¹, Luchman Hakim², Soemarno³, dan Pudji Purwanti⁴

¹ Program Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran,
Ketawanggede, Lowokwaru, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

² Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran,
Ketawanggede, Lowokwaru, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

³ Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Ketawanggede, Lowokwaru, Malang,
65145, Jawa Timur, Indonesia

⁴ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Ketawanggede,
Lowokwaru, Malang, 65145, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi: mochammadfattah@ub.ac.id

Disubmit: 06 Februari 2025, Direvisi: 22 April 2025, Diterima: 28 April 2025

ABSTRAK

Pemanfaatan buah mangrove untuk menghasilkan nilai ekonomi bagi masyarakat diharapkan mendukung kegiatan pelestarian ekosistem mangrove. Salah satu pemanfaatan dari buah mangrove di Kampung Mandar Banyuwangi adalah menjadi tepung. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kandungan proksimat tepung mangrove *Rhizophora mucronata*, dan menganalisis profit usaha olahan tepung mangrove menjadi kue kering. Analisis data yang digunakan adalah uji kandungan proksimat (protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat) dan analisis profitabilitas dengan mempertimbangkan harga pokok penjualan (HPP). Tepung mangrove yang dihasilkan Poklhasar “Mina UPA Karya” berbahan baku buah *Rhizophora mucronate*. Proses produksi yang dibutuhkan untuk menghasilkan tepung mangrove selama 7 hari. Kandungan proksimat tepung mangrove yang sesuai standar SNI adalah kadar air dan kadar karbohidrat, sedangkan kadar protein, kadar lemak dan kadar abu sedikit kelebihan atau kekurangan dari syarat SNI. Tepung mangrove digunakan sebagai campuran kue kering, yang terdiri dari: nastar, kastengel, kukis, coklat almond, mawar, sumprit selai, sumprit coklat, kue kacang, dan brownies krispi. Produk olahan tepung mangrove menjadi kue kering menghasilkan nilai margin profit sebesar 9,16% dari nilai HPP. Nilai R/C, BEPs, BEPq, profit, dan rentabilitas dari usaha olahan berbasis tepung mangrove dapat dinyatakan menguntungkan karena menghasilkan nilai diatas standar dari kriteria profitabilitas.

Kata kunci: buah mangrove, proksimat, olahan mangrove, profitabilitas

ABSTRACT

The use of mangrove fruit to create economic benefit for the community is anticipated to bolster conservation efforts for the mangrove environment. In Mandar Banyuwangi Village, one application of mangrove fruit is its conversion into flour. This study aimed to examine the proximate composition of *Rhizophora mucronata* mangrove flour and evaluate the profitability of processing this flour into pastries. The analysis conducted encompasses the proximate content test (including protein, fat, water, ash, and

carbs) and a profit analysis that factors in the cost of goods sold (COGS). Mangrove flour manufactured by Poklahsar “Mina UPA Karya” is derived from the fruit of *Rhizophora mucronata*. The processing method necessitated seven days to manufacture mangrove flour. The proximate composition of mangrove flour, as per SNI criteria, includes water and carbohydrate content, although protein, fat, and ash content are marginally over or below SNI specifications. Mangrove flour is utilized in a variety of desserts, including nastar, kastengel, cookies, almond chocolate, roses, jam sumprit, chocolate sumprit, peanut cake, and krispi brownies. Products made using processed mangrove flour in pastries yield a profit margin of 9.16% of the cost of goods sold (COGS). The R/C, BEPs, BEPq, profit, and profitability ratio of the mangrove flour processing business indicate profitability, since they go over the minimum requirements of profitability criteria.

Keywords: mangrove fruit, proximate, processed mangroves, profitability

PENDAHULUAN

Hutan mangrove memiliki nilai manfaat yang tinggi bagi kehidupan masyarakat pesisir. Upaya pemanfaatan ekosistem hutan mangrove tersebut tentu perlu pengetahuan yang memadai agar kelestarian dan keberadaan hutan mangrove tetap terjaga (Jihadi *et al.*, 2023). Selain itu, mangrove merupakan tanaman yang banyak ditemukan di pesisir Indonesia, namun demikian belum banyak dimanfaatkan sebagai produk konsumsi, padahal bakau memiliki kandungan nutrisi dan antioksidan yang cukup tinggi (Nusaibah *et al.*, 2022). Tanaman mangrove dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan baru, karena mangrove pada umumnya mengandung karbohidrat yang tinggi (Massie *et al.*, 2020). Ernawati *et al.* (2021), menambahkan bahwa kandungan energi dan karbohidrat pada buah mangrove cukup tinggi, bahkan melebihi beberapa jenis pangan sumber karbohidrat yang lain misalnya beras, jagung singkong atau sagu.

Pohon mangrove terdiri dari bagian batang, akar, daun dan buah. Masyarakat di sekitar hutan mangrove memanfaatkan pohon mangrove untuk berbagai keperluan. Kayu pohon mangrove dapat digunakan sebagai bahan kayu bakar dan bahan bangunan. Akar mangrove digunakan nelayan sekitar untuk membuat gabus dan pelampung. Daun mangrove dimanfaatkan sebagai obat tradisional, sedangkan buah mangrove dimanfaatkan sebagai bahan pangan maupun sebagai

obat tradisional (Rosulva *et al.*, 2021). Buah mangrove terdiri dari dua bagian yaitu kelopak dan buah mangrove. Kelopak buah mangrove berbentuk seperti buah pir terbalik dan berwarna cokelat. Buah mangrove mempunyai penampakan warna hijau dan diselimuti oleh banyak lentisel pada lapisan permukaannya. Daging buah mangrove mempunyai tekstur keras dan warna cokelat (Purwaningsih *et al.*, 2013).

Peran Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Tahun 2023 melakukan upaya pelestarian mangrove Kampung Mandar melalui pemanfaatan nilai ekonomi dari buah mangrove dan wisata mangrove. Pendekatan manfaat ekonomi ini diharapkan masyarakat mempunyai kesadaran untuk menjaga kelestarian ekosistem mangrove. Guna mempermudah dalam pengelolaannya maka KKP membentuk Kelompok Pengolah dan Pemasar (Poklahsar), yaitu: Mina UPA Karya. Kelompok ini diberikan pelatihan dan pendampingan dalam pengolahan buah mangrove menjadi tepung. Keberhasilan Poklahsar dalam mempertahankan produksi olahan tepung mangrove menjadi kue kering hingga sekarang tidak lepas dari peran penyuluh perikanan dan dinas terkait. Kandungan gizi dari tepung mangrove menjadi pertimbangan konsumen dalam melakukan pembelian produk karena konsumen mempunyai kepercayaan terhadap keamanan produk sehingga semakin meningkat kepercayaan konsumen terhadap produk maka akan mempengaruhi keuntungan produsen.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kandungan proksimat tepung mangrove *Rhizophora mucronata*, dan menganalisis profit usaha olahan tepung mangrove menjadi kue kering.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Pesisir Kampung Mandar pada bulan Agustus 2024 – Januari 2025. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* karena pemilihan sampel sebagai narasumber penelitian (Poklahsar Mina UPA Karya) berdasarkan pertimbangan bahwa usaha pengolahan mangrove berjalan hingga sekarang. Analisis data yang digunakan adalah analisis kandungan proksimat dan analisis harga pokok penjualan.

Uji kandungan proksimat tepung mangrove, antara lain: protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat. 1) Uji kadar protein berdasarkan SNI 01-2986-1992. Dekstruksi Ditimbang 1 g sampel, kemudian dimasukan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml. ditambahkan 5 g campuran selenium dan 25 ml H₂SO₄ pekat. Dipanaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan. dibiarkan dingin. diencerkan dan dimasukan ke dalam labu ukur 100 ml sampai pada tanda garis. Pembuatan blanko: Diambil 25 ml H₂SO₄ kemudian ditambahkan akuades 150ml dan ditambahkan 3 tetes indikator PP. Destilasi Dipipet 5 ml larutan sampel dan dimasukan ke dalam alat penyuling. Ditambahkan 5 ml NaOH 30% Dan beberapa tetes PP. Disuling selama 10 menit, pada penampungan digunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator. Kemudian dibilasi ujung pendingin dengan air suling. Distilasi juga dilakukan pada blanko. Titrasi Distilat kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,01N. 2) Uji kadar lemak berdasarkan SNI 01-2891-1992, Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 1 jam. Kemudian Labu lemak didinginkan dalam

desikator selama 15 menit dan ditimbang. Sampel sebanyak ± 5 gram dihaluskan kemudian ditimbang dan dibungkus menggunakan kertas saring yang dibentuk selongsong. Dirangkai alat ekstraksi dari heating mantle, labu lemak, soxhlet hingga kondensor. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam soxhlet yang kemudian ditambahkan pelarut heksan 250 ml. Ekstraksi dilakukan selama ± 6 jam sampai pelarut turun kembali melalui sifon ke dalam labu lemak berwarna jernih. Hasil ekstraksi dari labu lemak dipisahkan antara heksan dan lemak. Lemak yang sudah dipisahkan dengan heksan kemudian dipanaskan kedalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Labu lemak didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Dilakukan pemanasan kembali ke dalam oven selama 1 jam, apabila selisih penimbangan hasil ekstraksi terakhir dengan penimbangan sebelumnya belum mencapai 0,0002 gram. 3) Uji kadar air berdasarkan SNI 01-2891-1992 Cawan yang akan digunakan dikeringkan dalam oven pada suhu 100–105°C selama 30 menit atau sampai didapat berat tetap. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam cawan tersebut lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai tercapai berat tetap (24 jam). Sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang. 4) Uji kadar abu berdasarkan SNI 01-2891-1992 cawan pengabuan, dibakar dalam tanur, dinginkan dalam desikator dan ditimbang. Cawan pengabuan dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C, kemudian didinginkan selama 15 menit di dalam desikator dan ditimbang. Ditimbang sampel sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan pengabuan, kemudian diletakkan dalam tanur pengabuan. Kemudian dibakar sampai didapat abu berwarna abu-abu atau sampai beratnya tetap. Pengabuan dilakukan pada suhu 550°C selama 3 jam. Dinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. 5) Uji kadar karbohidrat menggunakan metode *by difference* yaitu pengurangan 100% dengan jumlah dari

hasil empat komponen yaitu kadar air, abu, protein dan lemak (Ardiansyah *et al.*, 2020).

Analisis manfaat ekonomi melalui pendekatan Harga Pokok Penjualan (HPP), tahapan analisis antara lain:

1) menghitung modal tetap yang digunakan dalam menghasilkan produksi,

2) menghitung biaya *overhead*,

3) menghitung harga pokok penjualan,

4) menghitung penerimaan.

Analisis profitabilitas usaha olahan berbasis mangrove, antara lain: R/C, BEPs, BEPq, Profit dan Rentabilitas (Tabel 1).

Tabel analisis profitabilitas usaha olahan berbasis mangrove

No	Analisis	Rumus	Intepretasi
1	R/C	$R/C = \frac{TR}{TC}$	Jika R/C lebih dari 1, maka kegiatan usaha mendapatkan keuntungan. Jika R/C kurang dari 1, maka kegaitan usaha menderita kerugian. Jika R/C sama dengan 1, maka kegiatan usaha tidak mendapatkan untung atau rugi.
2	Break Event Point (BEP)	$BEPu = \frac{FC}{P - VC}$ $BEPs = \frac{FC}{1 - \frac{VC}{s}}$	Jika jumlah produksi suatu usaha menghasilkan diatas jumlah produksi impas maka usaha dinyatakan untung. Jika penerimaan suatu usaha menghasilkan lebih besar dari penerimaan impas maka usaha dinyatakan untung.
3	Keuntungan	$\pi = TR - TC$	Jika bernilai positif dan lebih besar dari 0 (nol) maka usaha dinyatakan untung.
4	Rentabilitas	$Rentabilitas = \frac{\pi}{M} \times 100\%$	Jika modal yang dikeluarkan pada satuan tertentu akan menghasilkan keuntungan sesuai dengan presentase hasil rentabilitas.

Sumber: (Fattah, Tjahjono, *et al.*, 2023)

Keterangan

- TC = Total cost / Biaya total (Rp)
- FC = Fix cost / jumlah biaya tetap (Rp)
- VC = Variable cost/jumlah biaya variabel (Rp)
- TR = Total Penerimaan (Rp)
- Q = Jumlah barang (Rp)
- P = Harga barang (Rp)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknis Pembuatan Tepung dan Kandungan Proksimat Tepung Mangrove *Rhizophora mucronata*

Tepung mangrove Kampung Mandar Banyuwangi di produksi oleh Kelompok Pengolah dan Pemasar Ikan (Poklahsar) “Mina UPA Karya” sebanyak 13 anggota dengan ketua Santi Aisa berdasarkan Surat Keputusan Lurah

Kampung Mandar Nomor: 470/67/Kep/429.501.13/2023.

Pengolahan tepung mangrove dilaksanakan bersamaan program Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan kawasan mangrove Kampung Mandar sebagai destinasi wisata sejak tahun 2023. Produksi tepung mangrove *Rhizophora mucronata* sebesar 1 Kg membutuhkan bahan baku sebanyak 25 Kg. Alat yang dibutuhkan dalam

pembuatan tepung mangrove, antara lain: oven, bak besar, peniris, dan kompor. Proses produksi tepung mangrove melalui tahapan sebagai berikut:

1. Penyortiran, tepung mangrove yang berkualitas dihasilkan dari penyortiran buah yang tepat. Menurut Massie *et al.* (2020), ciri buah mangrove yang berkualitas baik adalah tidak cacat, tidak busuk dan berwarna hijau tua.
2. Pencucian, proses pencucian dilakukan untuk menghilangkan getah pada buah mangrove. Setelah proses pencucian buah mangrove diiris secara tipis untuk mempermudah proses pengeringan. Buah mangrove yang telah diiris kemudian dicuci hingga bersih. Hasil penelitian Soenardjo & Supriyanti (2017), menjelaskan bahwa Perlakuan perebusan dengan abu gosok dan lama perendaman air, memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar tannin buah *Avicennia marina* ($P < 0,05$). Perlakuan pemberian kadar abu gosok 15 % dan lama perendaman perendaman air 72 jam 12 kali pergantian air (6 jam) menurunkan kadar tannin yang efektif.
3. Perendaman, buah mangrove yang telah bersih dilakukan proses perendaman selama 7 hari dengan mengganti air sebanyak 2 kali per hari (pagi dan sore).
4. Penirisan, proses perendaman yang telah selesai dilanjutkan penirisan buah mangrove selama 12 jam.
5. Pengovenan, buah mangrove yang telah tiris dimasukkan dalam oven selama 2 jam dengan menggunakan api kecil.
6. Pendinginan, buah mangrove yang telah kering setelah pengovenan dilakukan proses pendinginan.
7. Penggilingan dan pengemasan, buah mangrove yang telah kering digiling menggunakan blender untuk

menghasilkan tepung mangrove, kemudian dikemas 150 gram (Gambar 1).



Gambar 1. Tepung Mangrove
Rhizophora mucronata

Syarat tepung sebagai bahan pangan berdasarkan SNI 01-3751-2009 mempunyai kriteria minimal kadar protein sebesar 7%, maksimal kadar lemak sebesar 3%, maksimal kadar air sebesar 14,5%, maksimal kadar abu sebesar 0,6%, dan minimal kadar karbohidrat sebesar 60% (BSN, 2009). Protein merupakan senyawa organik kompleks dengan bobot molekul tinggi. Protein juga merupakan suatu polimer yang terdiri dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida. Protein memiliki banyak fungsi diantaranya sebagai enzim, hormon dan antibodi (Sawitri *et al.*, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar protein tepung mangrove sebesar 4,93% sehingga masih dibawah 29,6% dari standar minimal SNI. Fadilah *et al.* (2020), menjelaskan bahwa proses termal yang terjadi selama pemanasan produk dapat menyebabkan protein terdenaturasi. Peran suhu pengeringan mampu memperbaiki sifat fisik dan peningkatan terhadap kandungan gizi yang berpengaruh pada kualitas produk.

Lemak memainkan peran penting dalam sifat fungsional tepung, memengaruhi berbagai aspek tekstur makanan, rasa, dan kualitas keseluruhan. Kehadiran lemak dalam tepung berkontribusi pada karakteristik hidrofobiknya, yang dapat meningkatkan kapasitas menahan minyak dan sifat pengemulsi tepung. Hal ini khususnya terbukti dalam penelitian yang menunjukkan bagaimana lemak

berinteraksi dengan asam amino hidrofobik, sehingga memodifikasi sifat tekno-fungsional tepung (Zielinska, 2022). Nilai kadar lemak dalam uji proksimat menghasilkan 3,58% sehingga kelebihan 19,3% dari syarat yang ditentukan. Menurut Winarno (2008), air merupakan salah satu penyebab turunnya kandungan lemak dari suatu bahan pangan. Air dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis lemak menjadi gliserol dan asam lemak.

Kandungan air pada bahan makanan dapat memberikan pengaruh terhadap tekstur, dan cita rasa pada produk pangan. Masa simpan olahan sangat berkaitan dengan kandungan air karena hal tersebut sangat mempengaruhi perkembangan mikroorganisme didalam produk pangan (Winarno, 2008). Hasil penelitian kadar air pada tepung mangrove di bawah syarat SNI sebesar 117,4% atau menghasilkan nilai kadar air sebesar 6,67%. Menurut Erni *et al.* (2018), semakin tingginya suhu maka semakin banyak molekul air yang menguap dari produk olahan yang dikeringkan sehingga kadar air yang diperoleh semakin rendah.

Kandungan abu dalam tepung berfungsi sebagai indikator penting dari kualitas dan komposisi nutrisi tepung tersebut. Abu merupakan residu mineral yang tersisa setelah pembakaran tepung pada suhu tinggi (Bodor *et al.*, 2024). Selain itu, kandungan abu yang tinggi juga menunjukkan betapa pentingnya mineral, seperti magnesium dan kalsium, yang dapat berkontribusi pada nilai gizi tepung (Sakhare & Inamdar, 2014). Kadar abu dalam tepung mangrove sebesar 1,75% sehingga melebihi syarat SNI sebesar 38,3%. Menurut Nusaibah *et al.* (2022), tingginya kadar abu sangat berkaitan dengan kandungan mineral yang tinggi pada bahan baku penyusunnya. Kadar abu akan semakin tinggi apabila bahan bakunya mempunyai mutu yang baik, bersih, dan kadar mineralnya tinggi.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia, yang menyediakan 4 kalori (*kilojoule*) energi pangan per gram. Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam

menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lainlain. Sedangkan dalam tubuh, karohidrat berguna untuk mencegah tumbuhnya ketosis, pemecahan tubuh protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein. Karbohidrat terdiri dari monosakarida, disakarida, dan polisakarida, yang memiliki senyawa berbeda-beda (Fitri & Fitriana, 2020). Nilai kadar karbohidrat tepung mangrove sebesar 83,07% sehingga nilai ini menunjukkan melebihi batas minimal syarat SNI sebesar 38,5%. Nusaibah *et al.* (2022), menjelaskan bahwa semakin berkurangnya kadar air akibat dari proses pengolahan, maka kadar karbohidrat akan semakin besar.

Tabel 1. Kandungan Proksimat dalam Tepung Mangrove *Rhizophora mucronata*

No	Analisa	Hasil	SNI
1	Protein (%)	4,93	≥ 7
2	Lemak (%)	3,58	≤ 3
3	Air (%)	6,67	$\leq 14,5$
4	Abu (%)	1,75	$\leq 0,6$
5	Karbohidrat (%)	83,07	≥ 60

Perlakuan buah mangrove *Rhizophora mucronata* Poklhasar Mina UPA Karya untuk menghasilkan tepung mangrove menghasilkan kandungan protein, air, dan karbohidrat lebih baik dari penelitian Purwaningsih *et al.* (2013), yang menghasilkan kandungan proksimat buah mangrove *Rhizophora mucronate* Jawa Barat, antara lain: kadar protein sebesar 2.59%, kadar lemak sebesar 0.86%, air sebesar 31,96%, abu sebesar 1,10%, dan karbohidrat sebesar 63,50%.

Pemanfaatan Mangrove Sebagai Produk Olahan Berbasis Tepung Mangrove

Produk olahan tepung mangrove yang dijalankan Poklhasar Mina UPA Karya (Gambar 2), antara lain: nastar (300 gr), kastengel (300 gr), kukis (200 gr), coklat almond (250 gr), mawar (200 gr), sumprit selai (250 gr), sumprit coklat (250

gr), kue kacang (250 gr), dan brownies krispi (300 gr). Tepung mangrove yang digunakan sebagai bahan campuran kue kering per resep sekitar 100-150 gram. Produk olahan ini dipasarkan di Auto2000, Ratu Osing, dan produksi berdasarkan pemesanan.

Modal tetap merupakan barang yang dapat digunakan secara berulang

(Fattah *et al.*, 2019). Modal tetap yang digunakan pada usaha ini berupa bangunan, oven besar, oven kecil, baskom, mixer, spatula, wajan, cetakan, loyang, kompor, tabung gas, bak, talam, dan peniris sebesar Rp. 53.457.000 dan penyusutan yang dari usaha olahan tepung mangrove senilai Rp. 2.820.200.



Gambar 2. Produk Olahan Tepung Mangrove

Tabel 2. Modal Tetap Produk Olahan Berbasis Tepung Mangrove

No	Modal Tetap	Jumlah	Harga Satuan	Total	UE	Penyusutan	Perawatan
1	Bangunan	1	50.000.000	50.000.000	20	2.500.000	500.000
2	Oven Besar	1	1.500.000	1.500.000	10	150.000	15.000
3	Oven Kecil	2	280.000	560.000	10	56.000	5.600
4	Baskom	3	35.000	105.000	5	21.000	1.050
5	Mixer	1	250.000	250.000	10	25.000	2.500
6	Spatula	1	15.000	15.000	10	1.500	150
7	Wajan	1	55.000	55.000	10	5.500	550
8	Cetakan	12	1.000	12.000	10	1.200	120
9	Loyang	4	25.000	100.000	10	10.000	1.000
10	Kompor	1	500.000	500.000	10	50.000	5.000
11	Tabung Gas	1	150.000	150.000			1.500
12	Bak	2	30.000	60.000	5	12.000	600
13	Talam	2	25.000	50.000	5	10.000	500
14	Peniris	2	50.000	100.000	5	20.000	1.000
Jumlah				53.457.000		2.820.200	530.970

Biaya merupakan komponen yang penting dalam memproduksi suatu barang. Biaya *overhead* dibagi menjadi dua yaitu biaya tetap dan biaya variabel. Perbedaan dari kedua biaya tersebut adalah biaya tetap merupakan biaya yang dikeluarkan tidak dipengaruhi oleh meningkatnya atau menurunnya suatu produksi. Berbeda dengan biaya variabel yang mana biaya variabel adalah biaya yang akan berubah sesuai dengan kebutuhan (Fattah, Tjahjono, *et al.*, 2023). Biaya produksi yang tidak dikelola dengan baik maka akan mempengaruhi

terhadap profit yang akan diperoleh dari suatu usaha (Susadiana *et al.*, 2023). Biaya tetap yang dikeluarkan untuk penyusutan dan perawatan Rp3.351.170. Selain itu ada juga biaya variabel seperti: Bahan Nastar, Bahan Kastengel, Bahan Kukis, Bahan Coklat Almond, Bahan Mawar, Bahan Sumprit Selai, Bahan Sumprit Coklat, Bahan Kue Kacang, Bahan Brownies Krispi, Gas, Transportasi, Listrik, serta Toples dan Label. Biaya variabel yang dikeluarkan selama 1 tahun sebesar Rp111.180.000.

Tabel 3. Biaya *Overhead* Produk Olahan Berbasis Tepung Mangrove

No	Biaya	Biaya Tetap (Rp/Tahun)	Biaya Variabel (Rp/Tahun)
1	Penyusutan	2.820.200	
2	Perawatan	530.970	
4	Bahan Nastar		11.700.000
5	Bahan Kastengel		9.750.000
7	Bahan Kukis		8.940.000
8	Bahan Coklat Almond		9.500.000
9	Bahan Mawar		9.750.000
10	Bahan Sumprit Selai		10.205.000
11	Bahan Sumprit Coklat		9.750.000
12	Bahan Kue Kacang		10.400.000
13	Bahan Brownies Krispi		10.075.000
14	Gas		1.300.000
15	Transportasi		975.000
16	Listrik		180.000
17	Toples dan Label		18.655.000
Jumlah		3.351.170	111.180.000
Jumlah Biaya Overhead		114.531.170	

Bahan yang membutuhkan biaya tinggi adalah pembuatan kue kering nastar senilai Rp.11.700.000 karena bahan baku utama selai nanas membutuhkan proses yang relatif lama dan harga yang fluktuatif serta melalui proses pemanggangan dua kali. Sedangkan biaya terendah untuk bahan olahan kue kering adalah kukis senilai Rp. 8.940.000. Total biaya *overhead* (Tabel 3) pengolahan tepung mangrove menjadi kue kering selama 1 tahun sebesar Rp. 114.531.170.

Kebutuhan buah mangrove sebanyak 32,5 Kg per produksi dalam menghasilkan 9 (sembilan) produk kue kering dengan harga per Kg basah buah mangrove Rp. 5.000. Penjumlahan antara biaya pembelian bahan baku, biaya tenaga

kerja dan biaya *overhead* akan menghasilkan Harga Pokok Penjualan dalam satu tahun senilai Rp. 128.343.670, sedangkan HPP per produk antara Rp. 18.322 – Rp. 32.063 (Tabel 5).

Tabel 4. Harga Pokok Penjualan Produk Olahan Berbasis Tepung Mangrove

No	Jenis	Nilai
1	Biaya Pembelian Buah Mangrove	10.562.500
2	Biaya Tenaga Kerja	3.250.000
3	Biaya <i>Overhead</i>	114.531.170
4	Harga Pokok Penjualan (HPP) (Rp)	128.343.670

Tabel 5. HPP Per Produk, Penerimaan dan Profitabilitas Produk Olahan Berbasis Tepung Mangrove

No	Produk	Jumlah Produksi	HPP (Rp /produk)	Harga Jual (Rp /produk)	Penerimaan (Rp /produk/tahun)
1	Nastar	390	32.063	35.000	13.650.000
2	Kastengel	520	32.063	35.000	18.200.000
3	Kukis	600	22.902	25.000	15.000.000
4	Coklat Almond	400	27.483	30.000	12.000.000
5	Mawar	650	18.322	20.000	13.000.000
6	Sumprit Selai	650	22.902	25.000	16.250.000
7	Sumprit Coklat	650	22.902	25.000	16.250.000

No	Produk	Jumlah Produksi	HPP (Rp /produk)	Harga Jual (Rp /produk)	Penerimaan (Rp /produk/tahun)
8	Kue Kacang	650	22.902	25.000	16.250.000
9	Brownies Krispi	650	27.483	30.000	19.500.000
Jumlah Keseluruhan Penerimaan Per Tahun					140.100.000
Profit (Rp)					11.756.330
R/C					1,092
BEPs (Rp)					16.234.402
BEPq1 (Unit)					45
BEPq2 (Unit)					60
BEPq3 (Unit)					70
BEPq4 (Unit)					46
BEPq5 (Unit)					75
BEPq6 (Unit)					75
BEPq7 (Unit)					75
BEPq8 (Unit)					75
BEPq9 (Unit)					75
Rentabilitas (%)					9,16

Penerimaan merupakan pendapatan yang didapatkan oleh seorang produsen dari hasil penjualan produk. Penerimaan total adalah jumlah seluruh penerimaan perusahaan dari hasil penjualan sejumlah produk (Fattah, Tjahjono, *et al.*, 2023). Usaha olahan tepung mangrove menjadi kue kering dalam satu tahun (Tabel 5) menghasilkan produk sebanyak 5.160 unit dengan harga jual produk kue kering sekitar Rp. 20.000 - Rp. 35.000. Penerimaan tertinggi diperoleh dari produk olahan brownies krispi senilai Rp. 19.500.000 sedangkan penerimaan terendah diperoleh dari produk olahan coklat almond.

Perbandingan antara penerimaan dengan biaya keseluruhan (R/C) dalam usaha olahan berbasis mangrove senilai 1,092 sehingga usaha ini dapat dinyatakan untung karena $RC > 1$. Intyas *et al.* (2019), menyatakan bahwa usaha apabila menghasilkan nilai $R/C > 1$ maka untung, $R=C$ maka impas, dan $R/C < 1$ maka rugi.

Analisis BEP menentukan pada posisi dari usaha tidak mengalami kerugian dan tidak mengalami keuntungan (Fattah, Tjahjono, *et al.*, 2023). Titik impas usaha olahan berbasis mangrove berdasarkan penerimaan (BEPs) senilai Rp. 16.234.402 sehingga

usaha ini dinyatakan untung karena penerimaan yang diperoleh diatas titik impas. Sedangkan BEP berdasarkan kuantitas menghasilkan antara 45 – 75 unit sehingga usaha ini dinyatakan untung karena menghasilkan produksi antara 390 – 650 unit atau diatas titik impas.

Penerimaan secara keseluruhan dalam satu tahun senilai Rp. 140.100.000 sehingga menghasilkan profit per tahun senilai Rp. 11.756.330. (Fattah, Purwanti, *et al.*, 2023), menyatakan bahwa usaha dinyatakan untung karena menghasilkan nilai lebih besar 0 dan positif.

Rentabilitas merupakan kemampuan suatu perusahaan untuk menghasilkan laba selama periode tertentu (Fattah, Tjahjono, *et al.*, 2023). Kemampuan modal usaha olahan berbasis mangrove menghasilkan keuntungan (rentabilitas) sebesar 9,16% atau setiap modal yang dikeluarkan sebesar Rp.100 akan menghasilkan keuntungan sebesar Rp.916.

KESIMPULAN

Poklarsar “Mina UPA Karya” menghasilkan tepung mangrove berbahan dasar buah *Rhizophora mucronata*. Produk tepung mangrove digunakan

sebagai bahan campuran dari 9 (Sembilan) kue kering, yaitu: nastar, kastengel, kukis, coklat almond, mawar, sumprit selai, sumprit coklat, kue kacang, dan brownies krispi. Kandungan proksimat pada tepung mangrove adalah protein sebesar 4,93%, lemak sebesar 3,58%, air sebesar 6,67%, abu sebesar 1,75% dan karbohidrat 83,07%, hal ini menunjukkan bahwa kadar yang sesuai SNI adalah air dan karbohidrat. Profitabilitas yang dihasilkan dari usaha pengolahan tepung mangrove menjadi kue kering dalam satu tahun menghasilkan keuntungan. Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah analisis lanjutan kandungan karbohidrat pada tepung mangrove *Rhizophora mucronate*, poklhasar melakukan uji coba untuk menghasilkan kandungan proksimat yang sesuai syarat SNI, poklhasar melakukan diversifikasi produk yang menjadi konsumsi setiap hari oleh konsumen, dan pemerintah mendukung peningkatan penjualan produk yang dihasilkan UMKM melalui kerjasama pemasaran baik dikelola pemerintah dengan mendirikan pusat oleh-oleh khas Banyuwangi, minimarket, bandara, atau pengusaha swasta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Beasiswa Pendidikan Indonesia, Poklhasar Mina UPA Karya, Penyuluh Perikanan dan Pengelola Jurnal yang telah mendukung publikasi artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, P. R., Wonggo, D., Dotulong, V., Damongilala, L. J., Harikedua, S. D., Mentang, F., & Sanger, G. (2020). Proksimat pada Tepung Buah Mangrove *Sonneratia alba*. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 82–87. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.27526>
- Bodor, K., Szilágyi, J., Salamon, B., Szakács, O., & Bodor, Z. (2024). Physical–chemical analysis of different types of flours available in the Romanian market. *Scientific Reports*, 14(January), 881. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49535-x>
- BSN. (2009). *Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan*, SNI 01-3751-2009. Badan Standarisasi Nasional.
- Ernawati, Utami, C. R., Nuswardhani, S. K., Adam, M. A., & Widiastuti, I. M. (2021). Pengaruh Penambahan Tepung Buah Mangrove Tinjau (*Rhizophora Sp*) Sebagai Sumber Antioksidan Pada Pembuatan Es Krim. *Jurnal TECHNO-FISH*, V(2), 106–117.
- Erni, N., Kadirman, K., & Fadilah, R. (2018). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Kimia Danorganoleptik Tepung Umbi Talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(1), 95–105. <https://doi.org/10.26858/jptp.v1i1.6223>
- Fadilah, R., Sari, R., & Sukainah, A. (2020). Pengaruh Substitusi Tepung Buah Mangrove Jenis Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) terhadap Kualitas Mie Basah. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 74–88. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i1.10544>
- Fattah, M., Purwanti, P., Prasajo, F. I., Sofiati, D., Anandya, A., & Aisyah, D. (2023). Revenue Cost Analysis Pada Usaha Pembenihan Ikan Lele Sangkuriang Sebagai Evaluasi Profit Dt. Farm Group Jawa Barat. *Agriuma*, 5(2), 62–73. <https://doi.org/10.31289/agri.v5i2.9305>
- Fattah, M., Tjahjono, A., Ghuffron, S. M., Sofiati, D., Aisyah, D., & Anandya, A. (2023). Revenue Cost Analysis Dalam Mengukur Profit Usaha Budidaya Ikan Lele Mutiara Sistem Bioflok PT ABAI Kota Malang. *Jurnal Lemuru*, 5(2), 201–212.

- Fattah, M., Utami, T. N., & Sofiati, D. (2019). Kelayakan Finansial Dan Sensitifitas Usaha Pembesaran Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Di Desa Susuhbango, Kabupaten Kediri. *ECSoFiM: Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*, 06(02), 202–208.
- Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *Sainteks*, 17(1), 45–52. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8536>
- Intyas, C. A., Agus, T., & Fattah, M. (2019). Financial Feasibility Analysis Of Small-Scale Fish Smoking By Fisherman In Home Industries. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 12(December), 175–181. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2019-12.22>
- Jihadi, M. H. S., Badriansyah, Rostiana, S., Shofia Fatma Utami, Sofiani, I. D., & Syukur, A. (2023). Pemanfaatan Buah Mangrove Menjadi Kopi Mangrove di Bale Mangrove Potonbako Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(1), 150–153. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmppi/article/view/3243>
- Massie, T., Pandey, E. V., Lohoo, H. J., Mentang, F., Mewengkang, H., Onibala, H., & Sanger, G. (2020). Substitusi Tepung Buah Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* Pada Camilan Stick. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 93–99. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29434>
- Nusaibah, Putri, C. M., Pangestika, W., & Luthfiyana, N. (2022). Utilization of Mangrove Fruit *Rhizophora* sp. and *Sonneratia* sp. as Raw Material for Analog Coffee. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 185–201. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.39852>
- Purwaningsih, S., Salamah, E., Sukarno, A. Y. P., & Deskawati, E. (2013). Aktivitas Antioksidan dari Buah Mangrove (*Rhizophora mucronata* Lamk.) pada Suhu yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(3), 199–206.
- Rosulva, I., Hariyadi, P., Budijanto, S., & Boing Sitanggang, A. (2021). Potensi Buah Mangrove Sebagai Sumber Pangan Alternatif Potential of Mangrove Fruit As an Alternative Food Source. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 131–150.
- Sakhare, S. D., & Inamdar, A. A. (2014). The Cumulative Ash Curve: a Best Tool to Evaluate Complete Mill Performance. *J Food Sci Technol*, 51(April), 795–799.
- Sawitri, K. N., Sumaryada, T., & Ambarsari, L. (2014). Analisa Pasangan Jembatan Garam Residu Glu15-Lys4 Pada Kestabilan Termal Protein 1Gb1. *Jurnal Biofisika*, 10(1), 68–74. www.rscb.org
- Soenardjo, N., & Supriyantini, E. (2017). Analisis Kadar Tanin Dalam Buah Mangrove *Avicennia marina* Dengan Perebusan Dan Lama Perendaman Air Yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(2), 90–95. <https://doi.org/10.14710/jkt.v20i2.1701>
- Susadiana, Fattah, M., Purwanti, P., Sofiati, D., Anandya, A., & Aisyah, D. (2023). Evaluasi Profit dan Kelayakan Finansial Budidaya Pembesaran Ikan Lele Menggunakan Pakan Pelet pada Pokdakan Mina Tanjung Makmur Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(2), 135–142.
- Winarno. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi (Edisi Terbaru)*. Mbrion Press–Biotekind.

Zielinska, E. (2022). Evaluating the Functional Characteristics of Certain Insect Flours (Non-Defatted/Defatted Flour) and Their Protein Preparations. *Molecules*, 27(September), 6339.

Analisis Data Satelit Altimetri dalam Pemantauan Gelombang Laut di Perairan Provinsi Bengkulu

Analyses of Satellite Altimetry Data in Monitoring Ocean Waves in the Waters of Bengkulu Province

Risky Budi Yarmanto¹, Irkhos¹, Suhendra², Lizalidiawati^{1*}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jalan WR Supratman Kandang Limun., Muara Bangkahulu, Bengkulu, 38371, Indonesia

²Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jalan WR Supratman Kandang Limun., Muara Bangkahulu, Bengkulu, 38371, Indonesia

*Korespondensi: lizalidiawati@unib.ac.id

Disubmit: 31 Januari 2025, Direvisi: 21 April 2025, Diterima: 23 April 2025

ABSTRAK

Provinsi Bengkulu yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatra dan berhadapan langsung dengan Samudra Hindia menyebabkan gelombang laut di Perairan Bengkulu dipengaruhi langsung oleh kondisi geografisnya. Gelombang laut di Perairan Bengkulu bervariasi akibat pengaruh angin muson dan iklim global. Variasi musiman significant wave height (SWH) yang diperoleh dari citra satelit altimetri di lima wilayah yang mewakili Bengkulu, yaitu Perairan Mukomuko, Bengkulu Utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur dapat digunakan untuk memantau gelombang laut. Koordinat kelima wilayah yang mewakili Perairan Bengkulu adalah sebagai berikut: Mukomuko terletak pada 2°40'20.82" LS, 100°38'47.12" BT; Bengkulu Utara pada 3°20'6.55" LS, 101°4'59.68" BT; Kota Bengkulu terletak pada 4°0'7.57"LS, 101°31'49.10"BT; Seluma terletak pada 4°20'0.00"LS, 102° 0'0.00"BT; dan Kaur terletak pada 5°0'59.65"LS, 102°49'24.50"BT. Data yang digunakan selama lima tahun (2018-2022) berupa rata-rata SWH harian 3 jam sekali dan diolah menggunakan perangkat lunak Panoply untuk menampilkan sebaran SWH dan deret waktu untuk masing-masing lima wilayah di Perairan Bengkulu. Hasil kajian menunjukkan bahwa gelombang laut tertinggi terjadi di Perairan Kaur, yaitu mencapai 3,9 meter pada bulan Agustus 2022 dengan tinggi gelombang rata-rata 1,73 meter. Sementara itu, tinggi gelombang laut terendah terjadi di Perairan Mukomuko yang mencapai 2,7 meter pada bulan Januari dan Februari 2022, dengan rata-rata tinggi gelombang 0,3 meter. Tinggi gelombang laut di Perairan Mukomuko, Perairan Bengkulu Utara, Perairan Kota Bengkulu, Perairan Seluma, dan Perairan Kaur menunjukkan tren peningkatan selama lima tahun terakhir. Hubungan antara significant wave height dengan musim menunjukkan pola yang konsisten.

Kata Kunci: Altimetri, gelombang signifikan, monsoon, perairan Bengkulu.

ABSTRACT

Bengkulu Province, located on the west coast of Sumatra Island and facing directly onto the Indian Ocean, causes sea waves in Bengkulu Waters to be directly influenced by its geographical conditions. Sea waves in Bengkulu Waters vary due to the influence of monsoon winds and global climate. Seasonal variations in significant wave height (SWH) obtained from altimetry satellite imagery in five regions representing Bengkulu, namely Mukomuko Waters, North Bengkulu, Bengkulu City, Seluma, and Kaur can be used to monitor sea waves. The coordinates of the five regions representing Bengkulu Waters are as follows: Mukomuko is located at 2°40'20.82" S, 100°38'47.12" E; North Bengkulu at 3°20'6.55" S, 101°4'59.68" E; Bengkulu City is located at 4°0'7.57" S, 101°31'49.10" E; Seluma is located at 4°20'0.00"S, 102°

0°0'00"E; and Kaur is located at 5°0'59.65"S, 102°49'24.50"E. The data used for five years (2018-2022) is in the form of an average daily SWH every 3 hours and is processed using Panoply software to display the distribution of SWH and time series for each of the five regions in Bengkulu Waters. The results of the study show that the highest sea waves occurred in Kaur Waters, reaching 3.9 meters in August 2022 with an average wave height of 1.73 meters. Meanwhile, the lowest sea wave height occurred in Mukomuko Waters which reached 2.7 meters in January and February 2022, with an average wave height of 0.3 meters. Sea wave height in Mukomuko Waters, North Bengkulu Waters, Bengkulu City Waters, Seluma Waters, and Kaur Waters showed an increasing trend over the past five years. The relationship between significant wave height and season shows a consistent pattern.

Keywords: altimetry, Bengkulu waters, monsoon, significant waves.

PENDAHULUAN

Pemantauan kondisi gelombang laut menjadi hal yang penting dalam berbagai aktivitas maritim dan penelitian oseanografi (Hartono *et al.*, 2022). Karakteristik unik gelombang laut di suatu wilayah sangat penting diketahui untuk pengelolaan pesisir, perlindungan keanekaragaman hayati, dan mitigasi bahaya (Pratiwi, 2024). Karakter gelombang dipengaruhi dominan oleh angin Monsun dan juga oleh fenomena ENSO (Azhari *et al.*, 2024). Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk memantau karakteristik gelombang laut adalah penggunaan data dari satelit altimetri. Satelit altimetri merupakan teknologi pengukuran tinggi permukaan laut dengan menggunakan gelombang radar, yang dapat memberikan informasi tentang ketinggian, kecepatan, dan arah gelombang secara akurat dan kontinyu (Haryo *et al.*, 2024).

Provinsi Bengkulu, yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatera, memiliki potensi pemanfaatan data satelit altimetri untuk pemantauan gelombang laut. Daerah pesisir Bengkulu sering dihadapkan pada kondisi gelombang laut yang cukup tinggi, terutama pada musim tertentu, yang dapat mengganggu berbagai aktivitas kelautan dan pesisir, seperti transportasi laut, perikanan, dan pariwisata (Samdara, 2014). Oleh karena itu, pemanfaatan data satelit altimetri dapat memberikan informasi yang berharga untuk mendukung pengelolaan wilayah pesisir dan laut di Provinsi Bengkulu (Anggara *et al.*, 2018).

Salah satu parameter oseanografi yang sangat penting untuk memantau dampak signifikan gelombang laut terhadap

naiknya dan turunnya gelombang laut adalah dengan periode waktu serta perubahan arah gelombang dan infrastruktur di pesisir pantai tertekan (Arianty *et al.*, 2017). Fenomena tingginya gelombang laut yang diakibatkan oleh angin, gravitasi matahari dan bulan, letusan gunung api dibawah laut, serta kapal yang berlayar (Pratama *et al.*, 2019). Sehingga memerlukan beberapa data untuk menganalisis gelombang laut seperti data *significant wave height* (SWH) dan serta juga digunakan data citra satelit altimetri. Meskipun ada beberapa penelitian yang terkait dalam pemanfaatan data satelit altimetri untuk pemantauan gelombang laut SWH telah banyak dilakukan, namun kajian khusus di wilayah Provinsi Bengkulu masih terbatas (Nooriansyah *et al.*, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan data satelit altimetri dalam pemantauan gelombang laut di Provinsi Bengkulu, dengan mengacu pada berbagai studi terkait yang telah dilakukan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Lima wilayah penelitian ini yang mencakup Perairan Kaur, Seluma, Kota Bengkulu, Bengkulu Utara, dan Mukomuko merupakan titik penelitian yang mewakili Perairan Provinsi Bengkulu seperti pada Gambar 1, yaitu wilayah Mukomuko berada di 2°40'20.82"LS, 100°38'47.12"BT; Bengkulu Utara berada di 3°20'6.55"LS, 101°4'59.68"BT; Kota Bengkulu berada di 4°0'7.57"LS, 101°31'49.10"BT; Seluma berada di 4°20'0.00"LS, 102°0'0.00"BT; dan Kaur berada di 5°0'59.65"LS,

102°49'24.50"BT. Data rata-rata harian per 3 jam digunakan selama 5 tahun, dimulai pada tanggal 1 Januari 2018 dan berakhir pada tanggal 31 Desember 2022.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data SWH, permukaan laut dapat digunakan untuk memahami tipe altimetri permukaan laut melalui metode kuantitatif (Sangkop *et al.*, 2015). Data SWH digunakan pada penelitian ini yang diunduh melalui portal *Global Ocean Waves Reanalysis* yang disediakan oleh *Marine Copernicus Service* (<https://data.marine.copernicus.eu/>). Data tersebut mencakup data global SWH pada resolusi temporal harian per 3 jam serta resolusi spasial $0.2^\circ \times 0.2^\circ$.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif dan kuantitatif, dimana hasil penelitian disajikan dalam bentuk dua dimensi, dan grafik, time series, serta angka tinggi signifikan gelombang permukaan laut. Pengumpulan data secara kuantitatif melibatkan data SWH.

Pengolahan data

Proses dalam mengolah data dilakukan menggunakan aplikasi software panoply untuk menampilkan variasi spasial SWH pada bulan yang mewakili musim. Selanjutnya data SWH dianalisis distribusi spasialnya. Data SWH merupakan salah satu gelombang hidrodinamik pada daerah pantai (Prathanazal *et al.*, 2021). Perbedaan ketinggian satelit altimetri dari bidang ellipsoid dan ketinggiannya dari permukaan air laut, setelah koreksi pada kesalahan bias, menghasilkan data SWH, pada satelit altimetri dan nilai bias (Pujol *et al.*, 2016). Dimana salah satu model satelit altimetri dan data hasil observasi digunakan untuk mendapatkan nilai seperti data *sea level*

anomaly dan data *significant wave height* (Sarsito *et al.*, 2018).

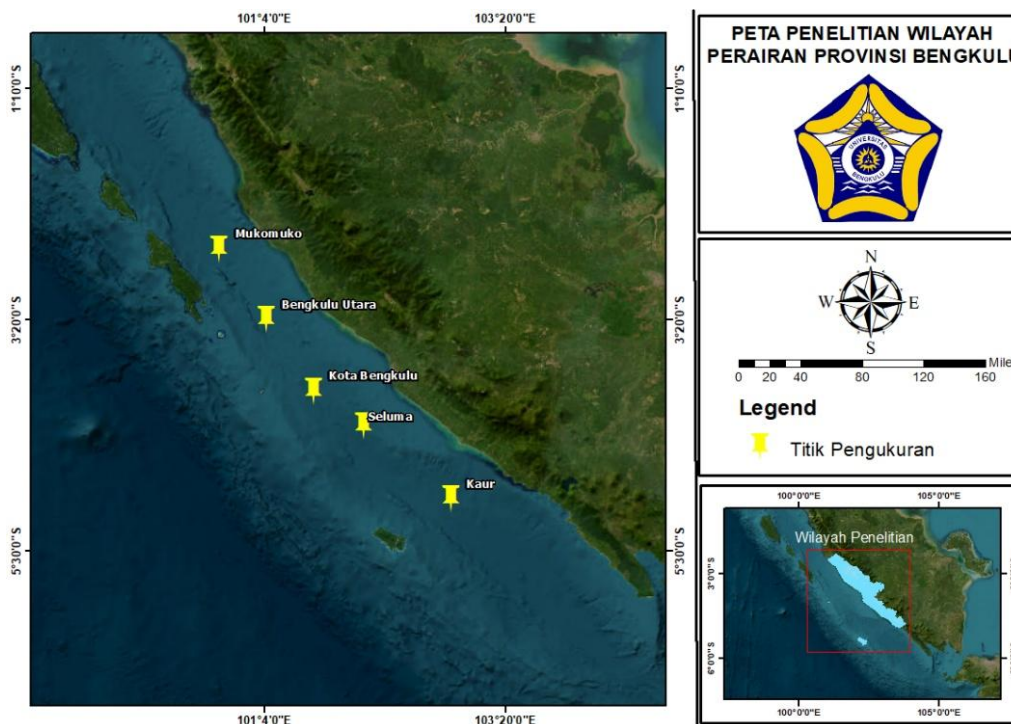
Data Analisis

Analisis statistik menggunakan panoply dilakukan di 5 area penelitian untuk melihat trend SWH. Sehingga harus memperkirakan fluks energi gelombang dari tinggi gelombang signifikan dan periode puncak pada area tersebut (Guillou, 2020). Serta juga diperlukan untuk pemahaman tentang karakteristik gelombang laut di 5 lokasi tersebut selama 5 tahun (Azies *et al.*, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Significant wave height

Peningkatan tinggi permukaan air laut dianalisis dengan membandingkan trend nilai antara titik awal penelitian dan titik akhir penelitian. Selain itu laju kenaikan permukaan air laut dapat diperkirakan dengan melakukan pembagian antara nilai peningkatan permukaan air laut dengan total jumlah pengamatan dari tahun 2018 hingga 2019 (Mujadida *et al.*, 2021). Grafik yang menunjukkan sebaran SWH maksimum dan minimum di Perairan Bengkulu yang mewakili musim disajikan dalam bentuk visualisasi untuk masing-masing area penelitian pada Gambar 2-5. Berdasarkan peta SWH, terdapat nilai yang bervariasi di Perairan Bengkulu. Pola musim berubah setiap tahunnya, meliputi musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Data yang dianalisis mencakup periode 5 tahun, yaitu 2018-2022. Namun, karena keterbatasan data, hanya data ekstrem, yaitu nilai terendah pada tahun 2022 dan nilai tertinggi pada tahun 2018, yang ditampilkan dalam grafik.



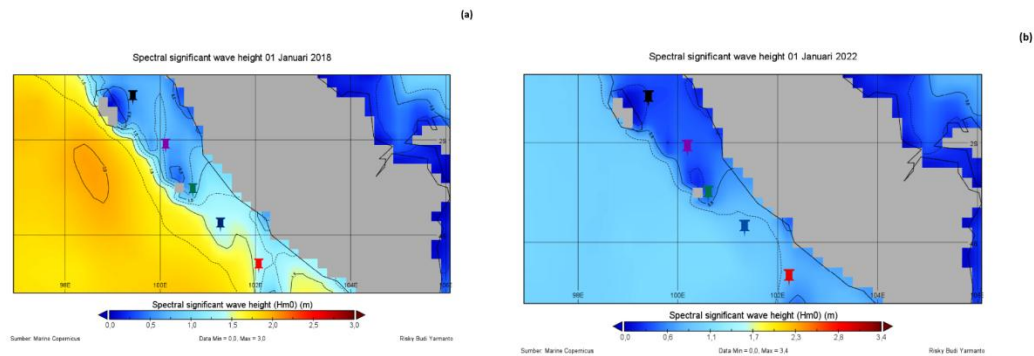
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data untuk tahun 2019-2021 tidak disajikan karena nilai-nilai pada tahun tersebut relatif stabil dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Sebaran SWH ditunjukkan dengan skala warna yang tercermin dalam variasi warna biru, kuning, dan merah. Warna biru menandakan SWH permukaan laut lebih rendah, warna kuning menunjukkan significant wave height sedang, dan warna merah menunjukan daerah yang lebih tinggi (Vignudelli *et al.*, 2019). Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan SWH di Perairan Provinsi Bengkulu dalam periode 5 tahun. Data tinggi gelombang laut di lima titik tercatat dalam Tabel 1.

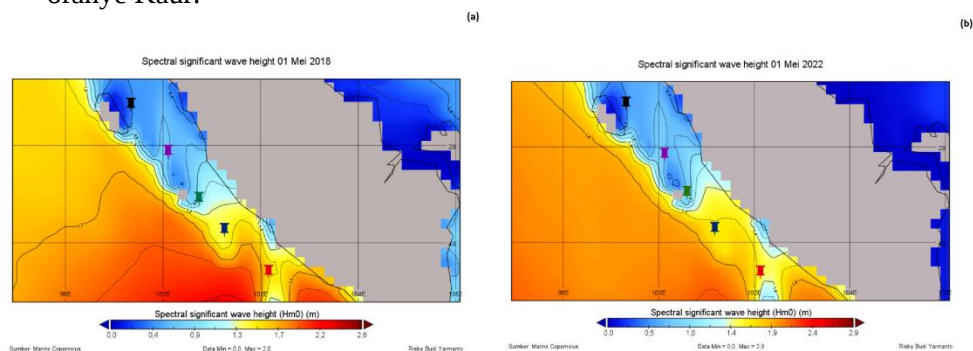
SWH tertinggi tercatat pada Perairan Kaur sebesar 3,9 m dan tinggi gelombang minimum 0,7 m dengan tinggi rata-rata gelombang 1,73 m. Sementara itu di Perairan Seluma significant wave height tertinggi sebesar 3,7 m dan significant wave height minimum sebesar 0,7 m dengan tinggi rata-rata gelombang 1,71 m. Perairan

Kota Bengkulu SWH sebesar 3,8 m dan tinggi gelombang minimum 0,8 m dengan tinggi rata-rata 1,72 m. Perairan Bengkulu Utara SWH sebesar 3,4 m dan tinggi gelombang minimum 0,6 m dengan rata-rata tinggi gelombang 1,41 m. Sedangkan pada Perairan Mukomuko, SWH tertinggi sebesar 2,7 m dan tinggi gelombang minimum 0,3 m dengan rata-rata tinggi gelombang 0,3 m. Selama periode 2018-2022, terjadinya peningkatan trend positif pada SWH di lima titik pada Perairan Provinsi Bengkulu seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

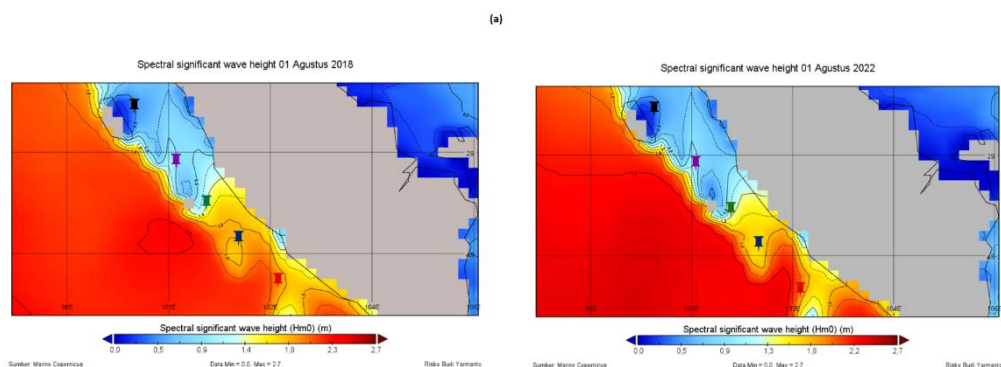
SWH tertinggi terjadi pada musim timur yaitu Agustus 2022 dan terendah terjadi pada musim barat yaitu Januari 2022. Fluktuatif significant wave height ini sangat mempengaruhi kondisi pantai hingga pesisir seperti dapat menyebabkan abrasi, dan banjir rob air laut. SWH juga sangat dipengaruhi oleh pergerakan angin monsun sebagai gaya pembangkit gelombang di suatu perairan.



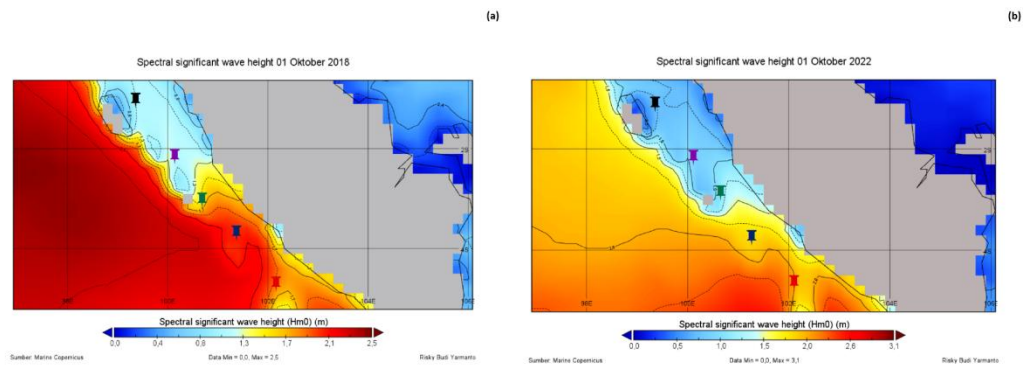
Gambar 2. Peta *significant wave height* mewakili musim barat (a) 01 Januari 2018 dan (b) 01 Januari 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik koordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 3. Peta *significant wave height* mewakili musim peralihan I (a) 01 Mei 2018 dan (b) 01 Mei 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik koordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 4. Peta *significant wave height* mewakili musim timur (a) 01 Agustus 2018 dan (b) 01 Agustus 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik kordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.



Gambar 5. Peta *significant wave height* mewakili musim peralihan II (a) 01 Oktober 2018 dan (b) 01 Oktober 2022 di Perairan Provinsi Bengkulu titik kordinat yang berwarna: hitam Mukomuko, ungu Bengkulu Utara, hijau Kota Bengkulu, biru Seluma, dan berwarna oranye Kaur.

Tabel 1. Nilai *Significant wave height* (SWH)

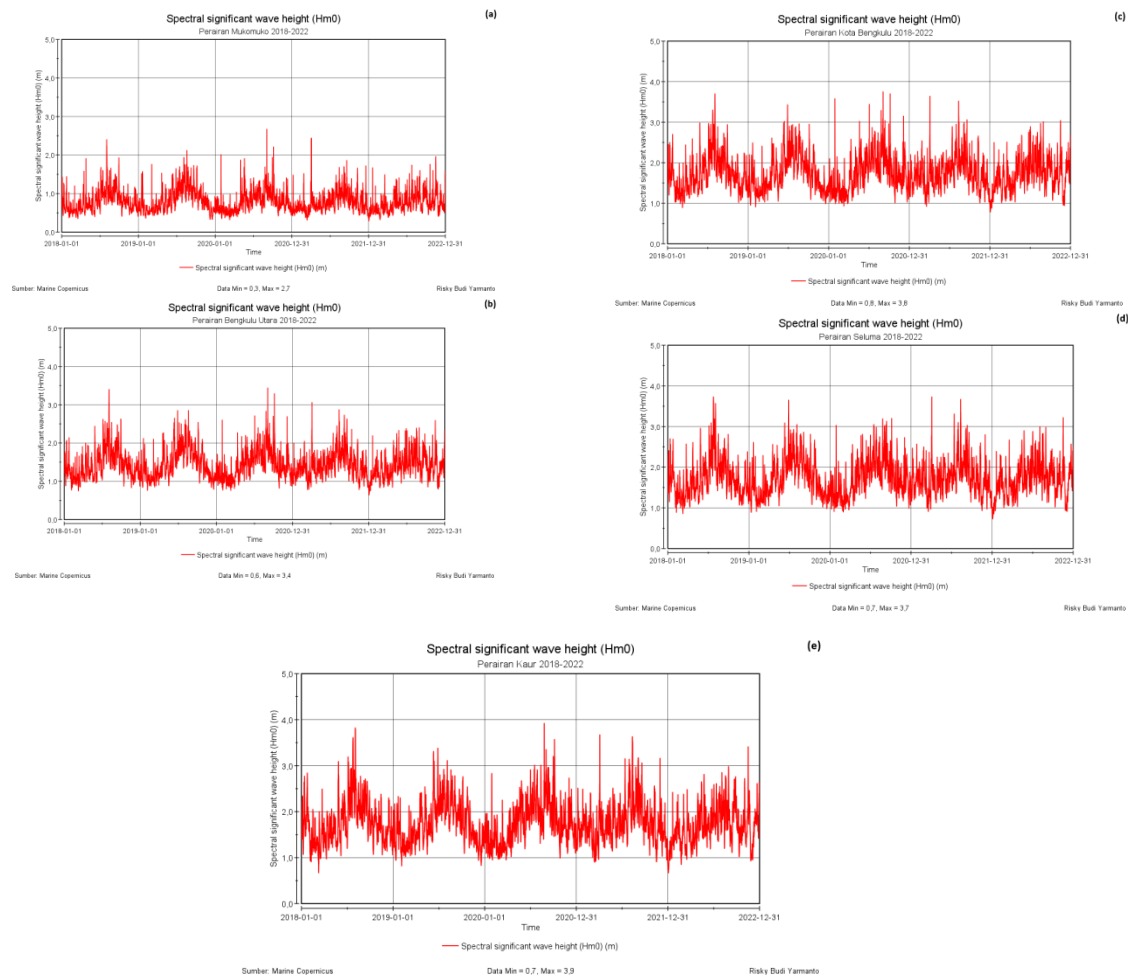
Klasifikasi	Mukomuko	Bengkulu Utara	Kota Bengkulu	Seluma	Kaur
Tinggi Maksimum (m)	2,7	3,4	3,8	3,7	3,9
Tinggi Minimum (m)	0,3	0,6	0,8	0,7	0,7
Tinggi Rata-rata (m)	0,3	1,41	1,72	1,71	1,73

Tinggi gelombang signifikan di perairan Seluma mencapai 1.6 m pada tanggal 1 Agustus 2018 hingga 2.1 m pada 1 Agustus 2022. Kondisi ini menunjukkan gelombang tinggi pada musim timur. Secara geografis, SWH di perairan Bengkulu cenderung memiliki nilai yang tinggi karena berhadapan langsung dengan Samudera Hindia sehingga mempengaruhi tinggi gelombang laut di perairan tersebut. Pada sata SWH menunjukan konsistensi nilai positif di wilayah Mukomuko, Bengkulu utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur.

Grafik time series SWH selama periode 5 tahun (2018-2022) (Gambar 6). Grafik 6e menunjukkan tren SWH yang paling maksimum pada setiap musim timur selama 5 tahun, yang ditandai dengan pola kenaikan pada garis merah (Silaban *et al.*, 2020). Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan SWH di wilayah tersebut dari waktu ke waktu (Haiyqal *et al.*, 2023).

Fenomena SWH yang cenderung tinggi di perairan Provinsi Bengkulu, terutama di sepanjang jalur lintasan, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur, menunjukkan bahwa Perairan tersebut berada di bawah pengaruh dominan gelombang Samudra Hindia dan dipengaruhi oleh perubahan iklim global.

Perubahan tinggi gelombang laut memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya abrasi pada daerah pesisir, yang dipicu oleh tingginya gelombang laut tersebut. Selain itu, grafik juga menunjukkan adanya variasi harian dan musiman dalam kenaikan dan penurunan gelombang laut. Hal ini adanya mengindikasikan kompleksitas dinamika laut di wilayah Provinsi Bengkulu, yang meliputi daerah Mukomuko, Bengkulu Utara, Kota Bengkulu, Seluma, dan Kaur, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan iklim global, pola angin, arah dan kecepatan gelombang, kedalaman laut, dan topografi dasar laut.



Gambar 6. *Significant wave height* di Perairan (a) Mukomuko, (b) Bengkulu Utara, (c) Kota Bengkulu, (d) Seluma, dan (e) Kaur dalam kurun waktu selama 5 tahun (2018-2022). Garis merah menunjukkan data 3 jam-an *significant wave height*.

KESIMPULAN

SWH selama periode 2018-2022 menunjukkan adanya variasi tinggi gelombang laut di Perairan Provinsi Bengkulu. Tinggi gelombang laut tertinggi terdapat pada Perairan Kaur sebesar 3,9 m dan tinggi gelombang terendah terdapat pada Perairan Mukomuko sebesar 2,7 m. Sementara itu di 3 Perairan lainnya Seluma sebesar 3,7 m, Perairan Kota Bengkulu sebesar 3,8 m, Perairan Bengkulu Utara sebesar 3,4 m. Variabilitas musiman terdapat pada semua area, tinggi gelombang maksimum terjadi pada musim timur (Agustus 2022) dan terendah pada musim barat (Januari 2022). Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merancang strategi mitigasi dan adaptasi akibat

gelombang tinggi terhadap pesisir di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan artikel ini, khususnya kepada angkatan 2021 fisika serta Julis Dani Haryo, S.Si, dan Rafly Muhammad Alkautsar, S.Si.

DAFTAR PUSTAKA

Anggara, P. D., Alam, T. M., Adrianto, D., & Pranowo, W. S. (2018). The wave characteristics in Natuna Sea and its

- adjacent for naval operation base purposes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 176(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012003>
- Arianty, N., Mudin, Y., Rahman, A., & . (2017). Pemodelan Refraksi Gelombang dan Analisis Karakteristik Gelombang Laut Di Perairan Teluk Palu. *Jurnal Akuntansi*, 11(2), 23-30.
- Azhari, F., Pranowo, W. S., Hendra, H., & Umam, C. (2024). Karakter Tinggi Gelombang Laut di Laut Natuna Pada Periode Waktu ENSO (Tahun 2012 s/d 2022). *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 21–32. <https://doi.org/10.14710/buloma.v13i1.54992>
- Azies, I. A., Pranowo, W., & Putra, & I. W. S. E. (2021). SEA Surface Stokes Drift Velocity Characteristics In Jakarta Bay 2012 - 2021. *International Journal of Intellectual Discourse (IJID)*, 39(8), 102–111.
- Guillou, N. (2020). Estimating wave energy flux from significant wave height and peak period. *Renewable Energy*, 155, 1383–1393. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.124>
- Haiyqal, S. V., Ismanto, A., Indrayanti, E., & Andrianto, R. (2023). Karakteristik Tinggi Gelombang Laut pada saat Periode Normal, El Niño dan La Niña di Selat Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 190–202. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.17003>
- Hartono, R., Ary Murti, M., & Alinursafa, I. (2022). Sistem Pemantauan Ketinggian Gelombang dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan LPWAN LoRa. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)*, 4, 157–163.
- Haryo, J. D., Lizalidiawati, L., Irkhos., I., & Suhendr, S. (2024). Variasi Musiman Sea Level Anomaly di Wilayah Perairan Indonesia. *Jurnal Enggano*. 9(2), 200–207.
- Mujadida, Z., Setiyono, H., Handoyo, G., Hariyadi, H., & Marwoto, J. (2021). Analisis Dinamika Permukaan Laut di Laut Jawa dengan Recurrent Neural Network Periode 1993 sampai 2019. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 100–110. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.10661>
- Nooriansyah, S., Fatichah, C., & Sambodho, K. (2018). Analisis Kinerja Metode Artificial Neural Network Dan Support Vector Regression Untuk Prediksi Significant Wave Height. *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 13(1), 17-24. <https://doi.org/10.33005/scan.v13i1.1054>
- Novian Sangkop, J. D. Mamoto, & M. I., J. (2015). Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulu Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty. *Tekno*, 13(63), 60–69.
- Noya, melva E. V. (2023). Dampak Gelombang Kapal Cepat Pada Wilayah Pesisir Pantai Yang Mengakibatkan Abrasi. *Balobe Law Journal*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.47268/balobe.v3i1.1366>
- Pratama, K. R., Siadari, E. L., & Pratama, B. E. (2019). Respon Kejadian Mesoscale Convective System Dengan Gabungan Model Atmosfer-Oseanografi-Hidrodinamika Terhadap Potensi Gelombang Badai Dan Inundasi Di Area Pesisir Kepulauan Tanimbar. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(2), 56–63. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i2.124>
- Prathanazal, M. P., Bandi, S., & Sabri, L. . (2021). Analisis Kerentanan Daerah Pesisir Kabupaten Jepara Menggunakan Coastal Vulnerability Index (CVI). *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 115-123.
- Pratiwi, N. D. (2024). Estimasi Significant wave height di Pesisir Sengkubang Mempawah Kalimantan Barat. *Oceanologia*, 3(1), 8–16.
- Pujol, M. I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. (2016). DUACS DT2014:

- The new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years. *Ocean Science*, 12(5), 1067–1090. <https://doi.org/10.5194/os-12-1067-2016>
- Samdara, R. (2014). Laju Perubahan Muka Air Laut di Wilayah Perairan Pantai Bengkulu Dengan Menggunakan Satelit Altimetry. *Jurnal Fisika FLUX*, 11(2), 197–203.
- Sarsito, D. A., Prijatna, K., Wijaya, D. D., Nur Fajar, T., Radjawane, I. M., Windupranata, W., & Bramanto, B. (2018). Long term variation of sea level anomaly (September 1992-January 2017) in the Indonesian sea from multi-mission satellite altimetry data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012043>
- Silaban, R. A., Nadia Zahrina W, B. Y., & Agassi, 2Rifqi Noval. (2020). Validasi Gelombang Laut Di Perairan Teluk Terima Kabupaten Buleleng Provinsi Bali Dengan Software Mike 21. *Journal Hidrografi Indonesia*, 7(2), 37-46.
- Vignudelli, S., Birol, F., Benveniste, J., Fu, L. L., Picot, N., Raynal, M., & Roinard, H. (2019). Satellite Altimetry Measurements of Sea Level in the Coastal Zone. In *Surveys in Geophysics*, 40(6), 1319-1349. <https://doi.org/10.1007/s10712-019-09569-1>.

Identifikasi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Karang di Perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara

Identification of Coral Diseases and Health Disruption in Pomalaa Waters, Southeast Sulawesi

Riska¹, Arman Pariakan², Lalang³, Indra Ardiansyah¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Jl. Pemuda No. 339 Kelurahan Tahoa Kolaka Sulawesi Tenggara, Kolaka, 93517, Indonesia

²Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Jl. Pemuda No. 339 Kelurahan Tahoa Kolaka Sulawesi Tenggara, Kolaka, 93517, Indonesia

³Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Jl. HEA Mokodompit Bumi Tridharma Anduonohu Kendari Green Campus, 93132 UPT ICT, Kendari, Sulawesi Tenggara, 93132, Indonesia

*Korespondensi: riska05071991@gmail.com

Disubmit: 12 Desember 2024, Direvisi: 03 Maret 2025, Diterima: 21 Mei 2025

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan laut, menyediakan habitat bagi berbagai ekosistem, serta mendukung keberadaan sumberdaya pesisir dan laut. Namun, karang juga rentan terancam oleh berbagai penyakit dan gangguan yang dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kelestariannya. Tujuan penelitian ini mengidentifikasi jenis penyakit dan gangguan kesehatan karang, bentuk pertumbuhan karang yang terinfeksi penyakit dan gangguan, serta menganalisis prevalensi penyakit karang di perairan Pomalaa. Pengambilan sampel dilakukan di 4 titik pengamatan, disepanjang wilayah pesisir Pomalaa. Penelitian menggunakan metode survei dan metode transek sabut (*belt transect*), dengan ukuran 5 m x 50 m untuk mengidentifikasi penyakit dan gangguan kesehatan karang. Hasil penelitian ditemukan 6 jenis penyakit karang yaitu *Black Band Disease* (BBD), *White Syndromes* (WS), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), *Ulcerative White Spots* (UWS), dan *Red Band Disease* (RBS). Gangguan kesehatan karang yang ditemukan disebabkan oleh pemutihan karang (*Bleaching*), *Crown of Thorns Starfish*, *Growth Anomalies*, *Pigmentation Response*, dan *Sediment Damage*. Penurunan kualitas lingkungan perairan sangat berperan terhadap munculnya berbagai penyakit dan gangguan terhadap kesehatan karang. Bentuk pertumbuhan karang (*lifeform*) yang terinfeksi adalah *Acropora Branching*, *Acropora encrusting*, dan *Coral Massive*. Tingkat prevalensi penyakit karang tertinggi terdapat pada stasiun 1, sedangkan terendah pada stasiun 4. Tingginya tingkat prevalensi karang merupakan akibat dari kombinasi berbagai faktor alami dan antropogenik. Rendahnya tingkat prevalensi karang pada stasiun 4 dimungkinkan karena pada sisi ini merupakan daerah windward yang terkena arus tiap saat, sehingga membantu karang dalam membersihkan sedimen yang menempel pada permukaan yang dimungkinkan membawa bakteri penyebab penyakit dan gangguan kesehatan karang. Pemanasan global, polusi, praktik penangkapan ikan yang merusak, dan spesies invasif adalah beberapa penyebab utama yang meningkatkan kerentanannya terhadap penyakit dan gangguan kesehatan karang.

Kata kunci: terumbu karang, penyakit karang, gangguan kesehatan karang, Pomalaa

ABSTRACT

Coral reef ecosystems have an important role in maintaining the balance of the marine environment, providing habitat for various ecosystems, and supporting the existence of coastal and marine resources. However, coral is also vulnerable to being threatened by various diseases and health disruption which can cause a decline in its quality and sustainability. This research aims to identify types of diseases and coral health disruption, forms of coral growth infected with diseases and disruption, and analyze the prevalence of coral diseases in Pomalaa waters. Sampling was carried out at 4 observation points. The research used a survey method and a belt transect method, measuring 5 m x 50 m to identify coral diseases and health problems. The research results found 6 types of coral disease, namely *Black Band Disease* (BBD), *White Syndromes* (WS), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), *Ulcerative White Spots* (UWS), and *Red Band Disease* (RBS). Coral health disruption are generally caused by *coral bleaching*, *Crown of Thorns Starfish*, *Growth Anomalies*, *Pigmentation Response*, and *Sediment Damage*. The decline in the quality of the aquatic environment plays a major role in the emergence of various diseases and disruption of coral health, which have an impact on physiological disturbances for coral biota. Meanwhile, the coral growth forms (*lifeforms*) that are infected are *Acropora Branching*, *Acropora encrusting*, and *Coral Massive*. The highest prevalence rate of coral disease was at station 1, while the lowest was at station 4. The high prevalence rate of corals was the result of a combination of various natural and anthropogenic factors. The low level of coral prevalence at station 4 is possible because this side is a windward area that is exposed to currents at all times, thus helping corals to clean sediment attached to the surface which may carry bacteria that cause disease and coral health disruption. Global warming, pollution, destructive fishing practices, and invasive species are some of the main causes that increase corals' vulnerability to disease and health disorders.

Keywords: coral reefs, coral disease, coral health disorders, Pomalaa Waters

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang memiliki produktivitas tinggi dan kaya akan keanekaragaman biota akuatik. Terumbu karang memiliki fungsi sebagai penunjang kehidupan bagi biota yang berada di dalamnya, sumber plasma nutfah, pelindung wilayah pantai serta dapat mengurangi pemanasan global. Kondisi ekosistem terumbu karang di dunia telah mengalami kerusakan yang cukup parah sekitar 19% (Willis *et al.*, 2004). Namun, karang sangat rentan terhadap berbagai penyakit dan gangguan kesehatan yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem ini. Penurunan kualitas terumbu karang tidak hanya berdampak pada keanekaragaman hayati, tetapi juga mengancam kehidupan manusia yang bergantung pada sumber

daya laut untuk pangan dan mata pencaharian.

Penyakit karang adalah kondisi yang mengancam kesehatan terumbu karang yang disebabkan oleh infeksi patogen (seperti bakteri, virus, jamur, atau parasit) atau gangguan lingkungan yang merusak struktur dan fungsi karang. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian atau kerusakan signifikan pada terumbu karang, yang berdampak langsung pada ekosistem laut dan biodiversitas yang bergantung pada karang. Penyakit karang sering kali dipicu oleh faktor-faktor lingkungan seperti perubahan suhu air laut, polusi, atau pengaruh aktivitas manusia, dan dapat menyebar dengan cepat di antara koloni karang yang terinfeksi (Raymundo & Harvell, 2008). Penyakit pada terumbu karang dapat dikenali melalui perubahan warna, kerusakan pada kerangka karang,

hingga hilangnya jaringan karang tersebut (Nirwanda *et al.*, 2017).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa degradasi lingkungan perairan memainkan peran penting dalam kemunculan agen atau mikroorganisme penyebab patogen pada terumbu karang (Fachrul, 2007). Sedimentasi, polusi dari limbah domestik, sampah, dan air ballast yang masuk ke ekosistem terumbu karang juga dapat meningkatkan potensi munculnya patogen penyebab penyakit pada karang (Johan, 2010).

Faktor yang dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan terumbu karang sangat beragam dan sering kali saling berinteraksi, baik yang berasal dari perubahan lingkungan alami maupun aktivitas manusia. Gangguan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kelestarian ekosistem terumbu karang, yang pada gilirannya mempengaruhi keanekaragaman hayati laut dan kesejahteraan masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya laut. Dampak penyakit karang dapat dilihat melalui prevalensi penyakit yang terjadi pada terumbu karang (Suryana, 2010).

Prevalensi penyakit karang dihitung dengan cara membandingkan jumlah koloni karang yang terinfeksi dengan total karang yang diamati. Dari perhitungan ini, jenis penyakit yang menyerang koloni karang dapat diketahui. Banyak laporan menyebutkan bahwa penyakit karang dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada terumbu karang, seperti yang tercatat di Laut Karibia, Australia, dan beberapa daerah lainnya di luar negeri (Croquer *et al.*, 2003).

Identifikasi dini terhadap penyakit dan gangguan pada karang sangat penting untuk mengurangi dampak negatifnya dan mengembangkan strategi konservasi yang lebih efektif. Di Sulawesi Tenggara, kematian terumbu karang akibat penyakit belum mendapat perhatian yang cukup dari para peneliti. Hal ini terlihat dari masih sedikitnya penelitian yang membahas masalah penyakit karang. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat

memberikan informasi penting mengenai penyakit karang di Sulawesi Tenggara, khususnya di kawasan perairan Pomalaa.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Oktober-November 2024. Lokasi Penelitian dilakukan di Perairan Pomalaa. Sebelum menentukan titik stasiun penelitian, dilakukan survei untuk mengamati kondisi awal lokasi, sebagai dasar untuk memilih titik lokasi penelitian. yang mencakup empat titik stasiun. Pemilihan lokasi stasiun didasarkan pada pertimbangan adanya penyakit karang dan kondisi terumbu karang di perairan Pomalaa.

Metode Pengumpulan Data

Metode survei digunakan untuk menggambarkan kondisi penyakit yang terjadi pada terumbu karang (Suharsono, 1994). Data yang terkumpul kemudian dianalisis dan diinterpretasikan menggunakan pendekatan deskriptif.

Prosedur Pengambilan Data

1. Persiapan Awal

Tahap persiapan dimulai dengan mengumpulkan informasi dasar mengenai kondisi lokasi penelitian, yang akan digunakan sebagai acuan saat pengambilan data prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang di lapangan.

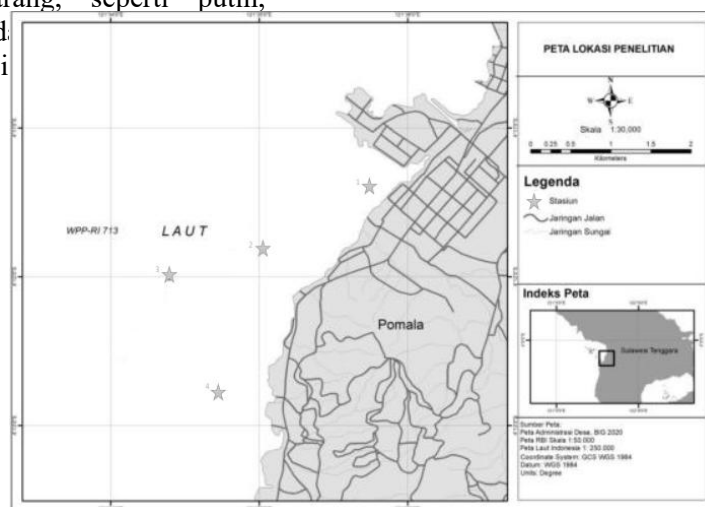
2. Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian didasarkan pada karakteristik kondisi wilayah perairan, serta keberadaan koloni karang di perairan Pomalaa. Lokasi penelitian terdiri dari empat stasiun pengamatan dengan kedalaman antara tiga hingga delapan belas meter. Pemilihan titik pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling.

Pengambilan Data Penyakit dan Gangguan Kesehatan Karang

Penyakit dan gangguan kesehatan karang diamati menggunakan metode transek sabuk (belt transect) dengan lebar 5 meter dan panjang 50 meter (English *et al.*, 1994). Koloni karang yang terinfeksi penyakit atau gangguan kesehatan didokumentasikan menggunakan kamera bawah air untuk memudahkan proses identifikasi. Identifikasi jenis penyakit dan gangguan karang dilakukan secara deskriptif dengan memperhatikan warna luka yang muncul pada karang, seperti putih, kuning, merah mud. Selain itu, garis tepi

merujuk pada buku *The Indo Pacific Coral Finder* (Kelley, 2009). Sementara itu, identifikasi jenis penyakit pada karang mengacu pada buku *Coral Disease Handbook: Guidelines for Assessment, Monitoring, and Management*. Perhitungan prevalensi penyakit karang dilakukan berdasarkan pedoman yang disarankan oleh Raymundo & Harvell, 2008. Prevalensi penyakit dan gangguan terhadap karang



Gambar 1. Lokasi penelitian

berdasarkan empat kriteria: warna, ketebalan, bentuk, dan batas pemisah. Pola luka juga diamati, termasuk banyaknya titik luka yang terkonsentrasi di area yang sama (Raymundo & Harvell, 2008).

Pengukuran Parameter Perairan

Beberapa parameter lingkungan yang diukur selama penelitian meliputi suhu, salinitas, kecerahan, kecepatan arus, DO, dan TSS. Data parameter perairan disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara deskriptif.

Analisis Data

Identifikasi bentuk pertumbuhan terumbu karang dilakukan dengan

dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Prevalensi} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

n = Total jumlah plot dalam transek penyakit

N = Jumlah karang yang diperiksa

Gangguan kesehatan terumbu karang dapat memiliki dampak besar pada ekosistem laut dan kehidupan manusia, termasuk: kehilangan biodiversitas, kerusakan ekosistem dan dampak ekonomi.

Menurut Odum (1993), untuk mengetahui tingkat kehadiran penyakit karang dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$X_i = \frac{x_i}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

X_i = Tingkat kehadiran penyakit karang ke- i

X = Jumlah jenis penyakit karang yang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lifeform Karang yang Terinfeksi dan Jenis Penyakit

Penyakit yang ditemukan di perairan Pomalaa ada 6 jenis. Jenis-jenis penyakit yang dijumpai adalah *Black Band Disease* (BBD), *White Syndromes* (WS), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), *Ulcerative White Spots* (UWS), dan *Red Band Disease* (RBS) (Tabel 1). Jumlah kehadiran jenis penyakit karang di stasiun 1 paling tinggi. Stasiun 1 dan 3 ditemukan 6 jenis penyakit *Black Band Disease* (BBD), *White Syndromes* (WS), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), *Ulcerative White Spots* (UWS), dan *Red Band Disease* (RBS). Stasiun 2 ditemukan 4 jenis yaitu *Black Band Disease* (BBD), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), dan *Ulcerative White Spots* (UWS). Terendah di stasiun 4 sebanyak 2 jenis penyakit yaitu *Black Band Disease* (BBD), dan *Yellow Band Disease* (YBD) (Works & Aeby, 2011).

Black Band Disease (BBD) adalah salah satu penyakit yang paling sering ditemukan di antara penyakit lainnya di seluruh lokasi penelitian. Penyakit ini umum terjadi pada ekosistem terumbu karang dan ditandai dengan munculnya pita hitam di permukaan karang, yang disebabkan oleh infeksi bakteri dan gangguan lingkungan.

Black Band Disease dapat dipicu oleh polusi, perubahan suhu air laut, atau pertumbuhan alga yang berlebihan. Penyakit ini menyerang karang keras dan disebabkan oleh mikroorganisme. Jumlah koloni karang yang terinfeksi BBD yang tinggi dapat menjadi indikator adanya perubahan lingkungan di perairan (Santavy *et al.*, 2004; Harvell, 2007).

White Syndrome (WS) ditandai dengan hilangnya jaringan karang yang terlihat dalam bentuk bercak atau garis putih tebal yang tidak teratur. Penyakit ini memiliki prevalensi tinggi dan banyak disebabkan oleh organisme pemangsa karang yang memanfaatkan jaringan karang sebagai sumber makanan. Salah satu contoh pemangsa karang adalah mahkota berduri (*Acanthaster planci*), yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan karang. Tingginya tingkat kematian koloni karang dapat disebabkan oleh munculnya WS yang berkembang dengan cepat (Roff *et al.*, 2006).

Yellow Band Disease (YBD) merupakan penyakit yang menyerang terumbu karang, terutama yang disebabkan oleh infeksi bakteri ketika terumbu karang sedang mengalami stres. Penyakit ini dapat menyebar dengan cepat dan mengakibatkan kematian massal pada koloni karang, yang dapat mengancam kelangsungan ekosistem terumbu karang secara keseluruhan. Untuk mencegah dan mengelola penyakit ini secara efektif, langkah-langkah seperti mengurangi polusi, melindungi kawasan terumbu karang, dan melakukan restorasi ekosistem sangat penting untuk menjaga kelestarian terumbu karang.

Tabel 1. Tingkat kehadiran penyakit dan prevalensi penyakit karang di perairan Pomalaa

Jenis Karang yang Terjangkit	Stasiun 1						Stasiun 2						Stasiun 3						Stasiun 4	
	Penyakit Karang (%)						Penyakit Karang (%)						Penyakit Karang (%)						Penyakit Karang (%)	
	BBD	WS	YBD	PP	UWS	RBS	BBD	WS	YBD	PP	UWS	RBS	BBD	WS	YBD	PP	UWS	RBS	BBD	YBD
<i>Acropora branching</i>	2.01	0.72	1.01	0.00	1.76	0.76	1.04	0.00	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	0.95	2.90	0.45	0.00	
<i>Acropora encrusting</i>	0.07	0.00	1.68	0.00	0.41	0.00	0.00	0.19	0.00	1.02	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Coral massive</i>	1.54	1.31	0.53	1.43	0.00	0.21	2.17	1.57	1.54	0.00	1.65	1.84	0.00	1.34	0.00	0.00	0.00	0.45	1.67	
% Prevalensi Jenis Penyakit	3.62	2.03	3.22	1.43	2.17	0.97	3.21	1.76	3.23	1.02	1.65	1.84	0.53	2.83	0.95	2.90	0.90	1.67		
% Total Prevalensi Karang Berpenyakit	13.44						9.22						10.70						2.57	
% Total Prevalensi Karang Sehat	86.56						90.78						89.30						97.43	

Keterangan :

BBD = *Black Band Disease*

WS = *White Syndromes*

YBD = *Yellow Band Disease*

PP = *Pink Plotch*

UWS = *Ulcerative White Spots*

RBS = *Red Band Disease*

Pink Plague (PP), yang juga dikenal sebagai *Pink Plotch Disease*, adalah penyakit yang menyerang terumbu karang, terutama pada karang jenis *massive*. Penyakit ini ditandai dengan munculnya bercak-bercak merah muda pada permukaan karang yang terinfeksi. Bercak tersebut menandakan adanya kerusakan pada jaringan karang yang disebabkan oleh infeksi patogen atau gangguan lingkungan yang merusak (Handayani et.al., 2017).

Ulcerative White Spots (UWS) adalah penyakit yang menyerang terumbu karang, terutama akibat infeksi patogen tertentu yang menyebabkan terbentuknya luka atau bercak putih di permukaan karang. Penyakit ini bersifat merusak dan dapat mengakibatkan kematian koloni karang jika tidak segera ditangani. UWS biasanya muncul seperti noda putih atau luka terbuka pada karang yang terinfeksi, yang dapat memperburuk

Red Band Disease (RBD) adalah penyakit yang menyerang terumbu karang, terutama yang mempengaruhi karang berbentuk koloni seperti *Montipora*, *Porites*, dan jenis karang *massive* lainnya. Penyakit ini ditandai dengan munculnya pita merah atau band merah di permukaan karang yang terinfeksi. Di sekitar pita merah, karang mengalami kerusakan jaringan yang terlihat dengan perubahan warna, pembusukan, atau hilangnya jaringan hidup. Jaringan yang terinfeksi menjadi lebih rapuh, sering kali menyebabkan kematian lokal pada bagian yang terinfeksi (Harvell, 2007). Selain pita merah, karang yang terinfeksi RBD juga dapat menunjukkan perubahan warna, terutama di sekitar area yang terinfeksi, yang sering kali mengarah pada pemutihan atau pemudaran warna. Jika tidak segera terdeteksi dan ditangani, RBD dapat menyebabkan kerusakan serius pada koloni karang (Works & Aeby, 2011).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa ada 3 jenis karang yang terinfeksi penyakit karang yaitu *Acropora Branching*, *Acropora*

encrusting dan *Coral Massive*. Infeksi penyakit pada *A. Branching* dan *A. encrusting* lebih rendah dibandingkan *C. Massive*. Karang jenis *massive* memiliki sistem imun yang lebih rendah, dengan bentuk yang keras dan permukaan yang lebih luas dibandingkan karang bercabang, sehingga memudahkan bakteri pembawa agen penyakit untuk menempel (Sweet et al., 2011). Selain itu, menurut Hazrul (2016) *C. Massive* bentuknya yang padat memungkinkan ikan-ikan predator memakan jaringan karang, hal ini bisa menimbulkan penyakit. Sedangkan *A. Branching* dan *A. encrusting* paling sedikit terinfeksi karena bentuknya yang bercabang dan lebih ramping sehingga lebih mudah dilewati oleh pergerakan arus yang memicu hilangnya partikel-partikel sedimen penyebab penyakit yang mengendap di polip karang.

Tabel 2. Parameter lingkungan perairan Pomalaa

Parameter Fisika dan Kimia	Stasiun				Rata-Rata
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	
Suhu (°C)	31	29	31	32	30.75
Salinitas (‰)	32	31	32	32	31.75
Kecerahan (%)	74	80	80	82	79.00
Kecepatan arus (m/dtk)	0,08	0,011	0,023	0,05	0.04
DO (mg/l)	8,93	9,08	7,43	9,21	8.66
TSS (mg/l)	16,78	12,45	14,90	12,94	14.27

Gangguan Kesehatan Karang

Gangguan kesehatan karang di perairan Pomalaa di sebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: *Bleaching*, *Crown of Thorns Starfish*, *Growth Anomalies*, *Pigmentation response*, dan *Sediment damage*.

Tabel 3. Gangguan kesehatan karang

Gangguan Kesehatan Karang	Gangguan (%)			
	St 1	St 2	St 3	St 4
<i>Bleaching</i>	12.78	4.79	7.42	5.68
<i>Crown of Thorns Starfish</i>	6.32	10.56	5.97	3.9
<i>Growth Anomalies</i>	0	0	1.89	0
<i>Pigmentation Response</i>	2.46	0	3.96	3.9
<i>Sediment Damage</i>	9.53	12.86	8.87	10.57
Rata-rata Gangguan Kesehatan Karang (%)	6.22	5.64	5.62	4.81
Total Kesehatan Karang (%)	31.09	28.21	28.11	24.05

Pemutihan karang terjadi ketika *zooxanthella* hilang dari jaringan koloni karang, yang mengakibatkan hilangnya

pigmen warna dan membuat karang tampak memutih. Fenomena ini biasanya disebabkan oleh peningkatan suhu permukaan laut (Yee *et al.*, 2011) dan tingginya radiasi matahari (Le Tissier & Brown, 1996). Fluktuasi suhu air laut serta tingginya intensitas sinar matahari dapat menyebabkan stres pada organisme karang (zooxanthella), yang pada akhirnya memicu pemutihan pada koloni karang (Douglas, 2003). Pemutihan karang dapat dibedakan menjadi empat kategori, yaitu Patch, Full, Stripes, dan Spot (bintik-bintik) (Hayes & Goreau, 1992).

Crown of Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) adalah salah satu pemangsa terumbu karang yang merusak jaringan karang dengan memangsanya. Anomali pertumbuhan umumnya ditemukan pada karang jenis massive seperti *Porites*, meskipun penyebab pastinya belum diketahui. Jaringan yang mengalami kelainan pertumbuhan biasanya memiliki warna yang lebih pucat dan lebih muda dibandingkan jaringan karang yang sehat, disebabkan oleh berkurangnya atau hilangnya zooxanthellae. Menurut Beeden *et al.* (2008), respons pigmentasi pada karang dapat berupa bintik, garis, benjolan, bercak, atau pola lain yang tidak teratur, tergantung pada penyebab kerusakan pada karang tersebut (Sweet *et al.*, 2011).

Pigmentation response (PR) menjadi salah satu faktor yang mengganggu organisme karang. PR biasanya disebabkan oleh suhu yang tinggi, yang menyebabkan terumbu karang mengalami stres (Haapkyla, 2009). Gangguan ini sering menyerang karang massive, yang akan menunjukkan perubahan warna pada jaringan (pigmentasi) sebagai reaksi terhadap kondisi lingkungan. Bagian karang yang terpengaruh oleh pigmentasi akan tampak berwarna merah muda dengan pola difusi. Hal ini sejalan dengan pendapat Raymundo & Harvell (2008) yang menyatakan bahwa pigmentasi merupakan respons karang terhadap berbagai stresor, seperti pertumbuhan alga atau persaingan antar spesies.

Sedimentation Damage terjadi akibat pengaruh besar dari aktivitas manusia dan meningkatnya aliran sungai yang menyebabkan tingkat sedimentasi di perairan meningkat. Tingginya sedimentasi ini dapat menyebabkan kematian pada karang karena partikel-partikel sedimen menutupi polip karang dan menghalangi cahaya matahari yang diperlukan oleh biota karang untuk fotosintesis (Weber, 2012). Rogers (1990) menjelaskan bahwa peningkatan sedimentasi dapat mengakibatkan degradasi terumbu karang di suatu wilayah, di mana partikel sedimen menutupi organisme karang dan mengurangi cahaya yang dibutuhkan untuk fotosintesis. Kerusakan yang disebabkan oleh sedimentasi dipengaruhi oleh kandungan TSS yang cukup tinggi (Tabel 2), sehingga sedimen menutupi terumbu karang dan menyebabkan stres pada karang, terutama karena polip karang tertutup oleh sedimen. Sebagai respons terhadap hal ini, terumbu karang mengeluarkan lendir, yang dapat mengurangi daya kekebalan mereka karena terlalu sering mengeluarkan lendir (Peter, 1997).

Prevalensi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Karang

Tingkat Prevalensi penyakit karang tertinggi terdapat di stasiun 1 yaitu mencapai 13.44%, stasiun 2 9.22%, stasiun 3 10.70 % dan stasiun 4 sebesar 2.57%. Tingginya tingkat prevalensi penyakit karang di stasiun 1 dimungkinkan karena sedimentasi disekitar stasiun tersebut, dimana posisi stasiun berada tidak jauh dari daratan pesisir pomaala, dan berdampingan langsung dengan sungai. Peningkatan sedimentasi mengurangi jumlah cahaya yang dapat menembus ke dalam perairan, yang berdampak pada penurunan proses fotosintesis oleh zooxanthellae yang bersimbiosis dengan karang. Akibatnya, pasokan makanan yang diberikan oleh zooxanthellae kepada karang menjadi terbatas (Subhan *et al.*, 2011). Kondisi ini

dapat mengganggu proses metabolisme karang dan menurunkan daya tahan tubuh karang (Dedi *et al.*, 2016).

Tingkat imunitas yang rendah pada karang dapat membuatnya rentan terhadap infeksi penyakit. Nirwanda *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa penyakit karang dapat menurunkan kualitas dan daya tahan karang, yang terlihat dari terhambatnya pertumbuhan karang dan berujung pada kematian populasi karang di suatu perairan. Rendahnya prevalensi karang di stasiun 4 disebabkan oleh lokasi stasiun yang berada di sisi angin (*windward*), yang terpapar arus secara terus-menerus. Arus ini membantu karang untuk membersihkan sedimen yang menempel pada permukaannya, yang berpotensi membawa bakteri penyebab penyakit. Pada sisi ini, terumbu karang dapat berkembang dengan baik karena pengaruh sirkulasi air yang mengalir di area tersebut. Sirkulasi air yang baik di sisi *windward*, yang langsung terpapar angin, sangat mendukung pertumbuhan karang. Nybakken (1992) menyatakan bahwa sirkulasi air sangat vital bagi kehidupan terumbu karang karena berhubungan dengan pasokan oksigen, zooplankton sebagai makanan, serta pembersihan permukaan karang dari sedimen. Penelitian Kusuma *et al.* (2018) juga membuktikan bahwa terumbu karang akan berkembang dengan baik dan memiliki keanekaragaman tinggi jika terletak di lokasi *windward*.

Tingkat prevalensi penyakit karang di Perairan Pomalaa, jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handayani *et al.* (2017) di Perairan Kondang Merak, dan Riska *et al.* (2019) di Perairan Langgapulu, menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa imunitas atau kesehatan karang di perairan Pomalaa masih berada pada kondisi yang sedang. Hal ini sejalan dengan temuan Lalang *et al.* (2022) tentang persentase tutupan karang di perairan Pomalaa, yang menyatakan bahwa kondisi tutupan

karang di daerah tersebut termasuk dalam kategori buruk hingga sedang.

Gangguan kesehatan karang di perairan Pomalaa paling tinggi ditemukan pada stasiun 1 sebesar 31,09%, stasiun 2 28,21%, stasiun 3 28,11%, dan stasiun 4 sebesar 24,05%. Tingginya persentase gangguan kesehatan karang disebabkan oleh beberapa faktor seperti stres biologis akibat bakteri, jamur, alga, dan virus akibat peningkatan suhu air, dan polutan. Akibat perubahan iklim, karang dapat mengeluarkan alga dan memutih. Selain itu, faktor-faktor lingkungan laut seperti tingkat kejernihan air, arus, dan salinitas juga dapat memengaruhi ekosistem terumbu karang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat 6 jenis penyakit yang ditemukan di perairan Pomalaa yaitu *Black Band Disease* (BBD), *White Syndromes* (WS), *Yellow Band Disease* (YBD), *Pink Plotch* (PP), *Ulcerative White Spots* (UWS), dan *Red Band Disease* (RBS). Bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang yang terinfeksi adalah *Coral Massive*, *Acropora encrusting* dan *Acropora Branching*. Gangguan kesehatan karang ada 5 jenis, yaitu pemutihan karang (*Bleaching*), *Crown of Thorns Starfish*, *Growth Anomalies*, *Pigmentation Response*, dan *Sediment Damage*. Penurunan kualitas lingkungan perairan memiliki berperan dalam memicu munculnya berbagai penyakit dan gangguan pada karang, yang kelak berdampak pada kondisi fisiologis biota karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pemberi dana penelitian LPPM-PMP Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Beeden, R., Willis, B.L., Raymundo, L.J., Page, C.A., Weil, E., 2008. "Underwater Cards for Assessing Coral Health on Indo-Pacific Reef. CRTR Program Project Executing Agency, Center for Marine Studies". The University of Queensland, Australia.
- Croquer A., Pauls, S.M., Zubillaga, A.L. 2003. "White plague disease outbreak in a coral reef at Los Roques National Park". *Rev. Biology. Tropical*, Vol. 51, No 4, pp. 39-45.
- Dedi., Arifin. T. 2016. Kondisi Kesehatan Karang Di Pulau – Pulau Kecil Teluk Jakarta. *Jurnal kelautan nasional*. 11(3):175-187.
- Douglas AE. 2003. "Coral bleaching—how and why?" *Marine Pollution Bulletin*, 46 (4) 385-392.
- English S., Wilkinson, C., Baker, V., 1994. *Survey manual for tropical marine resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources.
- Fachrul, M.F., 2007. *Metode Sampling Biologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Haapkylä, J., Richard, K.F., Unsworth, A., Seymour, S., Thomas, J.M., Flavell, M., Willis, B.L., Smith, D.J., 2009. "Spatio-temporal coral disease dynamics in the Wakatobi Marine National Park, South-East Sulawesi, Indonesia". *Disease of Aquatic Organisms*, Vol. 87, pp. 105–115.
- Handayani, M., Semedi, B., Asadi, M. A., Herdiutami, M., Novakandi, R., dan Zakiyah. 2017. *Prevalensi Penyakit Karang White Band Disease (Wbd) Di Perairan Malang Selatan, Jawa Timur*. Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang.
- Harvell, C.D., 2007. "Coral Disease Environmental Drivers, and The Balance Between Coral and Microbial Associates". *Oceanography*, Vol 20, No. 1, pp. 45-57.
- Hazrul, H., Palupi.R.D., dan Ketjulan, R. 2016. Identifikasi Penyakit Karang (Scleractinia) Di Perairan Pulau Saponda Laut, Sulawesi Tenggara. *Jurnal sapa laut*. 1(2):32-41.
- Hayes RI, Goreau TJ., 1992. "Histology of Caribbean and south Pacific bleached corals". *Proc. 7th Int. Coral Reef Symp*, No. 1, pp. 77.
- Johan, O, 2010. "Penyebab, Dampak, Dan Manajemen Penyakit Karang Di Ekosistem Terumbu Karang. Media Akuakultur". *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perikanan Budidaya*, Vol. 5.
- Kelley, R. 2009. *The Indo Pacific Coral Finder*. BYO Guides Townville, Australia.
- Kusuma, AB., E.R. Ardli., R.E. Prabowo. 2018. The Diversity Of Stony Coral And The Tendency To Bleach Based On Lifeform In The Tengah Patch-Reef Of Karimunjawa Islands. *Scripta Biologica*. 5 (1): 13-18.
- Lalang, L., Riska, R., Tasabaramo, I. A., & Maharani, M. (2022). Persentase tutupan dan indeks mortalitas terumbu karang di perairan Pomalaa Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(3), 205–214.
- Le Tissier MDAA, Brown BE., 1996. "Dynamics of solar bleaching in the intertidal reefs coral *Goniastrea aspera* at KO Phuket, Thailand". *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 136, pp. 235-244.
- Nirwanda, S., W. Adi., dan I. A. Syari. 2017. Inventarisasi Penyakit karang Di Perairan Turun Aban Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*. 11 (1) : 18-25.

- Nyabaken JW. 1992. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan: H.M. Eindman, Koesoebiono, D.G Bengen, M Hutomo, S Sukardjo. Gramedia. Jakarta. 459 p.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-dasar ekologi (terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 574 hlm.
- Peter, S.E.C., 1997. "Diseases of coral-reef organisms. In: Birkeland C (ed) Life and death of coral reefs". Chapman & Hall, London, pp. 114–139.
- Rahmitha, I. A., Ruswahyuni., dan Suryanti. 2015. Laju Sedimentasi Pada Karang Massive Dan Karang Bercabang Di Perairan Pulau Panjang Jepara. *Journal Of Maquares*. 4(2) 9-16.
- Raymundo, L.J., Couch, C.S. and Harvell, C.D., 2008. *Coral Disease Handbook : Guidelines for Assessment, Monitoring & Management. Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Program*. Australia: The University of Queensland.
- Riska, R., Lalang, L., Kamur, S., Wahab, I., & Maharani, M. (2019). Identifikasi penyakit dan gangguan kesehatan terumbu karang di perairan Desa Langgapulu Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 1(2), 98–106.
- Roff G, Hoegh-Guldberg O Fine M., 2006. "Intra-colonial response to Acroporid "white syndrome" lesions in tabular Acropora spp. (Scleractinia)". *Coral Reefs*, Vol. 25 No. 2, pp. 255-264.
- Rogers, C. S. 1990. "Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation". *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 62, pp. 185-202.
- Santavy, D.L and Bruckner, A.W. 2004.. *Cyanobacterial Mat Diseases on Stony and Soft Corals: Black-band and Redband Diseases* (in review).
- Subhan, B., Rahmawati, F., Arafat, D., dan Bayu. N. A. 2011. Kondisi Kesehatan Karang Fungiidae Di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 2(1):41-50.
- Suharsono. 1994. *Metode Penelitian Terumbu Karang. Pelatihan Metode Penelitian dan Kondisi Terumbu Karang*. Materi Pelatihan Metodologi Penelitian Penentuan Kondisi Terumbu Karang. Suryana. 2010. *Metodologi Penelitian Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sweet, M. J., Bythell, J. C., dan Jones, R. 2011. Coral Diseases In Aquaria In Nature. *Journal of the marine*. 92(4):1-11.
- Weber M, Beer DD, Lott C, Polerecky L, Kohls K, Abel RMM, Ferdelman TG, Fabricius KE., 2012. "Mechanisms of damage to coral exposes to sedimentation". *PNAS*, Vol. 109, No. 14, pp. 1558-1567.
- Willis, B.L., Page, C.A., Dinsdale, E., A., 2004. *Coral Disease on the Great Barrier Reef In Rosenberg E, Loya Y (eds) Coral Disease and Health*. pp. 69-104. Australia: James Cook University.
- Work TM, Aeby GS. 2011. "Pathology of tissue loss (white syndrome) in Acropora sp. corals from the Central Pacific". *Journal of invertebrate pathology*, Vol. 107, No. 2, pp. 127-131.
- Yee SH, Santavy DL, Barron MG. 2011. "Assessing the effects of disease and bleaching on Florida Keys corals by fitting population models to data". *Ecological Modelling*, Vol. 222, No. 7, pp. 1323-1332.

**Valuasi Ekonomi Ekosistem Mangrove
Di Kampung Air Mandidi Distrik Makimi
Kabupaten Nabire Provinsi Papua Tengah**

*Economic Valuation of Mangrove Ecosystems in Air Mandidi Village, Nabire
Regency, Central Papua Province*

**Juniati Tanduk Thomas¹, Selvi Tebaiy^{2*}, Yuanike Kabir³, Paulus Boli⁴,
Emmanuel Manangkalangi⁵, Gandi Yantri Sevantina Purba⁶**

¹ Mahasiswa Program Pascasarjana Sumberdaya Akuatik-PPs Universitas Papua, Manokwari,
Jl. Gunung Salju 98314, Indonesia (juniatinabire@gmail.com)

^{2,3,4,5,6} Program Pascasarjana Sumberdaya Akuatik-PPs Universitas Papua, Manokwari,
Jl. Gunung Salju 98314, Indonesia (selvitebay1976@gmail.com/s.tebay@unipa.ac.id)

*Korespondensi: s.tebay@unipa.ac.id

ABSTRAK

Kajian tentang nilai ekonomi ekosistem mangrove sangat penting dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Penilaian ekonomi mangrove dengan justifikasi dan pendekatan ilmiah yang tepat dapat digunakan untuk memperkirakan nilai sumber daya pada ekosistem mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai ekonomi total ekosistem mangrove untuk berbagai pemanfaatan dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan membayar masyarakat terhadap manfaat keberadaan ekosistem mangrove di Kampung Air Mandidi Kabupaten Nabire. Penelitian dilakukan pada Mei – Juli 2023. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dan metode wawancara. Survei dilakukan untuk mendapatkan informasi umum tentang kondisi ekosistem mangrove dan wawancara dilakukan kepada responden yang terpilih untuk mendapatkan informasi terkait kesediaan membayar. Penentuan jumlah responden dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel secara sengaja dari responden yang mengetahui dan memahami keadaan ekosistem mangrove di lokasi penelitian dengan jumlah 61 orang. Hasil penelitian menunjukkan kawasan ekosistem mangrove Kampung Air Mandidi seluas 94,57 ha mempunyai nilai manfaat ekonomi total sebesar Rp. 4.725.928.149/tahun yang diperoleh dari nilai manfaat langsung dan nilai manfaat tidak langsung, kontribusi nilai manfaat terbesar adalah dari nilai manfaat langsung. Secara parsial faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kesediaan membayar masyarakat atau *Willingness To Pay* (WTP) terhadap keberadaan ekosistem mangrove adalah faktor pendapatan dengan nilai signifikansi < 0.05, faktor lainnya seperti usia, tingkat Pendidikan, jumlah tanggungan dan lama tinggal tidak berpengaruh secara signifikan.

Kata kunci: Nilai Total Ekonomi, Mangrove, valuasi ekonomi, Nilai Manfaat Langsung

ABSTRACT

The study of the economic value of mangrove ecosystems is very important to overcome problems that occur in the management of mangrove ecosystems. Economic assessment of mangroves with appropriate justification and scientific approach can be used to estimate the value of resources in mangrove ecosystems. This study aims to analyze the total economic value of mangrove ecosystems for various uses and analyze the factors that influence the willingness to pay of the community for the benefits of the existence of mangrove ecosystems in Kampung Air Mandidi, Nabire Regency. The study was conducted in May - July 2023. The research methods used were survey methods and interview methods. The survey was conducted to obtain general information about the condition of the mangrove ecosystem and interviews were conducted with selected respondents to obtain information related to willingness to pay. Determination of the number of respondents was carried out using the purposive sampling method, namely taking samples intentionally from respondents who know and understand the condition of the mangrove ecosystem at the research location with a total of 61 people. The results of the study showed that the mangrove ecosystem area of Kampung Air Mandidi covering an area of 94.57 ha has a total economic benefit value of IDR. 4,725,928,149/year obtained from direct benefit value and indirect benefit value, the largest benefit value contribution is from direct benefit value. Partially, the factor that significantly influences the community's willingness to pay or Willingness To Pay (WTP) for the existence of the mangrove ecosystem is the income factor with a significance value <0.05 , other factors such as age, education level, number of dependents and length of stay do not have a significant effect.

Keywords: *Total Economic Value, Mangrove, Economic Valuation, Direct Value*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang memiliki peran dan kegunaan esensial dalam kehidupan manusia. Ekosistem mangrove juga merupakan bagian dari ekosistem yang berada antara daratan dan lautan yang memiliki banyak kegunaan dan bagian sumberdaya alam wilayah pesisir yang merupakan jalur hijau daerah pantai serta mempunyai peran penting bagi aspek sosial, ekonomi, dan ekologis (Mariana, 2016; Titaley *et al.*, 2021). Masyarakat menilai bahwa ekosistem mangrove memiliki nilai ekonomis penting, namun tidak mempertimbangkan dampak fisik yang berkaitan langsung terhadap biologi dan ekologi mangrove itu sendiri, sehingga dapat mempengaruhi keberlanjutan dari ekosistem mangrove (Amran, 2014).

Valuasi/penilaian ekonomi adalah salah satu upaya untuk

menyampaikan nilai kuantitatif terhadap suatu barang serta jasa yang berasal dari sumberdaya alam serta lingkungan, sebagai akibatnya memiliki nilai pasar maupun nilai non pasar. Nilai ekonomi diartikan menjadi variabel ukur jumlah maksimum suatu barang serta jasa asal seseorang yang ingin mengorbankan barang dan jasanya untuk memperoleh barang dan jasa lainnya (Muhtady *et al.*, 2021)

Permasalahan mendasar dalam kajian ini adalah masyarakat menilai bahwa ekosistem mangrove memiliki nilai ekonomis penting, namun tidak mempertimbangkan dampak fisik yang berkaitan langsung terhadap biologi dan ekologi mangrove itu sendiri, sehingga dapat mempengaruhi keberlanjutan dari ekosistem mangrove. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, diperlukan penelitian tentang penilaian ekonomi mangrove dengan justifikasi dan

pendekatan ilmiah yang tepat untuk memperkirakan nilai sumber daya pada ekosistem mangrove. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber data dan informasi yang dapat digunakan oleh pihak pengelola, pemangku kepentingan dan juga masyarakat dalam pengelolaan ekosistem mangrove yang optimal dan berkelanjutan.

Ekosistem mangrove di kampung Air Mandidi Nabire merupakan salah satu lokasi mangrove yang terbesar dengan luasnya sekitar 94,57 Ha dan telah memberikan manfaat bagi masyarakat disekitarnya. Beberapa aktifitas masyarakat di Kampung Air Mandidi dan sekitarnya dalam memanfaatkan jasa lingkungan mangrove secara langsung menjadikan mangrove sebagai tempat mencari biota seperti ikan, kerrang-

kerangan, kepiting, burung dan memanfaatkan kayu bakar yang dijual dan dijadikan sebagai sumber pendapatan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis Nilai Ekonomi Total (NET) ekosistem mangrove untuk berbagai pemanfaatan dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan membayar masyarakat terhadap manfaat keberadaan ekosistem mangrove di Kampung Air Mandidi Kabupaten Nabire. Hasil penelitian ini merupakan hasil pemikiran yang menggambarkan manfaat pentingnya keberadaan mangrove bagi manusia secara sosial ekonomi dan ekologi bagi keberlanjutan sumber daya generasi secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei yaitu melakukan observasi langsung terhadap objek penelitian dan wawancara langsung dengan 61 responden yang terpilih. Wawancara dilakukan dengan bantuan kuisioner sebagai bahan untuk mengumpulkan data. Data yang telah terkumpul dianalisa secara kuantitatif.

Penentuan jumlah responden dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel secara sengaja dari responden yang mengetahui dan memahami keadaan ekosistem mangrove di lokasi penelitian. Sasaran responden penelitian adalah masyarakat yang berdomisili di Kampung Air Mandidi RT 004 dan RT 005 yang terdiri dari 156 KK.

Data yang dikumpulkan dari variabel valuasi ekonomi, termasuk data manfaat langsung dan tidak langsung, dianalisis menurut kategori masing-masing manfaat ekonomi yang diperoleh dari keberadaan ekosistem mangrove.

a. Manfaat Langsung

Untuk menghitung nilai manfaat langsung digunakan metode harga pasar (Rp/kg), menurut rumus Fauzi (2006) dalam (Suryanti, dkk, 2019), yaitu :

$$TML = ML1 + ML2 + ML3 + ML4$$

Keterangan : (dalam satuan Rp/Tahun)

TML : Total Manfaat Langsung
ML1 : Manfaat Langsung kayu bakar
ML2 : Manfaat Langsung kerang
ML3 : Manfaat Langsung kepiting bakau
ML4 : Manfaat Langsung penangkapan ikan

b. Manfaat Tidak Langsung

Nilai manfaat tidak langsung dapat dianalisis menggunakan biaya pengganti sesuai kebutuhan penelitian yang masih berkaitan. Untuk menganalisis manfaat tidak langsung, digunakan formulasi berikut:

$$TMTL = MTL1 + MTL2 + MTL3$$

dimana: (dalam satuan Rp/thn)

TMTL = Manfaat Tidak Langsung
MTL1 = Manfaat Tidak Langsung sebagai peredam ombak

MTL2 = Manfaat Tidak Langsung sebagai penahan intrusi air laut

MTL3 = Manfaat Tidak Langsung sebagai daerah asuhan, mencari makan dan pemijahan

c. Manfaat Pilihan

Penilaian manfaat pilihan pada penelitian dianalisis menggunakan pendekatan metode benefit yaitu sebuah metode yang digunakan untuk melihat penilaian manfaat ekosistem mangrove di lokasi lain, kemudian dijadikan sebagai bahan yang ditransfer manfaatnya untuk dapat memperoleh nilai kasar dari ekosistem mangrove tersebut (Ruitenbeek, 1991).

Nilai keanekaragaman hayati ekosistem mangrove Indonesia dihitung menggunakan nilai tetap USD 1.500/km²/tahun atau USD 15/ha/tahun. MP = USD 15 per hektar x kurs IDR 2023 x luas mangrove (diubah menjadi IDR)

d. Manfaat Keberadaan

Manfaat keberadaan adalah nilai ekonomi dari keberadaan ekosistem mangrove dan kesediaan untuk membayar jasa dan barang yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah *Contingent Valuation Method (CVM)*, yang merupakan metode untuk memperkirakan nilai yang dianggap berasal dari suatu barang atau jasa. Setelah mengecualikan manfaat lain, manfaat keberadaan ekosistem mangrove dianalisa dengan rumus :

$$WTP = \sum_{i=1}^n WTP_i(n_i/N)P$$

Keterangan :

TWTP = Total WTP

WTP_i = WTP individu sampel ke-i

n_i : Jumlah sampel ke-i yang bersedia membayar sebesar WTP

N : Jumlah sampel

P. : Jumlah populasi

I. : Responden ke-i yang bersedia membayar (I = 1,2,..., n)

Nilai ekonomi total ekosistem mangrove dihitung menggunakan rumus :

$$NET = ML + MTL + MP + MK$$

dimana : (dalam satuan Rp/thn)

NET = Nilai Ekonomi Total

ML = Manfaat langsung

MTL = Manfaat tidak langsung

MP = Manfaat pilihan

MK = Manfaat keberadaan

Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kesediaan membayar atau *Willingness To Pay (WTP)* masyarakat terhadap ekosistem mangrove dilakukan dengan metode *regresi linear berganda* menggunakan *software SPSS 20 for windows*. Variabel yang diduga berpengaruh, yaitu usia responden (X1), tingkat pendidikan responden (X2), tingkat pendapatan (X3), tanggungan keluarga responden (X4) dan lama tinggal responden (X5). Adapun fungsi permintaan yang akan dipakai dibentuk dengan *Regresi Linier Berganda* menurut Sudjana (2005) dalam Astuti (2016) adalah : $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + \varepsilon$

Keterangan :

Y : Kesediaan membayar atau *Willingness To Pay (WTP)*

X1 : Usia responden (Tahun)

X2 : Tingkat pendidikan responden

X3 : Pendapatan responden

X4 : Tanggungan keluarga responden

X5 : Lama tinggal responden

a₀ : Konstanta

a₁-a₅ : Koefisien regresi

ε : error

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variabel bebas/independen terhadap variabel terikat/dependen baik secara bersama-sama (simultan) maupun secara parsial.

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antara Usia (X1), Tingkat Pendidikan (X2),

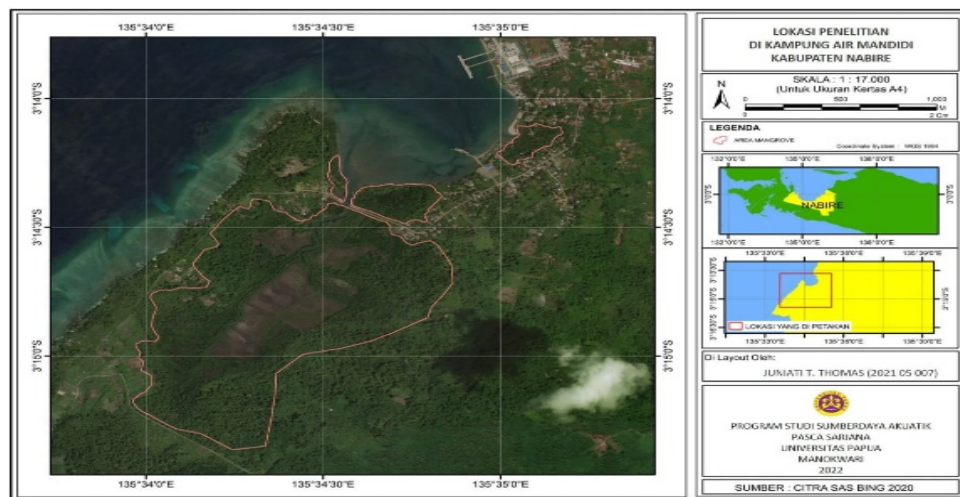
Pendapatan (X3), Tanggungan Keluarga (X4) dan Lama Tinggal (X5) terhadap WTP (*Willingness to Pay*) (Y)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geografis dan Potensi Wilayah Kampung Air Mandidi

Secara administrasi Kampung Air Mandidi sebagai lokasi penelitian terletak di Distrik Teluk Kimi Kabupaten Nabire (Gambar 1). Jumlah penduduk menurut BPS tahun 2010-2019 tercatat berjumlah 1.865 jiwa yang terdiri dari 978 jiwa laki-laki dan 887 jiwa perempuan. Jumlah Kepala Keluarga (KK) Kampung Air Mandidi sebanyak 575 KK yang tersebar pada 6 RT (Rukun Tetangga) dan 2 RW (Rukun Warga). Luasan mangrove yang terdapat di wilayah pesisir Kampung Air Mandidi adalah seluas 94,57 ha. Terdapat 8 jenis mangrove di Kampung Air Mandidi Kabupaten Nabire yaitu *Xylocarpus mollucensis*, *Heritiera littoralis*, *Rhizophora mucronata*, *Avicenia marina*, *Bruguiera cylindrica*, *Nipa fruticans*, *Bruguiera gymnorizha* dan *Sonneratia alba*

(Karma, 2022). Hasil pengukuran suhu air pada lokasi penelitian diperoleh kisaran suhu antara 28,6 – 32,4°C. Kisaran ini masih dalam toleransi mangrove, karena mangrove merupakan tumbuhan khas pantai daerah tropis yang hidup pada suhurat dari 19 – 40°C dengan toleransi fluktuasi suhu tidak lebih dari 10°C (Irwanto, 2006 dalam Pratiwi, 2014). Kusuma (1993) menyatakan bahwa pertumbuhan mangrove yang baik memerlukan suhu rata-rata minimal lebih besar dari 20°C dan perbedaan suhu musiman tidak melebihi 5°C. kisaran nilai salinitas perairan antara 10 – 20 ‰. Tumbuhan mangrove tumbuh subur di daerah estuari dengan salinitas 10 - 30 ppt (Aksornkoae, 1993). Kisaran nilai derajat keasaman (pH) air antara 7 – 8. Peta lokasi penelitian terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penilaian Manfaat Ekosistem Mangrove Kampung Air Mandidi

Nilai manfaat langsung dari ekosistem mangrove di Kampung Air Mandidi adalah dengan pemanfaatan sumber

a. Manfaat Langsung

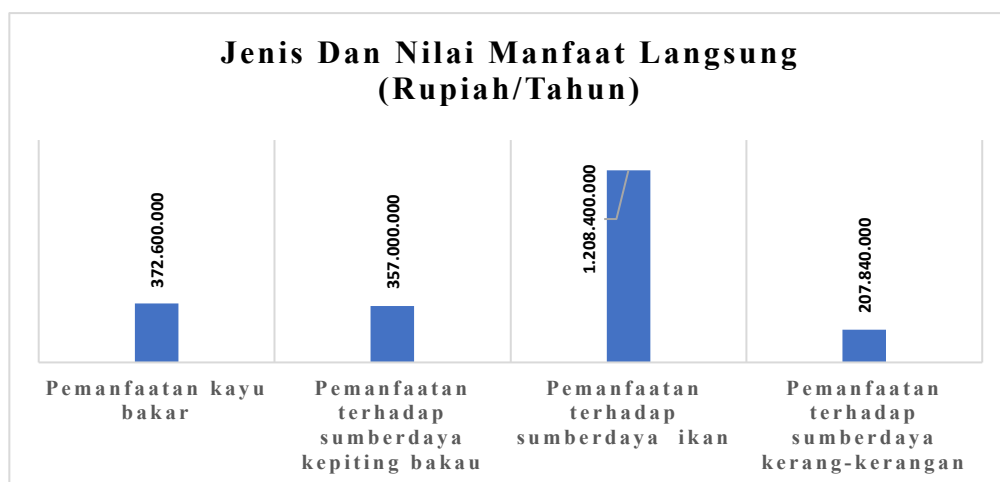
daya ikan, kerang kerangan, kepiting dan kayu bakar, hal ini disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2 sebagai berikut :

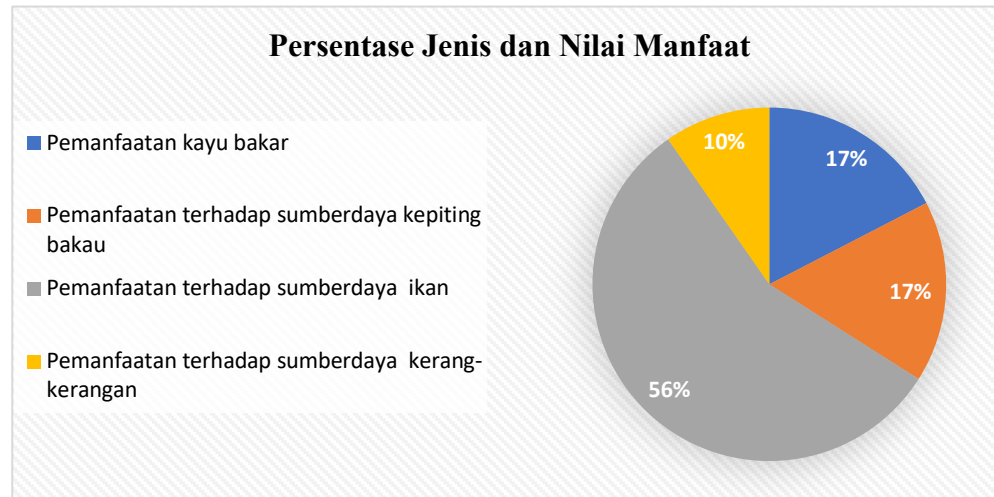
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

No.	Jenis Manfaat	Nilai Manfaat Total (Rupiah/Tahun)	Persentase (%)
1.	Pemanfaatan kayu bakar	372.600.000	17,4
2.	Pemanfaatan terhadap sumberdaya kepiting bakau	357.000.000	16,6
3.	Pemanfaatan terhadap sumberdaya ikan	1.208.400.000	56,3
4.	Pemanfaatan terhadap sumberdaya kerang-kerangan	207.840.000	9,7
	Jumlah	2.145.840.000	100

Nilai manfaat langsung dari sumber daya ikan yang dimanfaatkan oleh masyarakat di Kampung Air Mandidi dalam satu bulan yaitu ikan Baronang rata rata produksi nya adalah 20 -30 tumpuk dengan harga per tumpuk adalah Rp 50.000. Sumber daya ikan Bandeng dimanfaatkan masyarakat sebanyak 20-30 tumpuk dengan harga per tumpuk Rp.100.000. Ikan Belanak per tumpuk Rp.50.000 dengan total pemanfaatan sebanyak 20-

30 tumpuk dan ikan Bubara harga per tumpuk adalah Rp.100.000 dimanfaatkan oleh masyarakat sebanyak 20 -30 tumpuk. Sedangkan kayu bakar yang dijual oleh masyarakat dalam satu bulan berjumlah 15-25 ikat atau 1 ikat rata rata pemanfaatan masyarakat.





Gambar 2. Jenis, Nilai dan Persentase Manfaat Langsung

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2, dapat dilihat bahwa total nilai manfaat langsung hutan mangrove di Kampung Air Mandidi sebesar Rp.2.145.840.000,-/Tahun atau Rp. 22.690.494,- per hektar per tahun. Nilai ini diperoleh dari manfaat kayu bakar Rp.372.600.000,-/Tahun dengan persentase 17,4%, manfaat kepiting

bakau sebesar Rp.357.000.000,-/Tahun dengan persentase 16,6%, manfaat ikan sebesar Rp.1.208.400.000,-/Tahun dengan persentase 56,3% dan manfaat kerang sebesar Rp. 207.840.000,-/Tahun.

b. Manfaat Tidak Langsung

Nilai manfaat tidak langsung hutan mangrove dari fungsinya sebagai penahan abrasi dan gelombang air laut diestimasi dari biaya pembangunan *breakwater*/penahan gelombang air laut. Data pembuatan tanggul penahan abrasi menggunakan pendekatan *shadow price* yaitu memakai standar Kementerian Pekerjaan Umum untuk membangun tanggul penahan ombak. Pendekatan *shadow price* sangat dimungkinkan jika tidak tersedia data di wilayah penelitian.

Biaya pembuatan tanggul dengan ukuran 50 m x 1,5 m x 2,5 m (p x l x t) dengan daya tahan 5 tahun diperlukan biaya sebesar Rp. 291.994.000. atau

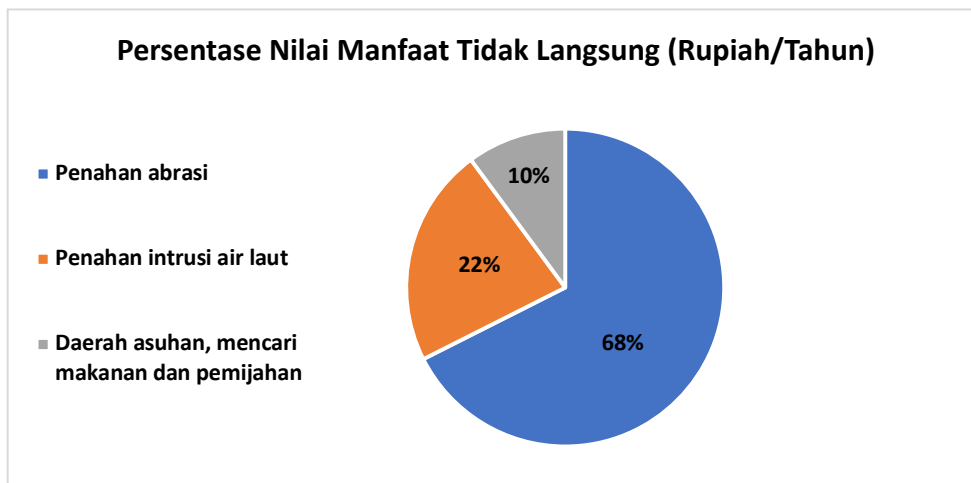
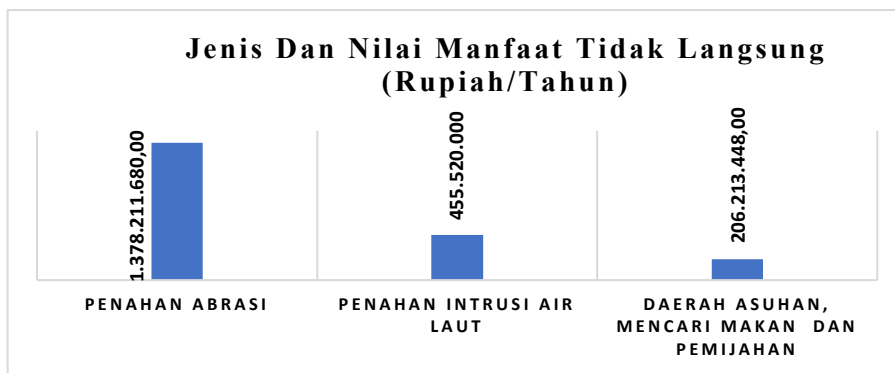
sekitar Rp. 5.839.880., per meter (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014). Panjang garis pantai di Kampung Air Mandidi yang terlindungi ekosistem mangrove adalah 1.180 meter (Google Earth, 2023). Untuk itu maka dapat dihitung pendekatan nilai hutan mangrove sebagai penahan abrasi sebesar Rp. 6.891.058.400.- Berdasarkan sumber data yang sama, lama waktu tanggul bertahan selama 5 (lima) tahun, sehingga manfaat tersebut dibagi 5 tahun maka diperoleh manfaat tidak langsung hutan mangrove sebagai penahan abrasi setara dengan Rp. 1.378.211.680.- per tahun (Tabel 2).

Tabel 2. Total nilai manfaat tidak langsung dari ekosistem mangrove

No.	Jenis Manfaat	Nilai Manfaat Total (Rupiah/Tahun)
1.	Penahan abrasi	1.378.211.680
2.	Penahan intrusi air laut	455.520.000
3.	Daerah asuhan, mencari makan dan pemijahan	206.213.448
Jumlah		2.039.945.128

Nilai manfaat tidak langsung mangrove sebagai penahan intrusi air laut diperoleh dari pendekatan kebutuhan air bersih dari masyarakat Kampung Air Mandidi. Dengan asumsi jika hutan mangrove ini dihilangkan, maka masyarakat akan kesulitan air tawar bersih karena fungsi mangrove untuk menahan intrusi air laut telah hilang dan sumber air tawar sebagai air bersih yang dikonsumsi masyarakat

juga terkontaminasi dengan air laut. Air laut memiliki kadar garam yang tinggi menjadikan tidak layak untuk dikonsumsi manusia. Dengan demikian perhitungannya didekati dengan penggunaan air tawar yang bersih sesuai kebutuhan masing-masing keluarga tiap hari (Harahap, 2010). Jenis dan Nilai Manfaat tidak langsung terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jenis, dan Nilai manfaat tidak langsung

Manfaat tidak langsung mangrove sebagai penahan abrasi memiliki persentase

tertinggi dibandingkan dengan komponen lainnya. Hal ini disebabkan proses

pembangunan *breakwater* yang memerlukan biaya sangat tinggi. Nilai tersebut diestimasi dari biaya

pembangunan *breakwater* dan penahan gelombang air laut.

c. Nilai Manfaat Pilihan

Manfaat pilihan merupakan nilai potensial yang dapat dimanfaatkan untuk masa yang akan datang memperhitungkan manfaat keanekaragaman hayati (*biodiversity*) dari ekosistem mangrove di Kampung Air Mandidi adalah sebesar US\$ 15 /ha/tahun menurut Ruitenbeek (1991). Nilai manfaat pilihan yang diperoleh dengan menghitung nilai *biodiversity* dengan nilai kurs Rupiah terhadap Dollar pada saat penelitian yaitu sebesar Rp.15.287. Berdasarkan perhitungan maka diperoleh hasil bahwa nilai manfaat pilihan ekosistem mangrove

di Kampung Air Mandidi sebesar Rp. 229.305/Ha/Tahun. Luas ekosistem mangrove sebesar 94,57 Ha, sehingga total nilai manfaat pilihan (*option value*) secara keseluruhan yaitu sebesar Rp. 21.685.373/Tahun.

d. Nilai Manfaat Keberadaan

Nilai keberadaan ditentukan menggunakan teknik valuasi pada survei sehingga *Willingness to Pay* (WTP) diperoleh dengan menggunakan metode *Contingent Valuation Method* (CVM). Nilai keberadaan ekosistem mangrove dapat dilihat pada Tabel 3 .

Tabel 3. Nilai Manfaat Keberadaan Ekosistem Mangrove

No	Willingness To Pay (WTP) (Rp.)	Jumlah Responden	Jumlah WTP/Tahun (Rp)
1	1.000.000	10	10.000.000
2	5.000.000	35	175.000.000
3	10.000.0000	16	160.000.000
Jumlah		61	345.000.000
Rata-rata			5.655.738

Tabel 3 menunjukkan bahwa keinginan membayar masyarakat (WTP) sebanyak 10 responden sebesar Rp. 1.000.000,-, sebanyak 35 responden sebesar Rp.5.000.000,-, dan sebanyak 16 orang sebesar Rp.10.000.000.-. Total nilai kesediaan membayar atau *Willingness to Pay* (WTP) sebesar Rp. 345.000.000/tahun dengan nilai rata-

rata Rp. 5.655.738.-, sehingga nilai WTP dari seluruh populasi masyarakat Kampung Air Mandidi Kabupaten Nabire adalah Rp.5.655.738 x 156 KK = Rp. 882.295.128/Tahun. Dengan demikian diperoleh nilai manfaat keberadaan ekosistem mangrove sebesar Rp. 882.295.128/Tahun.

e. Nilai Ekonomi Total Ekosistem Mangrove

Berdasarkan hasil identifikasi dan kuantifikasi seluruh manfaat yang dapat diperoleh dari ekosistem mangrove di daerah penelitian, kemudian dilakukan perhitungan terhadap seluruh manfaat. Hasil penjumlahan dari keempat manfaat tersebut diperoleh nilai

ekonomi total ekosistem mangrove. Nilai ekonomi total dan persentase ekosistem mangrove di daerah penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Ekonomi Total Ekosistem Mangrove

No.	Jenis Manfaat	Nilai Manfaat Total (Rupiah/Tahun)	Persentase (%)
1.	Manfaat langsung	2.145.840.000	42,16
2.	Manfaat tidak langsung	2.039.945.128	40,08
3.	Manfaat pilihan	21.685.373	0,43
4.	Manfaat keberadaan	882.295.128	17,33
Jumlah		4.725.928.149	100

Nilai Ekonomi Total (NET) ekosistem mangrove Kampung Air Mandidi, Kabupaten Nabire pada tahun 2023 mencapai Rp. 4.725.928.149/Tahun. Jika dibandingkan dengan nilai ekonomi total hutan mangrove di wilayah lain khususnya Papua, nilai tersebut relatif lebih kecil. Nilai ekonomi Total (NET) kawasan mangrove Pesisir Kabupaten Merauke yang mencapai Rp. 213.344.656.759,00/tahun (Widiastuti *et al.*, 2016). Nilai Ekonomi Total (NET) mangrove Kampung Air Mandidi, Kabupaten Nabire juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan kawasan mangrove di luar Papua, diantaranya jika dibandingkan dengan NET ekosistem mangrove Lombok Timur yang mencapai Rp.50.295.895.476,00/tahun (Johari, 2007). Selain itu ada pula NET ekosistem mangrove di Pulau Dompok, Kepulauan Riau yang mencapai Rp.88.257.253.176,00/tahun (Zen & Ulfah, 2013) atau hutan mangrove delta Mahakam sebesar Rp.503.071.398.869,00 (Wahyuni *et al.*, 2014).

Menurut Suzana *et al.*, (2011), Rakhfid dan Rochmady (2014) perbedaan Nilai Ekonomi Total (NET)

suatu ekosistem mangrove sangat berhubungan dengan kondisi ekosistem mangrove dan luas ekosistem mangrove yang diteliti. Ekosistem mangrove yang berada dalam kondisi baik dan memiliki areal yang luas cenderung memberikan Nilai Ekonomi Total (NET) yang lebih besar. Kondisi ekosistem mangrove yang baik menyebabkan tingginya ketersediaan sumberdaya yang berakibat pada besarnya keuntungan ekonomi yang dapat diperoleh. Selain itu tingginya sumberdaya mengakibatkan semakin banyak manfaat mangrove yang dapat divalusi atau dihitung keuntungan ekonominya. Faktor lain yang mempengaruhi Nilai Ekonomi Total (NET) yaitu banyaknya jenis manfaat mangrove yang divalusi. Menurut (Hiariey, 2009), semakin banyak jenis pemanfaatan mangrove yang divalusi maka semakin banyak pula potensi nilai ekonomi yang dapat dihitung. Besarnya Nilai Ekonomi Total (NET) yang dihasilkan dapat mengindikasikan bahwa sumberdaya alam dan lingkungan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Nahib & Sudarmadji, 2010; Setiyowati *et al.*, 2016).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesiediaan Membayar (WTP) Masyarakat terhadap Ekosistem Mangrove

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda yang menunjukkan nilai

keberadaan ekosistem mangrove di Kampung Air Mandidi, Distrik Teluk Kimi, Kabupaten Nabire berdasarkan kesiediaan membayar masyarakat diperoleh persamaan regresi linier berganda sebagai berikut :

$$\text{WTP} (\hat{Y}) = 319.663,02 - 27.686,22X_1 - 640.223,03X_2 + 3,842 X_3 - 301.433,81X_4 - 17.727,75X_5$$

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda, selanjutnya dilakukan uji simultan (Uji F), uji parsial (Uji t), dan uji determinasi (R^2) untuk memperoleh hasil mengenai pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikatnya.

1. Uji Simultan (Uji F)

Uji simultan (Uji F) atau Uji Anova, adalah uji yang digunakan Tabel 5. Hasil Uji F (Simultan)

ANOVA					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	246230178965726,000	5	49246035793145,200	9,420	.000 ^b
Residual	287540312837553,000	55	5228005687955,510		
Total	533770491803279,000	60			

a. Dependent Variable: WTP (Willingness To Pay)(Y)
b. Predictors: (Constant), Lama Tinggal (X5), Tanggungan Keluarga (X4), Tingkat Pendidikan (X2), Pendapatan (X3), Usia (X1)

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5 pengujian diperoleh nilai sig F (0.00) < α (0.05) artinya H0 ditolak dan H1 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara bersama-sama variabel independen memiliki pengaruh yang

2. Uji Parsial (Uji t)

Uji parsial, merupakan suatu uji yang digunakan untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing antara

untuk mengetahui pengaruh semua variabel bebas secara bersama-sama dengan variabel terikat. Dengan ketentuan, jika sig F > α (0.05), maka H0 diterima dan jika sig F < α (0.05) maka H0 ditolak, H1 diterima. Yang berarti bahwa variabel bebas secara bersama-sama mempengaruhi variabel terikat (signifikan). Hasil uji F dapat dilihat pada Tabel 5.

signifikan terhadap variabel dependen atau dengan kata lain “Usia (X1), Tingkat Pendidikan (X2), Pendapatan (X3), Tanggungan Keluarga (X4) dan Lama Tinggal (X5) berpengaruh yang signifikan secara simultan terhadap WTP (*Willingness To Pay*) (Y)

variabel bebas secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikat. Adapun hasil pengujian dengan menggunakan uji t dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Parsial (Uji t)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	319663,025	2665786,692		,120	,905
Usia (X1)	-27686,223	75111,019	-,075	-,369	,714
Tingkat Pendidikan (X2)	-640223,029	425472,017	-,161	-1,505	,138
Pendapatan (X3)	3,842	,574	,718	6,698	,000
Tanggungan Keluarga (X4)	-301433,810	255857,436	-,117	-1,178	,244
Lama Tinggal (X5)	-17727,754	83513,433	-,044	-,212	,833

a. Dependent Variable: WTP (Willingness To Pay)(Y)

Berdasarkan hasil pada Tabel 6, secara parsial faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kesediaan membayar masyarakat atau *Willingness To Pay* (WTP) terhadap keberadaan ekosistem mangrove adalah faktor pendapatan dengan nilai $\text{sig } 0.00 < \alpha 0.05$. Sedangkan faktor usia, tingkat pendidikan jumlah tanggungan dan lama tinggal tidak berpengaruh secara signifikan.

3. Uji Koefisien Determinasi (Uji R^2)

Uji koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh kontribusi Usia (X1), Tingkat Pendidikan (X2), Pendapatan (X3), Tanggungan Keluarga (X4) dan Lama Tinggal (X5) terhadap WTP (*Willingness To Pay*) (Y). Hasil uji koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji koefisien determinasi

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.679	.461	.412	2286483.25775	2.243
a. Predictors: (Constant), Lama Tinggal (X5), Tanggungan Keluarga (X4), Pendapatan (X3), Tingkat Pendidikan (X2), Usia (X1)					
b. Dependent Variable: WTP (Willingness To Pay)(Y)					

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 7 di atas diperoleh nilai $R^2 = 0.461$ atau 46,1%. Hal ini berarti bahwa pengaruh kontribusi Usia (X1), Tingkat Pendidikan (X2), Pendapatan (X3), Tanggungan

Keluarga (X4) dan Lama Tinggal (X5) terhadap WTP (*Willingness To Pay*) (Y) adalah sebesar 46,1% sedangkan sisanya sebesar 53,9% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan

ataupun yang tidak diteliti atau tidak dimasukkan dalam model analisa.

KESIMPULAN

1. Nilai Ekonomi Total (NET) ekosistem mangrove Kampung Air Mandidi, Kabupaten Nabire pada tahun 2023 mencapai Rp. 4.725.928.149/tahun.
2. Secara parsial faktor yang berpengaruh secara signifikan

terhadap kesediaan membayar masyarakat atau *Willingness To Pay* (WTP) terhadap keberadaan ekosistem mangrove adalah faktor pendapatan dengan nilai sig $0.00 < \alpha 0.05$. Sedangkan faktor usia, tingkat pendidikan jumlah tanggungan dan lama tinggal tidak berpengaruh secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Said, A. M., & Omar, D. (2014). Community-based Conservation in Managing Mangrove Rehabilitation in Perak and Selangor. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 121-131. <https://doi.org/10.1016>.
- Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J., & Sala, E. (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(30), 10456–10459. <https://doi.org/10.1073/pnas.0804601105>.
- Amran S. 2014. Potensi Ekologis dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Wilayah Pesisir. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Arfan, A., Maru, R., Side, S., & Saputro, A. (2021). Strategi Pengelolaan Kawasan Hutan Mangrove sebagai Kawasan Hutan Produksi di Kabupaten Maros Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Environmental Science*, 3(April), 183–193.
- Baderan, D. W. K. (2015). *Diversifikasi produk olahan buah mangrove sebagai sumber pangan alternatif masyarakat pesisir Toroseaje, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo*. 1(April), 347–351. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010230>.
- Dafani, F. F., & Muhsoni, F. F. (2021). Valuasi Ekonomi Sumberdaya Ekosistem Mangrove Desa Taddan. *Jurnal Juvenil*, 2(4), 293–306.
- Efendi, Y., & Ramses, R. (2017). The Differences of Population Density and Morphometrics Character of Berungan (Telescopium telescopium) from Two Mangrove Area (Leachate Runoff and Charcoal Furnace Area) in Batam City, Indonesia. *Omni-Akuatika*, 13(1). <https://doi.org/10.20884/1.oa.2017.13.1.169>.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584>.
- Hamilton, S. E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of

- continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, 25(6), 729–738. <https://doi.org/10.1111/geb.12449>.
- Harahap, N. (2010). Penilaian Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove dan Aplikasinya dalam Perencanaan Wilayah Pesisir. Jogjakarta: Graha Ilmu. Hendrayana, H., Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer di Daratan, 2002, Website: <http://heruhendrayana.staff.ugm.ac.id/web/down/intrusi.pdf>, download 14 April 2023.
- Harwoko, & Utami, E. D. (2010). Aktivitas Sitotoksik Fraksi N-Heksana : Kloroform Dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangrove (*Rhizophora mucronata*) Pada Sel Kanker Myeloma. *Majalah Obat Tradisional*, 15(Vol 15, No 2 (2010)), 51–55. <http://journal.ugm.ac.id/TradMedJ/article/view/8069>.
- Kalitouw, W.D., (2015). Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove Di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado*. download.portalgaruda.org. Diakses tanggal 5 Maret 2023.
- Kauffman, J. B., Heider, C., Cole, T. G., Dwire, K. A., & Donato, D. C. (2011). Ecosystem carbon stocks of micronesia mangrove forests. *Wetlands*, 31(2), 343–352. <https://doi.org/10.1007/s13157-011-0148-9>.
- Kusmana, C., & Sukristijiono, S. (2016). Mangrove Resource Uses By Local Community in Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 6(2), 217–224. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2016.6.2.217>.
- Kustanti, A. (2019). Institutional management on mangrove forest. A case from Indonesia. *International Journal of Conservation Science*, 10(3), 555–564.
- M. Brander, L., J. Wagtendonk, A., S. Hussain, S., McVittie, A., Verburg, P. H., de Groot, R. S., & van der Ploeg, S. (2012). Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services*, 1(1), 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.003>.
- Mangubhai, S., Erdmann, M. V., Wilson, J. R., Huffard, C. L., Ballamu, F., Hidayat, N. I., Hitipeuw, C., Lazuardi, M. E., Muhajir, Pada, D., Purba, G., Rotinsulu, C., Rumetna, L., Sumolang, K., & Wen, W. (2012). Papuan Bird's Head Seascape: Emerging threats and challenges in the global center of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 64(11), 2279–2295. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.024>.
- Manikasari, G. P., & Mahayani, N. P. D. (2018). Peran Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Pb dan Cu di Hutan Mangrove Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2(2), 105–117.
- Mariana, M. (2016). Economic Valuation of Mangrove Forest Ecosystem in Indragiri Estuary Estimation of Mangrove Forest's Carbon Stock in Kuala Indragiri Coastal Riau Province-Indonesia

- View project. *International Journal of Oceans and Oceanography*, ISSN 0973- (January), 13–17.
<https://www.researchgate.net/publication/305238638>.
- Mayasari, V. F., Pribadi, R., & Soenardjo, N. (2021). Valuasi Ekonomi Ekosistem Mangrove di Desa Timbulsloko Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 42–50.
<https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.31359>.
- Mega Lugina, Indartik, M. A. P. (2019). Valuasi Ekonomi Ekosistem Mangrove Dan Kontribusinya terhadap Pendapatan Rumah Tangga. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sosial, Ekonomi, Kebijakan, Dan Perubahan Iklim Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16118, Indonesia*, 16(3), 197–210.
- Mmom, P. C., & Arokoyu, S. B. (2010). Mangrove forest depletion, biodiversity loss and traditional resources management practices in the Niger Delta, Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(1), 28–34.
- Muhtady, R., Thamrin, T., & Darwis, D. (2021). Valuasi ekonomi dan pengelolaan mangrove secara berkelanjutan di desa Jangkang Kecamatan Bantan. *Jurnal Zona*, 3(1), 34–44.
<https://doi.org/10.52364/jz.v3i1.36>.
- Mulyadi, E., Hendriyanto, O., & Fitriani, N. (2010). Konservasi Ekosistem Mangrove. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol.1, 51–58.
- Nabilah, R., Sitanggang, F. I., & Rahayu, Y. (2021). Mangrove Species Diversity, Stand Structure, and Zonation - A Case Study at Pahawang Kecil Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 830(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012004>.
- Utomo, B., Budiastuty, S., & Muryani, C. (2017). Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara.
- Perring, M. P., De Frenne, P., Baeten, L., Maes, S. L., Depauw, L., Blondeel, H., Carón, M. M., & Verheyen, K. (2016). Global environmental change effects on ecosystems: The importance of land-use legacies. *Global Change Biology*, 22(4), 1361–1371.
<https://doi.org/10.1111/gcb.13146>.
- Pramudji. (2000). Hutan Mangrove di Indonesia : Peranan Permasalahan dan Pengelolaannya. *Oseana*, XXV(1), 13–20.
- Pusparani, R., Widyorini, N., & Jati, E. O. (2020). Jurnal Pasir Laut Jurnal Pasir Laut. *Pasir Laut*, 4(1), 16–21.
- Qodri, L., Hamidy, R., & Zulkarnaini. (2012). Valuasi Ekonomi Ekosistem Mangrove Di Desa Teluk Pambang Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Economic valuation of mangrove ecosystem in Teluk Pambang Village Bantan Subdistrict Bengkalis Region Riau Province. Ilmu Lingkungan*, 6(2), 93–98.
- Rahmasari, S. N., Agus, F., Muningsih, D., & Gantini, W. T. (2019). Studi Keanekaragaman Mangrove Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Jurnal Resolusi Konflik, CSR Dan*

- Pemberdayaan (CARE)*, 4(1), 35–41.
- Romañach, S. S., DeAngelis, D. L., Koh, H. L., Li, Y., Teh, S. Y., Raja Barizan, R. S., & Zhai, L. (2018). Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. *Ocean and Coastal Management*, 154(January), 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009>.
- Saha, A., Gobato, R., Zaman, S., & Mitra, A. (2019). Biomass Study of Mangroves in Indian Sundarbans: A Case Study from Satjelia Island. *Parana Journal of Science and Education*, April, 1–5.
- Sambu, A. H., Sribianti, I., & Chadijah, A. (2018). *Model Pengelolaan Mangrove Berbasis Ekologi Dan Ekonomi*.
- Setiawan, H. (2013). Status Ekologi Ekosistem Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan (Ecological Status of Mangrove For est at Various Thickness Levels). *Jurnal Penelitian Keekosisteman Wallacea*, 2(2), 104–120. <https://jurnal.balithutmakassar.org/index.php/wallacea/article/view/23/27>.
- Sobari, M. P., Adrianto, L., & Azis, N. (2006). Analisis Ekonomi Alternatif Pengelolaan Ekosistem Mangrove Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. *Buletin Ekonomi Perikanan*, VI(3), 59–80.
- Suryanti, Maulida, Supriharyono. (2019). Valuasi Ekonomi Pemanfaatan Ekosistem Mangrove di Kelurahan Kandang Panjang Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. *Journal Of Maquares*, 8(9), 113–138.
- Suzana, B. O. L., Timban, J., Kaunang, R., & Ahmad, F. (2011). Valuasi Ekonomi Sumberdaya Ekosistem Mangrove Di Desa Palaes Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Agri-Sosioekonomi*, 7(2), 29. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.7.2.2011.89>.
- Syah, F., Sundawati, L., & Bahruni, B. (2019). Nilai Ekonomi Ekosistem Ekosistem Mangrove Di Kabupaten Buton Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Keekosisteman*, 16(2), 115–126.
- Titaley, Y. M., Toha, A. H. A., & Tapilatu, R. F. (2021). Diversity and Abundance of Plankton in Mangrove Waters. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, July, 128–143. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v3i2.3451>.
- Utami, R., Rismawati, W., & Sapanli, K. (2018). Pemanfaatan Mangrove untuk Mengurangi Logam Berat di Perairan. In *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018* (pp. 141–153).
- Vo, Q. T., Kuenzer, C., Vo, Q. M., Moder, F., & Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators*, 23, 431–446. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.022>.
- Wahyuni, Y., Kumala Putri, E. I., & Simanjuntak, S. M. (2014). Valuasi Total Ekonomi Ekosistem Mangrove Di Kawasan Delta Mahakam Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Keekosisteman Wallacea*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.18330/jwallace>

a.2014.vol3iss1pp1-12.

Walters, B. B., Rönnbäck, P., Kovacs, J. M., Crona, B., Hussain, S. A., Badola, R., Primavera, J. H., Barbier, E., & Dahdouh-Guebas, F. (2008). Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 220–236. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.02.009>.

Widiyanto, A., Saputra, S. W., & Purwanti, F. (2013). *Journal Of Management Of Aquatic Resources Volume 2 , Nomor 3 , Tahun 2013 , Halaman 138-142* Online di : <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquar> es *Valuasi Ekonomi Pemanfaatan Ekosistem Mangrove di Desa Bedono , Demak Volume 2 , Nomor 3 , Tahun 201. 2*, 138–142.

Yulianda, F., Kaber, Y., Bengen, D. G., & Dahuri, R. (2019). Mangrove ecosystem for sustainable tourism

in Dampier Strait Marine Protected Area Raja Ampat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 404(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012086>.

Pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu Terhadap Penghidupan Masyarakat Pesisir Distrik Teminabuan Kabupaten Sorong Selatan

Identification and Utilization of Non-Timber Forest Products for the Livelihood of Coastal Communities in Teminabuan District, South Sorong Regency

Uun Lestari¹, Putri Meira Shyiang Sri¹, Soraya Ramadani¹, Maksi Abago¹

¹Program Studi Perikanan Tangkap, Universitas Werisar, Jalan Baru Sengget-Teminabuan, Sorong Selatan, 98454, Papua Barat, Indonesia

*Korespondensi: uunlestari@unsar.ac.id

Disubmit: 10 Desember 2024, Direvisi: 23 Juni 2025, Diterima: 30 Mei 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pemanfaatan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) pada ekosistem mangrove serta menganalisis dampaknya terhadap penghidupan masyarakat pesisir di Distrik Teminabuan, Kabupaten Sorong Selatan. Penelitian dilaksanakan pada Juli hingga September 2024 menggunakan metode wawancara langsung terhadap 50 responden yang dipilih secara purposive sampling, yaitu masyarakat yang memanfaatkan mangrove. Data dikumpulkan melalui inventarisasi untuk memperoleh informasi komprehensif mengenai jenis, jumlah, dan produktivitas masing-masing komoditas HHBK, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan terdapat dua kategori utama pemanfaatan HHBK, yaitu flora (daun bakau, pedada, nipah, kelapa, dan rotan) serta fauna hasil ikutan mangrove (lebah madu, kepiting, kerang, semut, ikan sembilang, dan udang). Pemanfaatan HHBK meliputi konsumsi langsung, obat tradisional, penjualan, wisata, dan pembuatan kebun. Mangrove memiliki peran penting sebagai sumber pangan dan penghidupan masyarakat pesisir, sehingga pemanfaatan HHBK dilakukan secara berkelanjutan. Penelitian ini memberikan data dasar mengenai potensi HHBK mangrove di Distrik Teminabuan yang mendukung pengelolaan berkelanjutan, pemberdayaan masyarakat, pelestarian hutan, dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan ekonomi lokal dan konservasi ekosistem mangrove di Papua Barat Daya.

Kata kunci: Distrik Teminabuan, HHBK, Masyarakat Pesisir, Mangrove, Pemanfaatan Ekosistem Mangrove.

ABSTRACT

This study aims to identify the utilization of Non-Timber Forest Products (NTFPs) in the mangrove ecosystem and analyze their impact on the livelihoods of coastal communities in Teminabuan District, South Sorong Regency. The research was conducted from July to September 2024 using direct interviews with 50 respondents selected through purposive sampling, specifically community members who utilize mangrove resources. Data were collected through inventory to obtain comprehensive information on the types, quantities, and productivity of each NTFP commodity, and then analyzed using qualitative descriptive methods. The results indicate two main categories of NTFP utilization: flora (mangrove leaves, pedada, nipah, coconut, and rattan) and fauna associated with mangroves (honeybees, crabs, clams, ants, catfish, and shrimp). The utilization of NTFPs includes direct consumption, traditional medicine, sales,

tourism, and garden creation. Mangroves play an important role as a source of food and livelihood for coastal communities, thus the utilization of NTFPs is carried out sustainably. This study provides baseline data on the potential of mangrove NTFPs in Teminabuan District, supporting sustainable management, community empowerment, forest conservation, and the improvement of coastal community welfare. These findings contribute to local economic development and the conservation of mangrove ecosystems in Southwest Papua.

Keywords: Teminabuan District, Non-Timber Forest Products (NTFPs), Coastal Communities, Mangrove, Utilization of Mangrove Ecosystem.

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan hutan alam yang tumbuh serta berkembang pada wilayah landai pada muara sungai maupun pesisir pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Riwayati, 2016). Salah satu lingkungan ekosistem mangrove terletak di Distrik Teminabuan Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat Daya, (Ridwan *et al.*, 2021) hasil survei yang dilakukan oleh Sea Project-USAID Indonesia luas ekosistem mangrove yang terdapat di Kabupaten Sorong Selatan mencapai 77.596,00 ha atau 2,5% dari total di Indonesia dan 5,8% dari total mangrove di Papua dan Papua Barat. Hal ini berbanding lurus dengan produksi udang yang dihasilkan menyumbang terhadap konsumen baik dalam negeri (pasar lokal sorong raya, Surabaya, serta Makassar) maupun luar negeri (Eropa serta Asia).

Permasalahan yang terjadi pada masyarakat pesisir dalam pemanfaatan ekosistem mangrove yakni bahwa area pesisir perlu dikelola secara integrasi serta terpadu dari sisi administrasi publik, yang kemudian direkomendasikan pengelolaan yang komprehensif (Putri & Hartuti 2019), kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan serta pemanfaatan hutan mangrove (Darling, 2023), (Kasnadiya *et al.*, 2023) lazimnya potensi HHBK pada ekosistem mangrove masih belum terinventaris dengan detail akibatnya ketersediaan data yang komprehensif tentang masing-masing jenis, jumlah serta produktivitas terhadap masing-masing komoditi HHBK masih sangat terbatas. Mayoritas masyarakat pesisir memanfaatkan ekosistem

mangrove ketika memenuhi kebutuhan hidup. Sehingga, sangat penting informasi mengenai apa saja jenis HHBK yang terdapat di area ekosistem mangrove.

Secara umum, dari berbagai daerah sudah diketahui HHBK namun di distrik teminabuan belum ada yang mengkaji secara detail mengenai hal tersebut sehingga tidak diketahui apa saja yang menjadi potensi yang dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir dari hutan mangrove. Kendala lain ialah masih kurangnya atau bahkan belum adanya pemanfaatan HHBK ekosistem mangrove yang di olah menjadi sebuah produk sehingga mereka hanya penggunaan sendiri, seperti daunnya (Zakinah *et al.*, 2019), (Destiana *et al.*, 2023) ekstra daun *Avicennia sp.* bisa dimanfaatkan untuk menemukan produk alami bioaktif baru serta bisa digunakan sebagai sumber potensial yang bisa mengendalikan bakteri patogen serta pemanfaatan tumbuhan mangrove jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebagai produk olahan (kerupuk) agar nantinya bisa di perdagangkan kepada wisatawan yang kemudian menjadi sumber pendapatan alternatif untuk masyarakat pesisir. Selain itu masih ada juga buah mangrove yang pemanfaatannya belum diketahui di lokasi penelitian, mengingat bahwa Distrik Teminabuan sangat dekat dengan muara dan sangat melimpah pertumbuhan mangrovenya, yang diketahui bahwa salah satu jenis mangrove yaitu *Sonneratia alba* (*Lythraceae*) yang sebarannya termasuk dominan di Sorong Selatan (Ridwan *et al.*, 2021) bahwa kandungan buah *Sonneratia alba* (*Lythraceae*) memiliki

kandungan senyawa metabolik sekunder yang terdiri atas alaloid, flavonoid, fenolik, tanin, saponin, serta steroid (Zulkifli *et al.*, 2017). (Melianus *et al.*, 2008) Nilai kerapatan jenis serta frekuensi jenis tertinggi baik untuk kategori anakan, sapihan, dan pohon, ditemukan pada jenis *Sonneratia alba*.

Masyarakat setempat masih memanfaatkan serta mengelola kawasan mangrove berdasarkan pengalaman maupun pengetahuan yang diwariskan leluhur mereka. Hutan mangrove memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan manusia, meliputi bahan pangan, papan, kesehatan, dan lingkungan. Fungsi hutan mangrove terbagi menjadi fungsi ekologis—yang mencakup aspek fisik, kimia, dan biologi—serta fungsi ekonomi, termasuk ekonomi langsung dan pariwisata. Selain itu, hutan mangrove menyediakan sumber daya seperti kerang-kerangan dan ikan yang menjadi target utama masyarakat dalam aktivitas berburu dan mencari nafkah. Produk hutan mangrove tidak hanya dikonsumsi sebagai sumber protein hewani keluarga, tetapi juga diperdagangkan untuk memenuhi kebutuhan lain. Meskipun manfaat hutan mangrove sangat besar bagi kehidupan masyarakat, pemanfaatannya saat ini masih menunjukkan kondisi yang memprihatinkan (Darling, 2023).

Pemanfaatan HHBK hendaklah menjadi pokok pemanfaatan hasil hutan. Selain dapat melestarikan hutan secara umum, pemanfaatan hasil hutan bukan lebih ditafsirkan sebagai pemanfaatan secara berkelanjutan dari hutan tanpa tegakannya atau dengan kata lain memanfaatkan hasil sampingan dari pohon ataupun hasil hutan lainnya. pemanfaatan HHBK menjadi kegiatan utama dari pemanfaatan hasil hutan pada sistem pengelolaan hutan oleh masyarakat seperti hutan desa. Sistem pemanfaatan HHBK sudah dilaksanakan masyarakat secara turun temurun. Distrik Teminabuan diduga mempunyai potensi HHBK yang berlimpah untuk memasok HHBK bagi kebutuhan konsumen. Maka dari itu, dibutuhkan penjelasan mengenai

apa saja jenis HHBK yang terdapat pada ekosistem mangrove. Mengingat kembali potensi penting HHBK sebagai sarana untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, maka perlu ditelusuri identifikasi HHBK mangrove serta pemanfaatan produk HHBK yang terdapat di Distrik Teminabuan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini yakni penelitian empiris yang terdiri dari penelitian terhadap identifikasi serta pemanfaatan HHBK. Penulis mempertimbangkan bahwa informasi yang diperoleh dari pengalaman langsung, yang mana berupa data, serta metode penelitian dilaksanakan menggunakan bukti-bukti empiris.

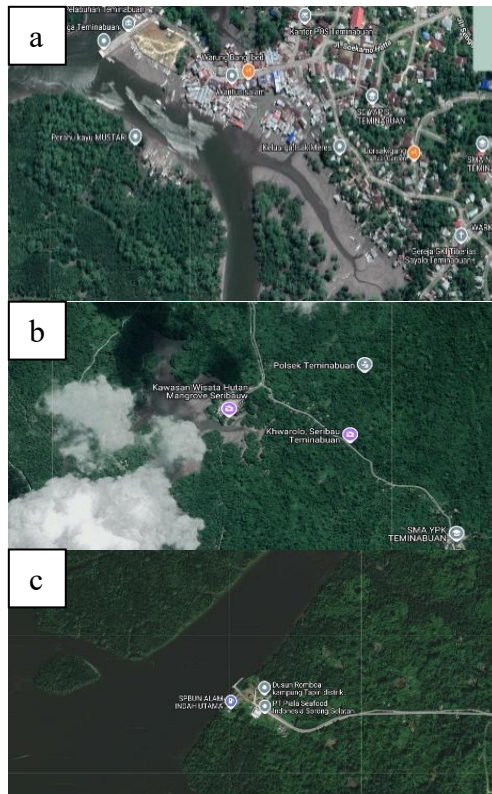
Metode pengambilan sampel dilaksanakan dengan metode *purposive sampling*. 50 Responden dari penelitian ini ialah masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan ekosistem mangrove di Distrik Teminabuan dengan maksud untuk mencari informasi berupa jenis (HHBK) serta pemanfaatannya melalui pengajuan sejumlah pertanyaan yang dijawab secara lisan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Kuesioner yang ditujukan kepada masyarakat pesisir yang memanfaatkan hutan mangrove, Laptop yang dilengkapi dengan microsoft excel, Alat tulis, Handphone, Thermometer, Kertas pH, dan Refraktometer.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – September 2024 di Distrik Teminabuan Kabupaten Sorong Selatan. Adapun dasar pertimbangan lokasi tersebut dijadikan sebagai tempat penelitian, karena luasnya hutan mangrove serta masih kurangnya data mengenai (HHBK).



Gambar 1. Lokasi Penelitian, a.
Kampung Seyolo, b.
Kampung Siribau, c.
Kampung Wersar

Prosedur Pengambilan Data Penelitian

Data primer yakni jenis-jenis HHBK yang dimanfaatkan maupun bisa dibudidayakan, manfaat bagi masyarakat pesisir dalam kehidupan sehari-hari, HHBK yang dapat menjadi potensi peningkatan ekonomi, pengukuran faktor fisika (suhu menggunakan thermometer) dan kimia (pH menggunakan kertas pH dan salinitas menggunakan refraktometer), serta pemasaran HHBK yang dimanfaatkan. Data sekunder yakni sumber data penelitian yang didapat dengan cara media perantara ataupun secara tidak langsung seperti buku, catatan, bukti yang telah ada, ataupun arsip baik dipublikasikan secara umum.

Analisis Data

Teknik analisis data yang akan digunakan yakni dengan metode analisis deskriptif kualitatif. Kualitatif ialah

penelitian yang studi kasusnya mengarah pada pendeskripsian secara detail serta mendalam tentang potret keadaan mengenai apa yang sebenarnya terjadi berdasarkan apa adanya di lapangan studinya (Sutopo, 2002). Penelitian kualitatif menyajikan data yang disatukan terkhusus dalam bentuk kata-kata, kalimat, ataupun gambar yang mempunyai arti lebih dari pada sekadar angka ataupun frekuensi sampai kesimpulan berdasarkan rumusan masalah.

Tahap analisis data diawali dengan menganalisis semua data yang tersedia dari berbagai sumber, yakni wawancara, pengamatan, serta dokumentasi yang telah ditulis dalam catatan lapangan, dokumen gambar, foto, maupun sebagainya. Data yang banyak tersebut, setelah dibaca, dipelajari, ditelaah, maka langkah selanjutnya ialah mengumpulkannya dalam satuan tertentu yang selanjutnya dikategorikan pada tahap selanjutnya. Tahapan yang terakhir dari analisis data yakni melakukan pemeriksaan validitas data. Setelah data terhimpun, maka tahap berikutnya data dideskripsikan, dianalisis, ditafsirkan, maupun disimpulkan. Kemudian hasilnya ialah data konkret, yakni sebuah data kualitatif yang pengelolaannya dilaksanakan dengan cara menjabarkan data ke dalam bahasa yang mudah dimengerti, dikategorikan, diolah, serta dianalisis secara deskriptif kualitatif. Dengan demikian, suatu proses pemecahan masalah yang mendeskripsikan objek yang teliti berlandaskan data yang didapatkan pada saat meneliti yang selanjutnya hasilnya diambil maupun dijadikan sebuah kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berlandaskan hasil wawancara dan pengamatan di lokasi penelitian, sehingga diperoleh beberapa jenis HHBK yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir pada area mangrove. HHBK tersebut diklasifikasikan menjadi dua

kategori yakni HHBK flora serta HHBK fauna. HHBK flora ialah pemanfaatan hasil hutan nabati ataupun non kayu yang berasal dari vegetasi yang terdiri dari buah, daun, dan sebagainya. Sementara itu HHBK fauna yakni pemanfaatan dari beragam jenis hewani ataupun satwa yang mempunyai keterhubungan langsung dengan ekosistem mangrove juga memiliki ketergantungan hidup atas keberadaan mangrove, diantaranya seperti lebah madu, kepiting, kerang (*Polymesoda expansa*), semut, ikan, udang. Area mangrove di Distrik Teminabuan dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan sehari-hari untuk mengambil HHBK seperti daun bakau (*Rhizophora apiculata*), buah bakau (*Rhizophora stylosa*), buah pedada (*Sonneratia sp.*), nipah (*Nypa fruticans*), kerang (*Polymesoda expansa*), kepiting (*Scylla sp.*), madu, kelapa (*Cocos nucifera*), pohon rotan (*Calamus caesius*).

Kualitas perairan ekosistem mangrove sangat mempengaruhi keadaan kesehatan tumbuhan mangrove, meskipun tumbuhan ini terkenal dengan tumbuhan yang mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap perubahan salinitas, tumbuhan ini pula sensitif terhadap perubahan kualitas airnya antara lain suhu, pH. Instabilitas pada parameter kualitas air akan menimbulkan turunnya kualitas bahkan matinya tumbuhan mangrove. Berdasarkan hasil pengukuran

salinitas pada area mangrove pada pukul 08.50 WIT yakni 5‰ pada area Kampung Siribau dan suhu 33° C sedangkan pengukuran pada pukul 11.20 WIT pada area kampung wersar memiliki salinitas 2,5‰, suhu 35 ° C dan pH 5. Poedjirahajoe *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa faktor kualitas habitat mempengaruhi pertumbuhan mangrove dengan melihat kondisi kerapatannya. Kualitas habitat perairan seperti pH, suhu, Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), salinitas, jika terjadi perubahan maka vegetasi mangrove juga akan ikut terpengaruh. Apabila jenis mangrove yang mampu bertahan dengan kondisi habitat yg telah berubah dikhawatirkan mangrove tersebut lebih dominan (Akamaking *et al.*, 2022) serta menggeser jenis mangrove lainnya yang kurang sanggup beradaptasi. Selanjutnya ialah penjelasan dari masing-masing pemanfaatan HHBK yang diklasifikasikan kedalam dua jenis yakni HHBK flora maupun HHBK fauna.

Pemanfaatan HHBK Flora Mangrove

Berlandaskan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di Distrik Teminabuan ada beragam pemanfaatan flora mangrove yang dijadikan sebagai produk olahan, beberapa bagian dari mangrove yang juga dijadikan bahan makanan dan dikonsumsi maupun sebagai obat-obatan tradisional dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemanfaatan HHBK Flora Mangrove Di Distrik Teminabuan

No	Jenis	Nama Ilmiah	Nama Family	Nama Perdagangan	Bagian yang dimanfaatkan	Pemanfaatan
1	Daun Bakau	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	Bakau Minyak	Pucuk, buah	Obat sakit badan, obat demam, obat flu, untuk penggunaan pengobatan biasa 3-5 lembar bagian daun mudanya) dijadikan sebagai kopi
2	Pedada	<i>Sonneratia sp.</i>	<i>Lythraceae</i>	pedada	Buah	Sirup mangrove, dimakan
3	Nipah	<i>Nypa</i>	<i>Areaceae</i>	nipah	Daun, buah,	Daun dijadikan

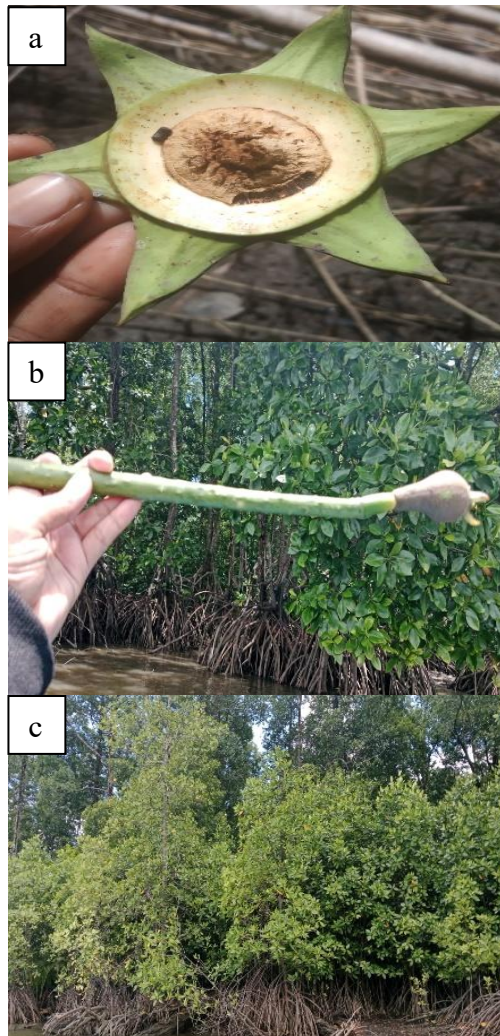
No	Jenis	Nama Ilmiah	Nama Family	Nama Perdagangan	Bagian yang dimanfaatkan	Pemanfaatan
		<i>fruticans</i>			pohon, tulang daun nipah	sebagai atap, dinding rumah, tempat ayam mengeram, tulang daun nipah dijadikan sapu lidi, buahnya dimakan langsung, dijadikan minuman olahan serta dijadikan alkohol, pohonnya bisa menjadi garam, obat tradisional
4	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Arecaceae</i>	kelapa	Buah, daun	buah dimakan dan dijadikan minyak, daun dijadikan sapu lidi
5	Rotan	<i>Calamus caesius</i>	<i>Arecaceae</i>	rotan taman	Batang	Batangnya dijadikan anyaman keranjang

Masyarakat di Distrik Teminabuan memanfaatkan daun bakau sebagai obat-obatan tradisional seperti obat sakit badan, obat demam, obat flu. Penggunaan tumbuhan sebagai bahan obat guna kesehatan telah sejak lama diterapkan oleh masyarakat yang diturunkan dari nenek moyang mereka. Pemanfaatan tersebut disebabkan tumbuhan mengandung senyawa metabolit sekunder yang bisa meningkatkan kesehatan serta mencegah dari beragam penyakit (Silalahi *et al.*, 2015). Bagian tumbuhan mangrove yang dimanfaatkan masyarakat menjadi obat yakni bagian daun. Dalam hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tugume *et al.*, 2016; Hashimoto *et al.*, 2019 serta Inta *et al.*, 2013., Efriani *et al.*, (2023) daun banyak dimanfaatkan sebagai obat disebabkan mudah diperoleh serta mudah dalam pengolahannya untuk dimanfaatkan menjadi obat. Penggunaan daun mangrove yang digunakan sebagai obat dengan cara pucuk daun yang banyak di potong lalu di panaskan diatas api hingga layu setelah itu di tempelkan

ke bagian tubuh yang sakit. Arbiastutie *et al.*, (2021) juga menjelaskan bahwa daun yang terdapat pada tumbuhan mangrove mengandung senyawa flavonoid, steroid, tanin, dan saponin. Pemanfaatan tumbuhan sebagai obat yang digunakan untuk kesehatan sudah sejak lama dilakukan oleh masyarakat, serta umumnya pengetahuan pemanfaatan tumbuhan sebagai obat diperoleh dari pengetahuan orang tua yang disampaikan secara turun temurun maupun dari pengalaman (Bintaro *et al.*, 2014; Sisilia *et al.*, 2015; dan Nugraha, 2011). Uprety *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa mengolah tumbuhan untuk penggunaan obat tradisional secara sederhana.

Rhizophora apiculata dan *Sonneratia sp.* dikenal masyarakat Distrik Teminabuan dengan sebutan buah panjang dan buah bintang. Buah dari *Rhizophora apiculata* dijadikan sebagai kopi sedangkan *Sonneratia sp.* dijadikan sebagai sirup ataupun dimakan langsung oleh nelayan ketika melaut agar tidak kelaparan. Meskipun kedua buah tersebut diolah namun hingga saat ini belum di

komersialkan, keahlian tersebut hanya digunakan pada saat ada pelatihan ataupun mengikuti lomba, hal ini disebabkan belum adanya pasar untuk menjual produk tersebut. Ini sejalan dengan penelitian Tian *et al.*, (2023); Alca & Suhirsan, (2023) menjelaskan bahwa kedua jenis mangrove tersebut aman di konsumsi serta bisa diolah menjadi olahan pangan lainnya sehingga menjadi produk inovatif yang mampu diterima oleh konsumen serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk unggulan di industri pangan oleh konsumen serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai suatu produk unggulan di industri pangan.



Gambar 2. a. *Sonneratia* sp., b. *Rhizophora apiculata*, c. Pohon Mangrove

Nipah (*Nypa fruticans*) memiliki beragam manfaat yang dapat dikembangkan sebagai sumber pendapatan. Masyarakat yang sudah memanfaatkan nipah pada umumnya yakni daun dijadikan atap rumah, dinding rumah, anyaman keranjang ayam untuk mengeram, sapu lidi, buahnya bisa dikonsumsi langsung, olahan minuman, menjadi minuman alkohol, pohonnya menjadi garam. Masyarakat luas masih banyak yang belum mengetahui potensi nipah. Secara tradisional pemanfaatan nipah dijadikan sebagai gula serta garam (Santoso *et al.*, 2005). Secara ekonomi, buah nipah mempunyai nilai ekonomi yang tinggi (Muthmainnah & Sribianti, 2016). Gumilar *et al.*, 2022 menjelaskan bahwa buah ialah bagian tumbuhan yang mudah diolah serta diperoleh, maka dari itu tidak merusak kelangsungan hidup dari tumbuhan tersebut. Oleh sebab itu, hampir seluruh atau semua bagian tubuh nipah seperti mayang (nira), daun maupun buah bahkan pohonnya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari (Mukti *et al.*, 2020).

Pohon kelapa yang tumbuh di sekitar hutan mangrove umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir dengan mengambil buahnya untuk dikonsumsi langsung maupun dijual. Namun, pengambilan buah kelapa tidak dilakukan secara sembarangan karena pohon tersebut biasanya dimiliki oleh individu atau kelompok tertentu. Berdasarkan hasil wawancara, buah kelapa tersebut merupakan hasil penanaman masyarakat pesisir sehingga pengelolaannya dilakukan secara tertib dan berkelanjutan. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pangan, buah kelapa juga diolah menjadi minyak kelapa, sedangkan tangkai daunnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan sapu lidi.



Gambar 3. a. *Nypa fruticans*, b. Buah Nipah, c. Daun Nipah

Rotan terkenal mempunyai nilai tinggi untuk industri kreatif kerajinan hal ini sebabkan memiliki beragam manfaat yang diperoleh baik dalam bahan baku mebel, rotan ialah tanaman sejenis palm yang merambat serta bisa tumbuh panjang mencapai 100 meter lebih (Soedjono, 2008). Batang rotan biasanya langsing yang memiliki ukuran diameter 2-5 cm, beruas-ruas panjang, tidak berongga, serta banyak dilindungi oleh duri-duri panjang, keras, serta tajam. Rotan yang memiliki diameter besar umumnya digunakan untuk kontruksi pada mebel, sementara itu yang ukuran diameter kecil digunakan untuk pengikat maupun sebagai anyaman (Januminro, 2000). Berdasarkan informasi yang diperoleh bahwa mereka bisa membuat

anyaman keranjang dari rotan namun bahan baku rotan tersebut sering kali berada jauh di dalam hutan mangrove yang kondisi lingkungannya sangat tidak mendukung karena banyak nyamuk, agas, serta ular disamping itu fisik batang rotan yang berduri, keras maupun tajam membuat masyarakat pesisir terkenda la untuk mendapatkan rotan tersebut.



Gambar 4. Anyaman Rotan

HHBK Hasil Ikutan Lain Mangrove

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di distrik teminabuan ada 6 pemanfaatan HHBK hasil ikutan lain mangrove yang mempunyai nilai ekonomi serta dijadikan sebagai produk olahan, beberapa bagian dari dari mangrove serta dijadikan bahan makanan maupun dikonsumsi sebagai obat-obatan tradisional seperti pada Tabel 2.

Lebah madu adalah sumber daya hutan yang memiliki potensi untuk dikembangkan karena sumber pakan lebah yang bersumber dari tanaman hutan, tanaman pertanian maupun tanaman perkebunan. Produk yang dihasilkan oleh lebah madu bisa dimanfaatkan serta memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi.

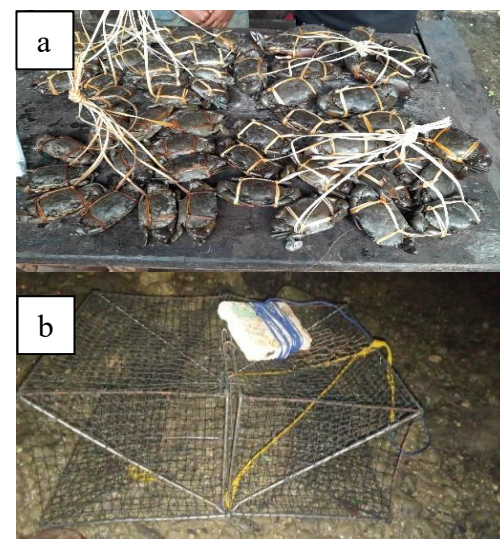
Tabel 2. Pemanfaatan HHBK Hasil Ikutan Lain Mangrove Di Distrik Teminabuan

No	Jenis	Nama Ilmiah	Bagian yang dimanfaatkan	Pemanfaatan
1	Lebah Madu	<i>Apis dorsata</i>	Madu	Dikonsumsi
2	Kepiting	<i>Scylla sp.</i>	Daging	Dijual dan dikonsumsi
3	Kerang	<i>Polymesoda expansa</i>	Daging	Dijual dan dikonsumsi
4	Semut	<i>Myrmecodia pendans</i>	Sarang Semut	Dijadikan sebagai obat tradisional dan teh
5	Ikan sembilang	<i>Plotosus lineatus</i>	Daging	Dijual dan dikonsumsi
6	Udang	<i>Penaeus merguensis</i>	Daging	Dijual dan dikonsumsi

sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk maupun perkembangan teknologi sehingga tingkat pemanfaatan produk yang dihasilkan oleh lebah madu semakin meningkat baik untuk kepitingan konsumsi maupun obat-obatan, serta permintaan pasar akan produk yang dihasilkan oleh lebah madu semakin tinggi. Masyarakat pesisir mendapatkan madu dari hutan mangrove, namun hanya diperuntukkan untuk konsumsi keluarga belum mampu untuk diperjualbelikan karena kuantitasnya masih sangat terbatas.

Kepiting bakau ialah salah satu hasil perikanan yang berpotensi memberikan dukungan ekonomi bagi masyarakat, khususnya nelayan skala kecil. Kepiting bakau ialah sumber daya perikanan pesisir yang mempunyai nilai ekonomi yang signifikan maupun harganya cukup tinggi. Masyarakat menyukai kepiting ini disebabkan kandungan gizinya yang tinggi serta nilai ekonomisnya yang melimpah (Tamsil *et al*, 2023). Kepiting bakau (*Scylla sp.*) tergolong kedalam kelompok *Crustacea*, tubuh kepiting ditutupi oleh kulit keras yang disebut dengan karapas. Kulit bagian luar yang keras berfungsi untuk melindungi organ bagian dalam kepiting. Kepiting bakau ditandai dengan memiliki bentuk karapas yang oval bagian depan serta pada sisi panjangnya terdapat 9 duri bagian sisi kanan maupun kirinya, juga diantara kedua matanya terdapat 4 duri (Mbihgo, 2019). Hasil tangkapan kepiting bakau yang dilakukan oleh responden pada area ekosistem mangrove diperoleh dengan cara memasang alat

tangkap berupa rakkang. Eksistensi area ekosistem mangrove memberi manfaat langsung bagi nelayan tradisional yang mempunyai keterbatasan dari segi sarana penangkapan kepiting, mayoritas responden memasang rakkang menggunakan transportasi berupa kapal motor tempel atau sampan tradisional. Harga yang dijual oleh masyarakat pesisir untuk ukuran yang sedang dijual dengan kisaran 20.000 – 30.000 per ikat yang berisi 10-12 ekor sedangkan yang besar dijual harga 50.000 per ikat yang berisi 8 ekor. Kebanyakan masyarakat pesisir menjual sendiri hasil tangkapan kepitingnya, hal ini disebabkan karena mereka sudah dari kecil menjual sendiri hasil tangkapannya dibanding dititip ke tempat lain atau dilelang di TPI (Tempat Pelelangan Ikan), mengingat bahwa di Distrik Teminabuan belum ada fasilitas pelelangan TPI.



Gambar 5. a. Kepiting, b. Rakkang

Masyarakat pesisir di Distrik Teminabuan sebagian besar memanfaatkan kerang (*Polymesoda expansa*) sebagai bahan pangan. Kerang (*Polymesoda expansa*) ialah salah satu jenis kerang yang mempunyai kandungan protein serta mineral yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan manusia. Kerang ini hidup dipantai yang mempunyai pasir maupun berlumpur, serta bisa juga ditemukan pada ekosistem estuaria, mangrove maupun lamun (Asri et al., 2017). Kerang tersebut dikonsumsi sendiri bahkan di jual, kerang yang dijual diambil bagian isinya saja yang bisa dimakan yang telah dibersihkan kemudian ditusuk kedalam bambu atau sejenisnya, dalam satu ikatan itu ada 10-12 biji biasanya di jual dengan harga Rp 10.000 – Rp 20.000.



Gambar 6. *Polymesoda expansa*

Salah satu tumbuhan obat yang dimanfaatkan oleh penduduk lokal serta berpotensi dikembangkan menjadi produk unggulan yaitu sarang semut yang dalam bahasa latin disebut *Myrmecodia pendes* (Wahyudi, 2013). Bagian luar dari sarang semut tertutupi oleh duri yang digunakan sebagai perlindungan dari pemangsa. Bagian dalamnya ditemukan rongga-rongga yang saling berhubungan serta dijadikan rumah oleh kawanan semut kemudian tanaman ini umumnya disebut sarang semut. Sarang semut (Family: *Rubiaceae*) merupakan tanaman epifit yang hidupnya menempel pada tumbuhan lain (Dirgantara et al, 2015; Hidajat et al., 2018; Safniyeti, 2017). Tanaman ini selanjutnya menjadi tempat semut untuk bersarang. Sarang semut diyakini sebagai tanaman yang mempunyai khasiat obat untuk penyakit tertentu. Kepercayaan akan khasiat sarang semut disebabkan oleh kandungan

antioksidan yang terdapat dalam sarang semut (Dirgantara et al., 2015; Kesaulija et al., 2020).

Fitriani et al., 2022 juga menjelaskan bahwa mayoritas masyarakat suku tehit di bagian pedesaan tidak melanjutkan pengobatan kerumah sakit melainkan lebih memilih pengobatan tradisional dengan cara mengkonsumsi buah merah (*Pandanus conoideus lam*), selain buah tersebut mereka juga mengkonsumsi buah taer (*Anisoptera thurifera*), buah kelapa hutan (*Borassus heneanus*), sarang semut (*Myrmecodia sp*). Dirgantara et al., (2015) juga menjelaskan bahwa secara turun temurun sarang semut telah dimanfaatkan untuk menyembuhkan berbagai penyakit seperti radang, menguatkan imunitas tubuh maupun mengatasi nyeri otot. Sarang semut diiris tipis-tipis kemudian direbus, dan juga dapat dijadikan sebagai teh. Menurut Pattiwael et al. (2021), sarang semut dapat ditemukan di pohon mangrove, ketapang, jambu, maupun pohon rambutan. Sarang semut tersebut tidak hanya dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk konsumsi sendiri, tetapi juga dijual dalam bentuk mentah maupun sudah diolah sebagai tambahan penghasilan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.



Gambar 7. Sarang Semut

Ikan sembilang termasuk dalam golongan ikan *catfish* serta masih berkerabat dengan ikan lele hal ini bisa dilihat dari anatomi maupun bentuk tubuhnya yang sangat mirip, yang menjadi perbedaannya yakni ikan sembilang mempunyai tiga buah patil berbisa yang terdapat pada sirip punggung pertama maupun dua buah sirip dada kanan dan kiri. Sembilang

hidup di perairan payau terkhusus di perairan mangrove dan sembilang termasuk kedalam jenis ikan karnivora (predator) yang memangsa ikan kecil, gastropoda, moluska, maupun krustacea (Gunawan *et al*, 2019). Jenis alat tangkap yang digunakan nelayan yakni pancing dan jaring, bahkan biasanya juga ada yang masuk terperangkap kedalam alat tangkap rakkang ketika menangkap kepiting. Ikan sembilang di Distrik Teminabuan cukup berlimpah mengingat perkembangbiakan ikan sembilang cukup tinggi namun harganya masih murah Rp 35.000 – Rp 40.000 biasanya kurang lebih 4 ekor, karena stocknya banyak dan biasanya hanya dijual dalam bentuk mentah dan yang diolah menjadi ikan asap. Sala *et al.*, 2021 menjelaskan bahwa kurangnya hasil tangkapan berupa ikan disebabkan nelayan lebih berfokus untuk menangkap udang. Ikan umumnya hanya merupakan hasil tangkapan sampingan dari jaring ingsang yang ditujukan untuk menangkap udang. Meskipun ikan sembilang tidak memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi dibanding udang dan kepiting namun banyak masyarakat pesisir menyukai ikan sembilang tersebut selain itu masih bisa di konsumsi sendiri ataupun dijual.

Udang jerbung ialah salah satu sumber daya perikanan yang sangat penting untuk masyarakat di kabupaten sorong selatan khususnya Distrik Teminabuan karena keberadaanya yang relatif berlimpah, hal ini terlihat ketika peneliti ke lapangan, udang terlihat melompat lompat diatas air. Eksistensi populasi udang jerbung di perairan distrik teminabuan didukung oleh ekosistem hutan bakau yang luas kemudian menyediakan tempat hidup yang baik bagi berbagai organisme laut. Nelayan di Distrik Teminabuan mayoritas memanfaatkan udang sebagai sumber penghasilan. Nelayan yang menangkap udang menggunakan jaring serta kapal motor tempel ataupun sampan. Akses terhadap area penangkapan udang yang mudah serta jarak yang dekat dari kawasan tinggal penduduk Distrik Teminabuan bisa menimbulkan kegiatan

penangkapan udang yang terus meningkat. Selain itu, nilai jual udang yang relatif tinggi pada pasar lokal dan regional akan terus mendorong eksploitasi yang terus menerus serta mengakibatkan tekanan akan sumber daya. Sekiranya pemanfaatan tersebut tidak dikendalikan, akan mengakibatkan ancaman atas keberlanjutan sumber daya maupun ekosistem (Diah *et al.*, 2018).

Masyarakat pesisir juga biasanya mengambil buah yang ada dalam hutan mangrove, masyarakat pesisir biasanya menyebut sebagai buah love-love atau anggur hutan, meskipun rasanya asam tapi masih disukai oleh anak-anak hingga orang dewasa.

Pemanfaatan HHBK yang dilaksanakan masyarakat pesisir tidak merusak lingkungan baik dari segi flora maupun faunanya, mereka hanya mengambil secukupnya dan tidak boleh sembarangan meneban pohon karena akan mendapat denda adat. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari wawancara masyarakat pesisir, mereka membuat kebun di area mangrove yang memiliki gundukan tanah yang tinggi yang status lahannya dimiliki oleh suku asli tehit Distrik Teminabuan yang tidak memberikan uang sewa karena memiliki hubungan kekerabatan namun dengan syarat harus tetap menjaga lingkungan tersebut, pembuatan kebun tersebut dilakukan tanpa meneban pohon hanya membersihkan area sekitarnya, sehingga tidak akan menyebabkan hilangnya fungsi-fungsi hutan serta nilai jasa dari hutan yang ada. Puspitodjati, (2011) menjelaskan bahwa hutan bukan kayu memberikan kegunaan kepada masyarakat, terkhusus masyarakat lokal maupun sekitar hutan.

Hutan mangrove ialah salah satu penyokong kehidupan ekosistem di area pesisir. Mangrove secara biologis memiliki fungsi sebagai penyedia nutrisi serta tempat pemijahan ikan, udang, maupun fauna lainnya (Mulyatun, 2019). Hutan mangrove secara ekologis dapat berfungsi sebagai penahan abrasi pantai, menjaga amukan angin topan maupun tsunami, penyerapan limbah, penyerapan

CO₂ serta penghasil oksigen (Siregar *et al.*, 2023). Sedangkan secara ekonomis hutan mangrove menjadi daya tarik wisatawan karena keindahan maupun keunikan yang pastinya membawa wisatawan agar berkunjung kemudian akan menambah pendapatan bagi masyarakat (Baksir *et al.*, 2018). Distrik Teminabuan juga memiliki tempat wisata mangrove namun karena tidak terpeliharanya area wisata tersebut sehingga jembatan yang berukuran kurang lebih 500 m roboh yang tersisa hanya 20 m masih berdiri kukuh, dari lokasi penelitian dapat dilihat puing-puing jembatan yang masih berserakan. Hal ini terjadi karena masih kurangnya dukungan pemerintah pada bagian kebijakan maupun pembinaan, tempat wisata mangrove yang bertempat di Siribau masih belum menerima komitmen dari pemerintah setempat terkait kebijakan yang mendukung untuk menjadi destinasi wisata yang baik. Padahal wisata mangrove tersebut sangat berpotensi untuk menambah penghasilan masyarakat maupun pendapatan asli daerah, seperti yang dijelaskan oleh FaldeObalade & Dubey, (2014) bahwa pariwisata mempunyai kontribusi ekonomi bagi negara berupa pendapatan suatu negara, pertumbuhan ekonomi, neraca pembayaran maupun devisa serta masyarakat lokal berupa usaha kecil menengah, pengentasan kemiskinan, peningkatan status desa (Rahmanita *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa identifikasi dan pemanfaatan HHBK terhadap kehidupan masyarakat pesisir distrik teminabuan kabupaten sorong selatan terdiri atas 2 jenis yakni flora antara lain daun bakau, pedada, nipah, kelapa dan rotan sedangkan hasil ikutan lain mangrove dalam bentuk fauna antara lain lebah madu, kepiting, kerang, semut, ikan sembilang, dan udang. Kedua jenis pemanfaatan tersebut

sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat pesisir, pemanfaatan ekosistem mangrove oleh masyarakat pesisir setempat antara lain sebagai sumber pangan, tumbuhannya juga sebagai bahan obat tradisional, keindahan alam ekosistem mangrove dijadikan objek wisata alam. Pengelolaan hutan bakau yang hati-hati sangat penting tidak hanya untuk memastikan bahwa masyarakat terus memanfaatkan hutan seperti yang dipahami saat ini, namun juga memastikan bahwa manfaat tersebut dapat diwujudkan pada masa depan. Selain itu pemanfaatan lahan di area mangrove untuk pembuatan kebun harus tetap dijaga aturan adatnya sehingga pohon disekitar kebun tetap terjaga

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan jurnal ini dengan lancar. Penulisan jurnal ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia sebagai pemberi pendanaan tahun 2024 yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian dan penulisan naskah. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan jurnal ini, oleh sebab itu diharapkan kritik maupun saran yang membangun untuk penyempurnaan jurnal ini di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Akamaking, D. I. H., Paulus, C. A., & Ayubi, A. Al. (2022). Karakteristik Parameter Fisika Kimia Perairan

- pada Kawasan Ekowisata Mangrove di Wilayah Pesisir Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 3 (2), 41-48.
- Alca, V.S., & Suhirsan, M. (2023). Uji tingkat kesukaan konsumen terhadap sirup mangrove spesies rhizophora (*Rhizophora apiculata*) dengan metode perebusan. *Jurnal Silva samalas: Journal of Forestry and Plant Science*, 6 (2), 31-36.
- Arbiastutie, Y., Diba, F., & Masriani. (2021). Ethnobotanical and ecological studies of medicinal plants in a mangrove forest in Mempawah District, West Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 22 (6), 3164-3170.
- Asri, Z., Syafruddin, N., & Nursyirwani. (2017). Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Benih Kerang Mangrove Polymesoda expansa di Perairan Pantai Dumai Propinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 4 (2), 1-12.
- Baksir, A., Mutmainnah, N. Akbar dan F. Ismail. (2018). Penilaian Kondisi Menggunakan Metode Hemispherical Photography pada Ekosistem Mangrove di Pesisir Desa Minaluli Kecamatan Mangoli Utara Kabupaten Kepulauan Sula Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(2): 69-80.
- Darling, S.A. (2023). Manfaat hutan mangrove dalam kehidupan masyarakat di kelurahan guraping kecamatan oba kabupaten tidore kepulauan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9 (5), 16-124.
- Destiana, Siva, D.A., & Siti, P.L. (2023). Pemanfaatan daun jeruju (*Acanthus ilicifolius*) sebagai kerupuk renyah kaya manfaat untuk meningkatkan perekonomian lokal. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 7(1), 886-896.
- Diah, A. P., Razak, A., Fahrizal, A., & Irwanto. (2018). Status Pengelolaan Perikanan dengan Pendekatan Ekosistem (P3E) pada Domain Sumberdaya Ikan untuk Komoditas Udang di Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua. *Jurnal Airaha*, 7 (2). 047-059.
- Dirgantara, S., Dewi K., Raya, N. J., & Simanjuntak, T. L. (2015). Studi Botani dan Fitokimia Tiga Spesies Tanaman Sarang Semut Asal Kabupaten Merauke Provinsi Papua. *Jurnal Farmasi Sains dan Terapan*, 2 (2), 20-23.
- Efriani, L., Ismanurrahman, H., Ade, I., Mariam, U., & Teguh, A.P. (2023). Uji aktivitas inhibisi enzim α -Glukosidase terhadap ekstrak aseton, etanol, dan metanol daun mangrove (*Rhizopora mucronata*) sebagai antidiabetes. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8 (4), 1371-1378.
- FaladeObalade, T. A., & Dubey, S. (2014). Managing Tourism as a Source of Revenue and Foreign Direct Investment Inflow in a Developing Country: The Jordanian Experience. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 3(3): 16-42.
- Fitriani., Ivana, R.N., & Rina, H. (2022). Study phenomenological of covid-19 herbal treatment in the tehiti tribe, teminabuan district, sorong selatan district, west papua with a transcultural nursing approach. *Jurnal Kesehatan Pasak Bumi Kalimantan, JKPBK*, 5 (2), 193-200.
- Gumilar, A., Defri, Y., & Evi, S. (2022). Identifikasi potensi dan pemanfaatan hbbk di taman hutan raya (tahura) sultan syarif hasyim kecamatan minas provinsi riau. *JIIK: Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan*, 6 (1), 31-41.
- Gunawan, A., Sri Haryati, & Sudjatinah. (2019). Karakteristik Kerupuk Dari Rasio Ikan Sembilang (*Parapiotopus aibilabris*) Dan

- Tepung Tapioka. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Semarang. Semarang.
- H.B. Sutopo. (2002). *Pengantar penelitian kualitatif*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Press.
- Hashimoto, Y., Yusro, F., Mariani, Y., Diba, F., & Ohtani, K. (2019). Ethnopharmacological Study on Traditional Knowledge of Medicinal Plant Used from Secondary Forest in Community at Sekabuk Village, Mempawah District, West Kalimantan, Indonesia. *Wood Research Journal*, 10 (2), 61-70.
- Hidajat, N. N., Mulyadi, D., Tandjung, F. A., & Sulaeman, A. (2018). Potensi Fraksinasi Sarang Semut Papua (*Myrmecodia pendans*) pada Penurunan TNF- α dan Perbaikan Secara Histopatologi Kartilago Osteoarthritis Lutut Kelinci. *Majalah Kedokteran Bandung*, 50 (3), 181–187.
- Inta, A., Trisonthi, P., & Trisonthi, C. (2013). Analysis of traditional knowledge in medicinal plants used by Yuan in Thailand. *Journal of Ethnopharmacology*, 149, 344-351.
- Januminro, C.F.M. (2000). *Rotan Indonesia*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kasnadiya., Subhan., & Gina, E. (2023). Identifikasi hasil hutan bukan kayu pada ekosistem mangrove dalam kawasan kesatuan pengelolaan hutan wilayah iii aceh (studi kasus: kabupaten aceh tamiang). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8 (2), 2615-2878.
- Kesaulija, R., Harsono, Y., & Rijoly, S. (2020). Pemanfaatan Sarang Semut (*Myrmecodia* sp.) Asal Sasnek – Wendi Kabupaten Sorong Selatan sebagai Teh Sarang Semut. *Igya Ser Hanjop: Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 2(1), 25–33.
- Mbihgo, S. (2019). Biodiversitas Kepiting Bakau (*Scylla* Spp) pada Ekosistem Mangrove di Pulau Lombok. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Mataram.
- Melianus, Y., Mudjirahayu., Thomas, F.P., & Roni, B. (2008). Struktur komunitas dan penyebaran mangrove serta upaya pengelolaannya oleh masyarakat distrik teminabuan, kabupaten sorong selatan. *Dalam Prosiding Konferensi Nasional VI Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan tanggal 26 – 29 Agustus 2008 di Manado*, 305 – 319. Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia.
- Mukti, R.C., Arsi., & AD, Pangawikan. (2020). Pkm Pemanfaatan Buah Nipah di Desa Teluk Betung, Kecamatan Pulau Rimau, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Qardhul Hasan*, 6(1), 8–15.
- Mulyatun, M. (2019). Pemberdayaan masyarakat pesisir berbasis potensi lokal; alternatif ketahanan pangan berupa tepung magrove. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama Untuk Pemberdayaan*, 18 (2), 211.
- Muthmainnah., & Sribianti, I. (2016). Nilai Manfaat Ekonomi Tanaman Nipah (*Nypa Fruticans*) Desa Lakkang Kecamatan Tallo Kota Makassar. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(2), 140-144.
- Nugraha, RT. (2011). *Seri Buku Informasi dan Potensi Mangrove*. Banyuwangi: Taman Nasional Alas purwo.
- Pattiwael, M., Lanny, W., & Yulistiani, K. (2021). Pemanfaatan tumbuhan sarang semut (*myrmecodia pendens*) sebagai obat tradisional oleh masyarakat kampung wailen distrik salawati tengah kabupaten raja ampat. *Median*, 13 (3), 131-137.
- Poedjirahajoe, E., Widyorini, R., & Mahayani, N. P. D. (2011). Kajian Ekosistem Mangrove Hasil Rehabilitasi pada Berbagai Tahun Tanam untuk Estimasi Kandungan Ekstrak Tanin di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 5 (2), 99–107.

- Puspitodjati, T. (2011). Persoalan definisi hutan dan hasil hutan dalam hubungannya dengan pengembangan HHBK melalui hutan tanaman. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 8 (3), 210-227.
- Putri, IK., & Hartuti, P. (2019). Pemanfaatan mangrove untuk pemberdayaan masyarakat pesisir. *Conference on Public Administration and Society*, 1(1), 71-78.
- Rahmanita, M., Asmaniaty, F., & Dewi, T.R. (2020). Profiling Local Business Enterprises and Direct Effect of Tourism in Villages of Muntei, Madobag and Matotonan, South Siberut, Mentawai, Indonesia. (*TRJ*) *Tourism Research Journal*, 4 (2), 199-213.
- Safniyeti. (2017). Distribusi dan Autokologi Tumbuhan Sarang Semut di Provinsi Bengkulu. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sala, R., Roni, B., Thomas, F.P., Ferawati, R., Samuel, K., Sampari, S., & Mudjirahayu. (2021). *Sumber daya perikanan laut perairan sorong selatan pemanfaatan dan pengelolaan berkelanjutan*. Sleman: Deepublish Publisher.
- Santoso, N., Nurcahya, B., Siregar, A., & Farida, d. I. (2005). *Resep Makanan Berbahan Baku Mangrove dan Pemanfaatan Nipah*. Bogor: LPP Mangrove.
- Silalahi, M., Supriatna, J., Walujo, E.B., & Nisyawati. (2015). Local knowledge of medicinal plants in sub-ethnic Batak Simalungun of North Sumatra, Indonesia. *Journal Biodiversitas*, 16 (1), 44-54.
- Siregar, Z. H., Mawardi, M., Puspita, R., Fazri, M., Refiza, R., & Irwansyah, M. (2023). Pemanfaatan Air Hujan dan Minyak Jelantah sebagai kepedulian lingkungan di Ikatan Keluarga Besar Istri (IKBI) PTPN-III Desa Sei Mangkei. *Jurnal Derma Pengabdian Dosen Perguruan Tinggi (Jurnal DEPUTI)*, 3 (2), 219-225.
- Sisillia, L., Efremila., & Wardenaar, E. (2015). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat oleh Etnis Suku Dayak di Desa Kayu Tanam Kecamatan Mandor Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*, 3 (2), 234 -246.
- Supriyanti., Indriyanto., & Afif, B. (2014). Inventarisasi Jenis Tumbuhan Obat di Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Lampung Timur. *Jurnal Kehutanan Universitas Lampung*, 2, 67-76.
- Soedjono, B.S.C., & Srinuryani, E. (2008). *Kerajinan Rotan*. Bandung: Angkasa.
- Tamsil, A., Uhsan., Hasnidar., Andi, A., & Muhammad, A.U. (2023). Komposisi jenis hasil tangkapan, pola pertumbuhan dan tingkat eksploitasi kepiting bakau di kawasan mangrove, kabupaten pasangkayu, provinsi sulawesi barat. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 15 (2), 98-108.
- Tian, A., Abdurasyid, T., & Suparman. (2023). Uji kandungan senyawa dan organoleptik buah mangrove untuk dijadikan sirup dan minuman serbuk mangrove. *Jurnal Bioedukasi*, 6 (1), 205-214.
- Tugume, P., Kakudidi, E.K., Buyinza, M., Namaalwa, J., Kamatenesi, M., Mucunguzi, P., & Kalema, J. (2016). Ethnobotanical survey of medicinal plant species used by communities around Mabira Central Forest Reserve, Uganda. *Journal Ethnobiology Ethnomedical*, 17 (1), 1-28.
- Upirety, Y., Asselin, H., Dhakal, A., & Julien, N. (2012). Traditional use of medicinal plants in the boreal forest of Canada: review and perspectives. *Journal Ethnobiology Ethnomedical*, 8 (1), 1-14.

- Wahyudi. (2013). *Buku Pegangan Hasil hutan Bukan Kayu*. Pohon Cahaya: Yogyakarta.
- Zakinah, A.A., Deddy, W., & Wendy, A.T. (2019). Bioaktivitas antibakteri dari ekstrak daun mangrove avicennia SP. *Jurnal Kelautan*, 12 (1), 12-22.
- Zulkifli, P., Djuhria, W., & Bertie, E.K. (2017). Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan buah mangrove sonneratia alba di desa nunuk kecamatan pinolosian kabupaten bolaang mongondow selatan sulawesi utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 5(3), 96-102.

Keberadaan Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) Sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Bone Gorontalo

The Presence of Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) as Bioindicators
of Pollution in The Bone River, Gorontalo

Miftahul Khair Kadim¹, Nuralim Pasingi^{1*}, Ade Irma Polamolo¹, dan Siti
Adel Maharani¹

¹Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Kelautan dan Teknologi Perikanan,
Universitas Negeri Gorontalo. Jalan Jenderal Sudirman No. 6. Kota Gorontalo. 96128, Gorontalo,
Indonesia

*Korespondensi: nuralim@ung.ac.id

Disubmit: 01 June 2024, Direvisi: 23 Desember 2024, Diterima: 20 Mei 2024

ABSTRAK

Sungai merupakan ekosistem akuatik vital dalam siklus hidrologi dan berfungsi sebagai daerah penyerapan air untuk lingkungannya. Kondisi sungai dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik dan karakteristik lingkungan di sekitarnya. Sungai Bone, sebagai salah satu pusat aktivitas masyarakat di Gorontalo, rentan terhadap pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas perairan Sungai Bone dengan menggunakan *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera* (EPT) sebagai bioindikator. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2021 di delapan stasiun pengamatan terpilih yang mewakili hulu hingga hilir Sungai Bone. Penilaian kualitas perairan dianalisis secara kuantitatif dengan melihat parameter keberagaman biotilik melalui perhitungan keragaman dan persentase kelimpahan EPT serta perhitungan keragaman famili makrozoobentos secara keseluruhan didukung dengan parameter fisika kimia air. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 16 famili EPT di sepanjang Sungai Bone dengan total pengamatan 1438 individu. Keragaman famili EPT yang ditemukan di 8 stasiun sebanyak 16 taksa yang mewakili Ephemeroptera (7 taksa) dan Trichoptera (9 taksa) dan tanpa kehadiran Plecoptera. Hasil pemeriksaan Biotilik menunjukkan bahwa kualitas perairan Sungai Bone mendapatkan skor 2,28. Hal ini menunjukkan bahwa Sungai Bone telah mengalami pencemaran, didukung dengan konsentrasi BOD dan COD di beberapa stasiun pengamatan yang telah melewati baku mutu dan tidak ditemukannya makrozoobentos (Plecoptera) yang bersifat sensitif terhadap pencemaran.

Kata kunci: Bioindikator, Biotilik, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Sungai

ABSTRACT

Rivers play a crucial role as aquatic ecosystems within the hydrological cycle, serving as vital areas for environmental water absorption. Their conditions are intricately shaped by both human activities and the inherent characteristics of their surrounding environments. Among these rivers, the Bone River stands as a pivotal hub of community life in Gorontalo, yet it faces significant vulnerability to pollution. This research endeavors to assess the water quality of the Bone River utilizing Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera (EPT) as bioindicators. Conducted between March and April 2021, the study spanned eight carefully selected observation stations, covering the river's course from upstream to downstream. The evaluation of water quality is undertaken through a

quantitative analysis of biotile diversity parameters, encompassing calculations of EPT diversity, percentage abundance, and the overall diversity of macrozoobenthos families. From the research findings, it was revealed that the Bone River hosts 16 EPT families, comprising a total of 1438 individual observations. Across the eight stations, the diversity of the EPT family encompassed 16 taxa, inclusive of 7 Ephemeroptera and 9 Trichoptera taxa, with Plecoptera notably absent. Notably, the results of the Biotilik examination yielded a score of 2.28 for the water quality of the Bone River. This score indicates a pollution burden on the river, as evidenced by elevated Biological Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) concentrations at select observation sites, surpassing established quality standards. Furthermore, the absence of macrozoobenthos, particularly Plecoptera, which are known for their sensitivity to pollution, further underscores the compromised state of the river's water quality.

Keywords: *Bioindicator, Biotilik, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, River*

PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan komponen vital dalam ekosistem yang mendukung keberlangsungan hidup manusia dan keberagaman hayati. Ketersediaan air yang aman, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya, menjadi krusial untuk menjaga kelangsungan pemanfaatan sumber daya air, terutama dalam konteks air sungai (Rustiasih *et al.*, 2018). Sungai itu sendiri merupakan suatu ekosistem akuatik yang mempunyai peranan penting dalam daur hidrologi dan berfungsi sebagai daerah resapan air bagi daerah di sekitarnya, sehingga kondisi suatu sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan di sekitarnya (Sudaryanti *et al.*, 2021).

Sungai Bone di Provinsi Gorontalo memegang peranan penting sebagai sumber air minum, tempat mandi, irigasi, dan tujuan wisata. Melintasi wilayah Kabupaten Bone Bolango dan Kota Gorontalo, Sungai Bone memiliki panjang aliran mencapai 119,13 km (Badan Lingkungan Hidup Riset dan Teknologi Informasi (Balihristi) Provinsi Gorontalo, 2008). Sungai Bone menjadi pusat aktivitas masyarakat yang beragam, termasuk pengerukan pasir, kegiatan peternakan, lokasi pembuangan sampah, limbah domestik rumah tangga, dan destinasi wisata (Biki *et al.*, 2012). Aktivitas antropogenik yang berlangsung secara terus menerus, berpotensi

memengaruhi kualitas air sungai (Wang *et al.*, 2021), tidak terkecuali Sungai Bone.

Pencemaran dapat mempengaruhi kualitas air pada sungai (Pasingi *et al.*, 2014). Dampak dari limbah yang dihasilkan oleh aktivitas tersebut mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos (Kadim & Arfiati, 2022), termasuk kelompok insekta air Ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) yang tergolong sensitif terhadap pencemaran (Firdausi & Rijal, 2018). Komunitas makrozoobentos menunjukkan karakteristik kehidupan serta respons yang sangat responsif terhadap berbagai kontaminan, sehingga memiliki potensi besar sebagai alat pemantauan yang universal, terutama di lingkungan sungai (Sudarso, 2009; Sudaryanti, 2022). Dalam terminologi, biotilik menggambarkan sebuah pendekatan pemantauan lingkungan yang menggunakan biota sebagai indikator, sinonim dengan istilah biomonitoring. Sebagai alat penilaian pencemaran air sungai, biotilik memanfaatkan Indeks Biotilik, sebuah metode yang memperhitungkan sensitivitas berbagai famili makrozoobentos terhadap pencemaran dalam suatu perairan. Ini memberikan landasan yang terstruktur dan ilmiah untuk mengevaluasi kualitas perairan berdasarkan reaksi organisme terhadap lingkungan yang ada (Ecoton, 2013).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa taksa EPT dapat

digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem perairan diantaranya Aminah *et al.* (2017); Baptista *et al.* (2007); Larras & Usseglio-Polatera (2020); Let *et al.* (2022); Purwati (2016); Rahayu *et al.* (2015) dimana hasil penelitian melaporkan bahwa komposisi kehadiran dari ketiga taksa tersebut dalam suatu perairan mencerminkan kondisi perairan yang baik atau mengalami gangguan pencemaran. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kondisi perairan Sungai Bone menggunakan bioindikator berupa larva akuatik dari taksa EPT menjadi relevan. Metode biotilik diadopsi pada penelitian ini karena kemampuannya memberikan hasil yang akurat, mudah dilakukan, dan tidak memerlukan peralatan yang kompleks. Hasil dari pemantauan ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai gangguan lingkungan dalam ekosistem Sungai Bone.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret dan April 2021. Lokasi penelitian yakni di aliran utama Sungai Bone Provinsi Gorontalo (Gambar 1) pada 8 stasiun yang terpilih berdasarkan tata guna lahan (diutamakan daerah *riffle*) mewakili hulu hingga hilir sungai (Tabel 1). Penelitian lapangan meliputi

pengambilan sampel makrozoobentos dan parameter kualitas air.

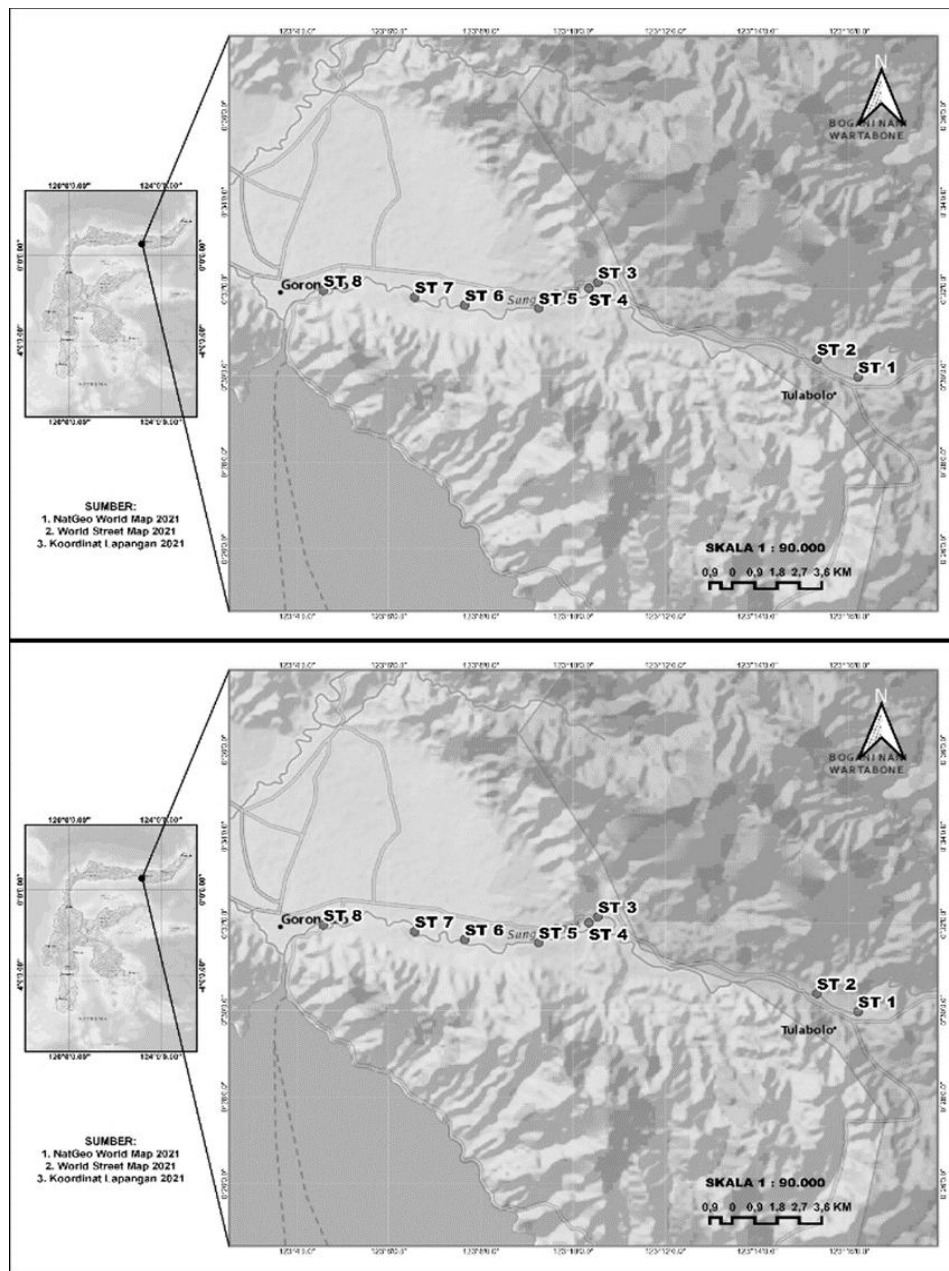
Sampel makrozoobentos diambil dengan menggunakan teknik *kicking* (Sudaryanti, 2004) pada masing-masing stasiun. Teknik *kicking* adalah metode standar untuk pengambilan sampel makrozoobentos di sungai dangkal. Proses ini melibatkan penempatan jaring pengumpul dengan mulut menghadap hulu, diikuti oleh pengadukan substrat selama 1 menit atau sejauh 10 meter menggunakan gerakan kaki. Pengadukan ini dirancang untuk melepaskan organisme bentik dari substrat karena mereka terbawa aliran air ke dalam jaring. Teknik ini efektif untuk mengumpulkan sampel yang representatif dalam studi ekologi komunitas bentik.

Sampel yang didapatkan kemudian dipisahkan dari partikel lain, misalnya sampah organik dan lumpur. Sampel disimpan dalam wadah plastik, diawetkan menggunakan alkohol 96% dan dibawa ke Laboratorium untuk keperluan identifikasi. Identifikasi sampel makrozoobentos menggunakan buku identifikasi makrozoobentos rujukan dari Hawking & Smith (1997), Quigley (1977), dan *website* identifikasi khusus makroinvertebrata yaitu macroinvertebrates.org serta mdfrc.org.au. Identifikasi dilakukan sampai pada tingkat Famili. Sampel yang telah teridentifikasi akan dipisahkan berdasarkan kategori EPT dan Non EPT.

Tabel 1. Koordinat dan deskripsi tata guna lahan stasiun pengamatan.

Lokasi	Koordinat	Tata Guna Lahan
Stasiun 1 (St1)	0°29'58.34"N 123°16'11.21"E	Permukiman, penambangan pasir
Stasiun 2 (St2)	0°29'58.34"N 123°16'11.21"E	Permukiman
Stasiun 3 (St3)	0°32'9.18"N 123°10'32.38"E	Pertanian dan Permukiman
Stasiun 4 (St4)	0°32'0.99"N 123°10'20.59"E	Bendungan, pertanian, dan permukiman.
Stasiun 5 (St5)	0°31'33.52"N 123° 9'15.12"E	Pertanian dan Penambangan pasir
Stasiun 6 (St6)	0°31'37.63"N 123° 7'38.89"E	Permukiman, Pertanian dan peternakan
Stasiun 7 (St7)	0°31'48.83"N 123° 6'33.66"E	Permukiman, pertanian dan penambangan pasir
Stasiun 8 (St8)	0°31'57.95"N 123° 4'34.61"E	Permukiman, pertanian dan

Lokasi	Koordinat	Tata Guna Lahan bekas penambangan pasir
--------	-----------	--



Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang menunjukkan 8 stasiun pengamatan di Sungai Bone

Analisis Data

Sampel makrozoobentos dianalisis secara kuantitatif melalui perhitungan persentase kelimpahan EPT Firdhausi *et al.* (2018); keragaman ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera (EPT) (Rini, 2011); serta perhitungan keragaman famili makrozoobentos secara keseluruhan.

Selanjutnya, penentuan kondisi perairan dilakukan berdasarkan pendekatan Biotilik (Ecoton, 2013; Rini, 2011) yang dimodifikasi. Biotilik merupakan salah satu metode pemantauan lingkungan menggunakan indikator Biota, khususnya makroinvertebrata berdasarkan skor penilaian parameter di suatu sungai. Penilaian kualitas air sungai dengan

Biotilik dilakukan dengan menghitung 4 parameter Biotilik (Tabel 2) dan kriteria

penilaian kualitas air sungai dengan Biotilik (Tabel 3).

Tabel 2. Rentang skor keragaman jenis famili, keragaman jenis EPT, % kelimpahan EPT, dan Indeks Biotilik

Parameter	Skor			
	4	3	2	1
Keragaman Jenis Famili	>13	10–13	7–9	<7
Keragaman Jenis EPT	>7	3–7	1–2	0
% Kelimpahan EPT	>40%	>15–40%	0–15%	0%
Indeks Biotilik	3,3–4,0	2,6–3,2	1,8–2,5	0–1,7

Tabel 3. Penilaian kualitas air sungai dengan Biotilik

Indeks Biotilik	Kategori Kualitas Air
3,1 – 4,0	Sangat Bersih, Pencemaran Sangat Ringan
2,6 – 3,0	Bersih, Pencemaran Ringan
2,1 – 2,5	Agak Bersih, Pencemaran Sedang
1,6 – 2,0	Kotor, Pencemaran Agak Berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air

Parameter kualitas air berperan penting dalam keberlangsungan hidup organisme yang ada di Sungai termasuk makrozoobentos. Nilai konsentrasi dari parameter kualitas air terukur pada penelitian ini juga dibandingkan dengan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2021.

Faktor lingkungan seperti kecepatan arus, suhu, tipe substrat, dan bahan organik mengendalikan distribusi makroinvertebrata benthik (makrozoobentos). Berdasarkan hasil pengukuran, secara keseluruhan, nilai konsentrasi suhu dan pH masih memenuhi nilai ambang batas dan masih dalam batas toleransi untuk hidup bagi makrozoobentos. Menurut Sudaryanti (2022) suhu yang dingin memperlambat pertumbuhan makrozoobentos. Suhu mempengaruhi makrozoobentos dalam

mengatur laju metabolisme dan perkembangan telur, dan beberapa kelompok dari komunitas ini mampu mentolerir suhu di 30–31°C. Selain suhu, fluktuasi pH juga berpengaruh terhadap proses metabolisme dan respirasi serta mobilitas logam berat dan konsentrasi amonia di perairan. Kisaran pH yang ideal untuk makrozoobentos yaitu 7–7,4.

Nilai kecepatan arus pada lokasi penelitian berkisar antara 0,125–0,518 m/s (Tabel 4). Menurut (Welch & Naczki, 1992) bahwa kecepatan arus terbagi menjadi 5 yaitu arus yang sangat cepat (> 1 m/s), cepat (0,5 – 1 m/s), sedang (0,25–0,5 m/s), lambat (0,1–0,25 m/s), sangat lambat (< 0,1 m/s) sehingga kecepatan arus Sungai Bone masuk dalam kategori arus lambat hingga cepat. Kecepatan arus menjadi faktor utama di ekosistem sungai yang mengontrol keberadaan dan kelimpahan suatu spesies dan struktur komunitas (Hynes, 2001).

Tabel 4. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air di Sungai Bone.

Parameter	Stasiun (St)								Nilai Ambang Batas
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Suhu (°C)	22	24	24	24	25	24	24	23	20–30°C (Effendi, 2003)
Kec. Arus (m/s)	0,13	0,31	0,22	0,40	0,50	0,34	0,52	0,30	-
pH	6,97	6,9	7,1	7,0	7,01	7,0	6,99	7,0	6–9 (PP 22/2021)
BOD (mg/l)	10,9	16,2*	11,3	14,4*	14,8*	10,9	16,2*	16,6*	12 (PP 22/2021)
COD (mg/l)	95*	95*	72	71	72	75	71	72	80 (PP 22/2021)

Substrat (skor)	2	6	3	3	4	4	4	2	Sudaryanti (1997)
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

*melebihi nilai ambang batas

Menurut Purnama *et al.* (2017) pada perairan yang berarus cepat lebih banyak ditemukan bentos dan memiliki kecepatan metabolisme yang lebih tinggi daripada perairan yang berarus lambat. Kecepatan arus dapat mempengaruhi komposisi substrat, ketersediaan makanan, oksigen dan aktivitas organisme yang ada.

Konsentrasi terukur dari BOD dan COD di beberapa stasiun tercatat telah melebihi baku mutu yang ditetapkan dimana kondisi ini dapat memperburuk perairan dan tentunya akan mengganggu keberlangsungan hidup makrozoobentos. Menurut Verma & Singh (2013), sungai yang mengalami tingkat polusi sedang biasanya memiliki nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) berkisar antara 2 hingga 8 mg/l. Dalam konteks evaluasi pencemaran, sebuah sungai dikategorikan sebagai tercemar secara signifikan apabila nilai BOD-nya melebihi ambang batas 8 mg/l. Naillah *et al.* (2021) nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l dan harus lebih besar dari 4 mg/l. Tingginya nilai kedua parameter tersebut diperkirakan sebagai akibat dari aktivitas antropogenik di lokasi-lokasi tersebut dan kondisi ini

menunjukkan ketersediaan bahan organik sebagai makanan makrozoobentos sedikit dan mempengaruhi struktur penyusun komunitasnya serta berdampak pada hilangnya organisme yang sensitif terhadap pencemaran.

Keanekaragaman Famili EPT di Sungai Bone

Berdasarkan hasil pengambilan sampel di lapangan jumlah famili makrozoobentos yang ditemukan diperairan Sungai Bone adalah 35 famili (dihitung sebagai nilai keragaman jenis famili), 16 famili diantaranya termasuk dalam kategori EPT (dihitung sebagai keragaman jenis EPT) dan sisanya masuk dalam kategori Non-EPT. Ordo Ephemeroptera tersusun atas 7 famili dan Trichoptera 9 famili, sementara untuk Ordo Plecoptera tidak ditemukan di semua stasiun pengamatan (Tabel 5).

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah individu yang diperoleh sebanyak 1438 dari total keseluruhan famili Stasiun 8 memiliki jumlah individu yang tertinggi yakni 434 individu.

Tabel 5. Jenis dan jumlah taksa EPT yang ditemukan

Ordo	Famili	Stasiun							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1	14	1	2	5	2	14	1
	Baetidae (Baetis)	13	6	7	19	17	0	97	255
	Baetidae (Bungona)	0	0	0	10	8	45	12	2
	Caenidae	0	0	4	2	3	8	1	5
	Prosopistomatidae	45	4	5	7	0	19	0	17
	Platybaetis	13	55	0	14	31	3	46	9
	Heptageniidae (Ecdyonuridae)	27	5	1	7	0	4	1	2
Plecoptera		Tidak ditemukan							
Trichoptera	Hydrobiosidae	3	0	0	1	0	1	0	0
	Hydropsychidae	37	16	24	80	26	46	30	29
	Glossosomatidae	4	1	0	7	0	3	0	3
	Hydroptiliidae (Hydroptila)	0	0	0	0	0	20	2	1
	Hydroptiliidae (Oxyethira)	0	2	0	1	4	51	0	11
	Sericostomatidae	0	0	0	0	1	37	0	30
	Philopotamidae	0	0	0	1	0	0	1	0
	Odontoceridae	0	0	0	0	5	0	0	0
	Ecnomidae	3	0	1	3	0	15	0	69
Total famili		9	8	7	13	9	13	9	13
Total individu		146	103	43	154	100	254	204	434
Total keseluruhan		1438							

Stasiun ini tersusun atas Leptophlebiidae, Baetidae, Caenidae, Prosopistomatidae, Platybaetis, Heptageniidae, Hydropsychidae, Glososomatidae, Hydroptila, Oxyethira, Sericostomatidae. Stasiun ini didominasi oleh Baetidae. Menurut Welch & Naczk (1992), Baetidae dapat hidup di hampir semua substrat dan memiliki kebiasaan melayang, sehingga sangat mungkin untuk menemukannya secara melimpah. Baetidae dapat ditemukan di sungai besar maupun sungai kecil dengan substrat pasir atau berbatu (Sudaryanti *et al.*, 2001; Tantalus *et al.*, 2017). Beberapa spesies dari Baetidae masih umum dapat ditemui di sungai yang tercemar (Marpaung *et al.*, 2014).

Famili Leptophlebiidae dan Hydropsychidae menjadi famili yang ditemukan di semua stasiun. Hydropsychidae merupakan famili yang termasuk dalam ordo Trichoptera yang banyak dijumpai di sungai yang memiliki arus deras dengan kandungan oksigen yang tinggi dan dapat hidup di sungai yang berbatu dimana semua stasiun pengamatan memiliki substrat yang berbatu (Hart *et al.*, 2001). Leptophlebiidae merupakan famili yang termasuk dalam Ordo Ephemeroptera yang hidup di bebatuan atau batang kayu yang jatuh ke perairan sungai (Hawking & Smith, 1997).

Plecoptera ini merupakan ordo yang paling sensitif terhadap pencemaran (Simamora *et al.*, 2012) dan pada

penelitian ini Plecoptera menjadi ordo dari kelompok EPT yang tidak ditemukan sama sekali di semua stasiun. Pergerakan Plecoptera yang terbatas menyebabkan anggota dari ordo ini tidak dapat menghindari dari paparan polutan dan kerusakan lingkungan akibat aktivitas manusia (Aisah *et al.*, 2017). Di sepanjang Sungai Bone terdapat aktivitas antropogenik yang berpotensi menimbulkan pencemaran seperti pertanian, limbah domestik rumah tangga, penambangan pasir dan batu.

Kualitas Air Sungai Bone Berdasarkan Pendekatan Biotilik

Biotilik menggunakan toleransi atau indeks tingkat sensitivitas jenis makrozoobentos yang terdapat pada perairan dalam bentuk skor (Ecoton, 2013). Menurut Syuhada, *et al.* (2016) bahwa indeks tingkat sensitivitas merupakan nilai bentuk skor yang dibuat atas dasar tingkat sensitivitas organisme terhadap pencemaran. Nilai indeks dari stasiun dapat diketahui dengan menghitung skor dari semua kelompok hewan dalam sampel. Pendekatan ini kemudian digunakan dalam menganalisis kondisi kualitas perairan Sungai Bone yang hasil pemeriksaan biotiliknya dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan rentang skor keragaman jenis famili, keragaman jenis EPT, %kelimpahan EPT serta Indeks Biotilik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Pemeriksaan Biotilik di Sungai Bone

No.	Nama Famili	Skor Biotilik (ti)	Jumlah Individu (ni)	ti x ni
EPT				
1	Leptophlebiidae	3	40	120
2	Baetidae (Baetis)	3	414	1242
3	Baetidae (Bungona)	3	77	231
4	Caenidae	2	23	46
5	Prosopistomatidae	4	97	388
6	Platybaetis	3	171	513
7	Heptageniidae	4	47	188
8	Hydrobiosidae	0	5	0
9	Hydropsychidae	3	288	864
10	Glososomatidae	0	18	0
11	Hydroptiliidae (Hydroptila)	0	23	0
12	Hydroptiliidae (Oxyethira)	0	69	0
13	Sericostomatidae	0	68	0
14	Philopotamidae	4	2	8
15	Ecnomidae	0	5	0

16	<i>Odontocoridae</i>	0	91	0
		Sub Total	1438	3600
Non-EPT		Sub Total	1708	3601
	Total		N= 3146	X= 7201
	Indeks Biotilik X/N			2,28

Tabel 6. Rentang skor keragaman jenis famili, keragaman jenis EPT, %kelimpahan EPT dan Pendekatan Biotilik

Parameter	Nilai	Skor Penilaian
Keragaman Famili	35 taxa	4 (Sangat baik)
Keragaman Famili EPT	16 taxa	4 (Sangat baik)
% Kelimpahan EPT	45,7%	4 (Sangat baik)
Indeks Biotilik	2,28	2 (Sedang)

Keragaman jenis dan persentase kelimpahan EPT pada penelitian ini masih termasuk dalam kategori sangat baik karena memiliki jumlah famili (16 taxa) dan total individu yang banyak (45,7%). Kehadiran EPT bergantung pada ketersediaan makanan dari vegetasi yang ada di sepanjang sungai. Keragaman dari jenis EPT ini dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam ekosistem perairan seperti suhu air, kecepatan arus, substrat, persentase naungan dan *input* bahan organik (Kadim, 2012; Tantalus *et al.*, 2017; Sudaryanti, 2022). Ordo EPT merupakan kelompok yang sensitif terhadap pencemaran (Sudarso, 2009). Semakin tinggi persentase kelimpahan EPT maka semakin baik kualitas perairan sungai (Nugroho, 2006).

Berdasarkan hasil perhitungan Biotilik diperoleh nilai 2,28 yang mana nilai ini menunjukkan bahwa perairan Sungai Bone masuk dalam kategori agak bersih, dengan tingkat pencemaran sedang (lihat rujukan pada Tabel 2). Faktor tidak ditemukannya ordo Plecoptera yang masuk dalam kategori intoleran menjadikan sungai ini secara umum telah masuk kategori tercemar. Trisnaini *et al.* (2018) menyatakan bahwa semakin beragam jenis organisme yang didapatkan menandakan semakin rendah tingkat pencemaran dan semakin sedikit keragaman organisme yang didapat menandakan bahwa sungai tercemar berat. Ordo Plecoptera tidak ditemukan disemua stasiun, diduga hal ini menjadi salah satu indikasi yang menguatkan mengapa Sungai Bone masuk kategori tercemar sedang. Selain itu, hadirnya

organisme yang toleran atau tahan terhadap pencemaran yakni Ceratopogonidae, Chironomidae, Elmidae, dan Empididae dapat mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah mengalami pencemaran.

Adanya aktivitas penambangan pasir dan batu di beberapa stasiun di Sungai Bone diduga ikut mengakibatkan perubahan kondisi habitat daerah sempadan kiri dan kanan sungai. Pembangunan brojong atau konstruksi pasangan batu dapat mengakibatkan habitat organisme perairan terganggu. Serta adanya ancaman limbah domestik dari pemukiman dan ternak dan juga adanya bendungan atau pintu air yang ada di sungai tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap hidraulik sungai. Aktivitas masyarakat memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah memiliki pengaruh terhadap lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan faktor lingkungan sehingga berdampak buruk bagi kehidupan organisme air.

KESIMPULAN

Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) yang ditemukan di Sungai Bone tersusun atas 16 famili dengan jumlah total individu sebanyak 1438 tanpa kehadiran Plecoptera. Leptophlebiidae (Ephemeroptera) dan Hydropsychidae (Trichoptera) ditemukan terdistribusi secara luas dari hulu hingga hilir Sungai Bone. Stasiun 8 menjadi lokasi pengamatan dengan jumlah individu tertinggi (434 individu)

semantara Baetidae menjadi taxa dengan jumlah individu tertinggi yang ditemukan (491 individu). Berdasarkan perhitungan, Sungai Bone mendapatkan skor Biotilik sebesar 2,28 yang artinya kualitas perairan Sungai Bone pada periode penelitian tergolong dalam kategori agak bersih pencemaran sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian atau donatur. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, S., Sulistiyowati, E., & Eko Saputro, D. (2017). Biomonitoring Anggota Ordo Plecoptera sebagai Indikator Kualitas Ekosistem Hulu Sungai Gajah Wong dan Sungai Code Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*, 5(2), 29–34.
- Aminah, A., Supriyanto, Suryani, A., & Siregar, I. Z. (2017). Short Communication: Benthic macroinvertebrate diversity as biomonitoring of organic pollutions of river ecosystems in Central Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(2), 671–676. <https://doi.org/10.13057/BIODIV/D180233>
- Badan Lingkungan Hidup Riset dan Teknologi Informasi (Balihristi) Provinsi Gorontalo. (2008). *Profil Sungai Gorontalo*.
- Baptista, D. F., Buss, D. F., Egler, M., Giovanelli, A., Silveira, M. P., & Nessimian, J. L. (2007). A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. *Hydrobiologia*, 575(1), 83–94. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0286-x>
- Biki, R., Katili, A., Algamar, Bachmid, A., Alitu, H., & Naji, A. (2012). *Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Gorontalo, Badan Lingkungan Hidup, Riset dan Teknologi Informasi*.
- Ecoton. (2013). *Panduan Biotilik Untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai*. Ecoton.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius.
- Firdausi, N. F., & Rijal, M. (2018). Kajian Ekologis Sungai Arbes Ambon Maluku. *Biosel: Biology Science and Education*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.33477/bs.v7i1.388>
- Hart, B. T., Davies, P. E., Humphrey, C. L., Norris, R. N., Sudaryanti, S., & Trihadiningrum, Y. (2001). Application of the Australian river bioassessment system (AUSRIVAS) in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Journal of Environmental Management*, 62(1), 93–100. <https://doi.org/10.1006/JEMA.2001.0424>
- Hawking, J., & Smith, F. (1997). *Colour guide to invertebrates of Australian inland waters*. Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology, Murray-Darling Freshwater Research Centre.
- Hynes, H. (2001). The Ecology of Running Water. In *Liverpool University Press*. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[1026:COSDFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[1026:COSDFA]2.0.CO;2)
- Kadim, M. K. (2012). *Ekologi Komunitas Makrozoobentos Sungai Umbulrejo di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang*. Universitas Brawijaya.
- Kadim, M. K., & Arfiati, D. (2022). Effects of Pollutants on Physiological of River Macroinvertebrates: A Review. *EnviroScientiae*, 18(1), 65–76. <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12980>
- Larras, F., & Usseglio-Polatera, P. (2020). Heterogeneity in macroinvertebrate sampling strategy introduces variability in community characterization and stream trait-based biomonitoring: Influence of sampling effort and habitat selection

- criteria. *Ecological Indicators*, 119, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106758>
- Let, M., Černý, J., Nováková, P., Ložek, F., & Bláha, M. (2022). Effects of Trace Metals and Municipal Wastewater on the Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera of a Stream Community. *Biology*, 11(5).
<https://doi.org/10.3390/BIOLOGY11050648>
- Marpaung, A. A. F. N., Yasir, I., & Ukkas, M. (2014). The diversity of macrozoobenthos in the ecosystem of silvofishery mangrove and natural mangrove in the Boe Coast Ecotourism Area, Takalar District, South Sulawesi. *Bonorowo Wetlands*, 4(1), 1–11.
<https://doi.org/10.13057/bonorowo/w040101>
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., & Heriyani, F. (2021). Literature Review: Analisis Kualitas Air Sungai dengan Tinjauan Parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO terhadap Coliform. *Homeostasis*, 4(2), 487–494.
<https://doi.org/10.20527/ht.v4i2.404>
- Nugroho, A. (2006). *Bioindikator kualitas air*. Universitas Trisakti.
- Pasingi, N., TM Pratiwi, N., & Krisanti, M. (2014). Kualitas perairan Sungai Cileungsi bagian hulu berdasarkan kondisi fisik-kimia. *Depik*, 3(1), 56–64.
<https://doi.org/10.13170/depik.3.1.1376>
- Peraturan Pemerintah (PP) Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup , Pub. L. No. 22 (2021).
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Purnama, I. M., Abidin, Z., & Junaedi, E. (2017). Keanekaragaman Makrozoobentos di Perairan Gunung Ciremai Jalur Pendakian Palutungan. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 9(1), 1–10.
- Purwati, S. U. (2016). Karakteristik Bioindikator Cisadane : Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisadane. *Ecolab*, 9(2), 47–59.
<https://dx.doi.org/10.20886/jklh.2015.9.2.47-59>
- Quigley, M. (1977). *Invertebrates of streams and rivers : a key to identification*. Edward Arnold.
- Rahayu, D. M., Pratama Yoga, G., Effendi, H., & Wardiatno, Y. (2015). The Use of Macrozoobenthos as Indicator of Up-Stream Segment of Cisadane River, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 20(1), 1–8.
- Rini, D. S. (2011). Panduan Penilaian Kesehatan Sungai melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan BIOTILIK. In *ecoton*. ecoton.
- Rustiasih, E., Arthana, I. W., & Sari, A. H. W. (2018). Keanekaragaman dan Kelimpahan Makroinvertebrata Sebagai Biomonitoring Kualitas Perairan Tukad Badung, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 16–23.
<https://doi.org/10.24843/CTAS.2018.v01.i01.p03>
- Simamora, R. L., Achmad, A., & Yasir, I. (2012). *Kualitas Air Sungai Bone (Gorontalo) Berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata*. Pasca Sarjana Universitas Hassanuddin Makassar.
- Sudarso, Y. (2009). Potensi Larva Trichoptera sebagai Bioindikator Akuatik. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 35(2), 201–215.
- Sudaryanti, S. (1997). Bioassessment of the Brantas river.
- Sudaryanti, S. (2004). *Petunjuk Teknik Bioassesment. Pengambilan Contoh Makroinvertebrata dengan Jala Tangan*. Universitas Brawijaya.
- Sudaryanti, S. (2022). *Makroinvertebrata Bentik Untuk Bioassessment Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS)*. UB Media.
- Sudaryanti, S., Soemarno, Marsoedi, & Yanuwidi, B. (2021). Perencanaan Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai: Landasan Berfikir Ekosistem Akuatik Berkelanjutan. *The Indonesian Green Technology*

- Journal*, 10(2), 28–38.
<https://doi.org/10.21776/ub.igtj.2021.009.01.01>
- Sudaryanti, S., Trihadiningrum, Y., Hart, B. T., Davies, P. E., Humphrey, C., Norris, R., Simpson, J., & Thurtell, L. (2001). Assessment of the biological health of the Brantas River, East Java, Indonesia using the Australian River Assessment System (AUSRIVAS) methodology. *Aquatic Ecology*, 35(2), 135–146.
<https://doi.org/10.1023/A:1011458520966>
- Syuhada, N. I., & Fauziah, Y. (2016). Analisis Kualitas Perairan Sungai Subayang Berdasarkan Indeks Biotilik sebagai Pengayaan Modul Mata Kuliah Ekologi Perairan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*, 3(2), 1–13.
- Tantalu, L., Sudaryanti, S., & Mulyanto, M. (2017). Ordinasi Sungai Biru Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Berdasarkan Makrozoobenthos. *BUANA SAINS*, 17(1), 1–8.
<https://doi.org/10.33366/bs.v17i1.572>
- Trisnaini, I., Kumala Sari, T. N., & Utama, F. (2018). Identifikasi Habitat Fisik Sungai dan Keberagaman Biotilik Sebagai Indikator Pencemaran Air Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(1), 1–8.
<https://doi.org/10.14710/jkli.17.1.1-8>
- Verma, N., & Singh, A. K. (2013). Development of Biological Oxygen Demand Biosensor for Monitoring the Fermentation Industry Effluent. *ISRN Biotechnology*, 2013, 1–6.
<https://doi.org/10.5402/2013/236062>
- Wang, Y., Jia, Y., Li, Z., Tao, J., Lin, L., Chen, K., Liu, Z., Tan, X., & Zhang, Q. (2021). Trophic structure in response to land use in subtropical streams. *Ecological Indicators*, 127, 1–10
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107746>
- Welch, E. B., & Nacz, F. (1992). Ecological Effects of Waste Water : Applied limnology and pollutant effects, Second Edition. In *Ecological Effects of Waste Water* (2nd ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.4324/9780203038499>

This page is intentionally blank.

Rehabilitasi Sebagai Upaya Pelesterian Terumbu Karang di Wilayah Konservasi Perairan Indonesia

Rehabilitation as an effort to preserve coral reefs in Indonesian Marine Conservation Areas

Yora Arungla'bi¹, Eni Kamal^{1*}, Harfiandri Damanhuri¹, Selvi Tebay²,
Dwieke Putri Wulandari³

¹ Program Studi Sumberdaya Perairan, Pesisir, dan Laut, Universitas Bung Hatta, Kota Padang, Sumatera Barat, 25133, Indonesia

² Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Jalan Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat, 98312, Indonesia

³ Operasional Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, Jalan Raya Padang-Painan KM.16, Kota Padang, Sumatera Barat, 25245, Indonesia

*Korespondensi: ekamal898@bunghatta.ac.id

Disubmit: 28 November 2024, Direvisi: 14 Mei 2025, Diterima: 28 Mei 2025

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang rentan terhadap kerusakan. Ekosistem ini ditemukan di laut tropis dan subtropis dan terdiri dari terumbu (struktur kapur) yang berasal dari hewan karang dan biota lain. Dengan mempertimbangkan masalah-masalah ini, perlu dilakukan upaya tambahan untuk meningkatkan eksplorasi sumber daya laut tanpa mengorbankan lingkungan atau meningkatkan produktivitasnya. Penelitian ini menggunakan metode *literatur review*. Menurut hasil pencarian artikel dalam database yang dimaksud, berbagai faktor dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan terumbu karang di pesisir pantai ada dua yaitu faktor manusia (*antropogenik*) termasuk pembuangan sampah ke laut, penggunaan alat tangkap ikan yang merusak, penambangan karang untuk dimakan, dan faktor alam yaitu perubahan suhu, kecerahan, dan pemangsa karang. Kerusakan ekosistem terumbu karang disebabkan oleh faktor manusia sebesar (80,98 %) dibandingkan dengan faktor alam sebesar (58,09 %). Mengatasi masalah ini, terumbu karang di Indonesia telah diselamatkan melalui rehabilitasi dan transplantasi dengan menggunakan teknik seperti spider web, transplantasi dengan metode hybrid rak dan cor, juga mengembangkan CMRIS (*Coral Reef Management Information System*) dan COREMAP (*Coral Reef Rehabilitation and Management Program*) sebagai sistem teknologi.

Kata kunci: Konservasi, Rehabilitasi, Terumbu Karang,

ABSTRACT

Coral reef ecosystems are vulnerable to damage. This ecosystem is found in tropical and subtropical seas and consists of reefs (calcareous structures) derived from coral animals and other biota. Considering these issues, efforts are needed to find other ways to enhance the exploration of marine resources without causing damage or increasing environmental productivity. This research employs the process of literature review. The results of article searches in the identified databases show that there are various factors that cause damage to the coastal coral reef ecosystem. There are two human (anthropogenic) factors, including the dumping of garbage into the sea, the use of destructive fishing tools, the mining of corals for consumption, and the temperature, brightness, and predators of coral. The damage to the coral reef ecosystem is caused by the human factor (80.98%) compared to

the natural factor (58.09%). Addressing this problem, coral reefs in Indonesia have been saved through rehabilitation and conservation using techniques such as spider web transplantation and hybrid shelves and cor, as well as developing CMRIS (Coral Reef Management Information System) and COREMAP (Coral Reef Rehabilitation and Management Programme) as technology systems.

Keywords: Conservation, Coral Reef, Rehabilitation.

PENDAHULUAN

Terumbu karang adalah ekosistem laut tropis dan subtropis yang terdiri dari terumbu (struktur kapur) yang berasal dari hewan karang dan biota lainnya. Walaupun hanya mencakup kurang dari 1% dasar laut, terumbu karang mendukung lebih dari 25% spesies laut. Ekosistem ini berperan sebagai habitat, tempat pemijahan, sumber makanan, serta perlindungan bagi berbagai organisme laut serta mampu meningkatkan produktivitas ekosistem pesisir (Bellwood *et al.*, 2024). Lebih dari itu, terumbu karang berfungsi sebagai pelindung alami pantai dari gelombang laut yang kuat serta menjadi daya tarik kegiatan wisata bahari (Putri *et al.*, 2023).

Terumbu karang ada di hampir semua perairan pesisir, terutama di Indonesia dan pulau-pulau kecilnya. Habitat terumbu karang dapat ditemukan pada kedalaman lebih dari lima puluh meter. Sebagian besar wilayah perlindungan laut Indonesia terdiri dari ekosistem terumbu karang di 409 lokasi dengan luas kurang lebih 28,9 juta ha (Subhan *et al.*, 2023). Dengan luas 39.538 kilometer persegi, Indonesia Coral Reef adalah salah satu habitat karang paling beragam di Bumi dan mencakup 16% dari total area karang global.

Hampir seperempat dari 270 juta orang Indonesia tinggal di pantai pantai, yang tidak lebih dari 30 km dari terumbu karang, yang merupakan karang terbesar di dunia. Akibatnya,

lebih dari 95% terumbu karang di Indonesia berada dalam bahaya (Razak *et al.*, 2022). Ekosistem terumbu karang di Indonesia sangat berisiko mudah terkena kerusakan akibat beberapa tindakan manusia yang melakukan aktivitas yang tergolong tidak ramah lingkungan tidak hanya itu terumbu karang juga rentan terhadap perubahan iklim yang terjadi diperairan pesisir dan laut. Faktanya saat ini di sekitar pesisir pantai dan laut banyak ditemukan peningkatan kerusakan pada terumbu karang dibandingkan dengan tutupan karang yang hidup dengan baik (Pascoe *et al.*, 2024). Barisan karang dapat terancam oleh kegiatan manusia yang tidak ramah lingkungan seperti melakukan penangkapan ikan dengan bom dan kalium cyanide, aktivitas pembangunan dan pengembangan sektor penunjang pariwisata seperti tempat makan, hotel, dan kolam pelabuhan. Faktor-faktor alam seperti terjadinya perubahan suhu yang signifikan, tsunami dan bencana gempa bumi juga merupakan ancaman bagi keberlanjutan (Efendi, 2020 ; Kusuma *et al.*, 2023).

RCO (*Reef Check Organization*) melakukan survei terhadap setiap tahunnya terhadap terumbu karang yang tersebar di seluruh wilayah pesisir Indonesia, dalam survei yang telah dilakukan didapatkan bahwa kategori untuk Kesehatan terumbu karang menunjukkan bahwa 33,8% terumbu karang dalam kondisi buruk, 37,4% terumbu karang dalam kondisi sedang, 22,4% terumbu karang dalam

kondisi baik, dan 6,4% terumbu karang dalam kondisi luar biasa (Ginting, 2023). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ririe *et al* (2023) menyatakan bahwa kesehatan terumbu karang berkaitan erat dengan keseimbangan keanekaragaman laut. Semakin baik kondisi terumbu karang maka semakin tinggi pula biodiversitas spesies biota laut yang dijumpai.

Kondisi kesehatan terumbu karang yang baik tidak hanya bermanfaat dari aspek ekologi melainkan dari aspek ekonomi yang ditandai dengan adanya kontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa dukungan kesehatan terumbu karang memiliki kontribusi terhadap nilai ekonomi masyarakat lokal, dengan mendapatkan manfaat langsung dari aktivitas dari sektor perikanan dan sektor pariwisata yang mampu menarik wisatawan domestik dan luar negeri (Irwansyah et al., 2020 ; Putri *et al.*, 2023).

Mengingat ekosistem terumbu karang memberikan masukan baik ekologi maupun ekonomi, upaya diperlukan untuk menemukan cara dalam mengatasi pemanfaatan terhadap sumber daya laut tanpa mempengaruhi lingkungan dan produktivitas ekosistem lainnya, Terutama pada terumbu karang karena apabila karang telah mengalami kerusakan maka untuk proses pemulihannya juga tergolong lambat dan perlu bantuan dengan upaya rehabilitasi dalam memulihkan fungsi ekosistem terumbu karang Karena tingkat pemulihan yang sangat lambat dari kondisi karang, intervensi rehabilitasi diperlukan untuk memulihkan fungsi ekosistem karang.

Sebagai contoh kerusakan terumbu karang dapat dijumpai di Taman Nasional Bunaken dikarenakan aktivitas pariwisata yang tidak terkendali. Upaya rehabilitasi terumbu karang dilakukan dengan transplantasi sejak tahun 2018. Karang yang telah ditransplantasi berhasil hidup sampai dengan tahun 2023 dengan presentase mencapai 98% (Karauwan *et al.*, 2023).

Selain itu, kerusakan terumbu karang sebesar 15% akibat dari aktivitas manusia yang merusak seperti penggunaan bom dan penggunaan alat tangkap yang tidak selektif terjadi di Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC). Di samping kegiatan transplantasi, dilakukan pula edukasi dan sosialisasi mengenai urgensi pelestarian terumbu karang sebagai upaya rehabilitasi (Sala *et al.*, 2021).

Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya penjelasan terkait terumbu karang dengan adanya literatur review yang bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor kerusakan terumbu karang di Indonesia baik yang bersifat alami maupun antropogenik, upaya apa saja yang dilakukan dalam rehabilitasi karang di kawasan konservasi Indonesia, menganalisis metodologi atau pendekatan yang digunakan dalam rehabilitasi terumbu karang, serta mengkaji salah satu sistem sosial ekologi sebagai pendekatan dalam upaya rehabilitasi terumbu karang di wilayah konservasi perairan di Indonesia.

Dalam kerangka kebijakan nasional, rehabilitasi terumbu karang sejalan dengan peraturan dan agenda strategis yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 yang mengamanatkan upaya

perlindungan, pelestarian, dan rehabilitasi ekosistem pesisir sebagai bagian dari pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode review literatur, yang bertujuan untuk menemukan, mengevaluasi, dan menafsirkan temuan penelitian yang berkaitan dengan subjek atau fenomena tertentu. Ini terdiri dari empat tahap: identifikasi, pemeriksaan, kelayakan, dan persetujuan. Pada tahap identifikasi, artikel dicari di Internet atau dalam literatur lainnya. Selanjutnya, pada tahap pemeriksaan, artikel duplikat difilter, dan informasi diambil dari judul dan artikel abstrak untuk menilai validitas. Dalam ulasan penelitian sastra ini, sebuah artikel yang layak dianggap sama dengan pertanyaan dan tujuan penelitian. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dipilih pada tahap penerimaan (Arianti & Atifah, 2023). Kriteria inklusi merujuk pada seperangkat persyaratan yang ditetapkan untuk menegaskan bahwa suatu sumber pustaka relevan dan memenuhi syarat untuk dianalisis dalam tinjauan literatur. Sedangkan untuk menolak artikel yang tidak memenuhi relevansi dengan fokus kajian maupun metodologi dalam tinjauan pustaka.

Pemilihan sumber pustaka yang relevan menggunakan empat kriteria inklusi meliputi artikel yang ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia yang terkait dengan rehabilitasi terumbu karang dan penyebab terjadinya kerusakan terumbu Karang, dan penelitian yang dilakukan selama lima tahun terakhir. Data yang dicari merupakan artikel dari 2020–2024. Kata kunci berikut digunakan dalam

pencarian literatur: terumbu karang, rehabilitasi, upaya, dan konservasi. Jenis publikasi yang dipilih sebagai referensi yaitu *Google Scholar*, *Science Direct*, dan *Pubmed* sebagai sumber data base. Sedangkan penggunaan kriteria eksklusi dalam penelitian ini yaitu untuk meyarang referensi yang tidak sesuai dengan topik dan tidak menjelaskan metode rehabilitasi secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Didasarkan pada informasi yang ditemukan dalam database yang telah ditentukan, judul dan abstrak dari setiap artikel yang ditemukan diperiksa. Hasilnya menunjukkan bahwa artikel-artikel tersebut relevan dan memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan. Hasil peninjauan literatur diuraikan dalam beberapa bagian.

Faktor-Faktor Kerusakan Terumbu Karang

Kerusakan pada ekosistem terumbu karang telah menjadi isu lingkungan global. Secara konseptual, penyebab kerusakan terumbu karang dikelompokkan dalam 2 (dua) kategori utama yaitu faktor antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan faktor nonantropogenik yang bersumber dari proses alami. Kedua faktor ini tidak berkontribusi secara terpisah, namun seringkali saling memperkuat dampak yang ditimbulkan. Kondisi demikian dapat mempercepat laju kerusakan terumbu karang secara menyeluruh.

Dalam beberapa dekade terakhir, tekanan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia telah menjadi penyebab dominan dalam degradasi terumbu karang. Beberapa aktivitas manusia yang berdampak pada kerusakan terumbu karang antara lain

pencemaran laut (pembuangan limbah domestik, limbah industri serta limpasan pertanian yang mengandung zat hara berlebih). Lebih lanjut, terjadinya sedimentasi akibat kegiatan pembukaan lahan dan deforestasi di wilayah hulu sehingga endapan sedimen ini menutupi permukaan karang dan menghalangi proses fotosintesis. Selain itu, praktik perikanan destruktif seperti penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan (Cardenas *et al.*, 2024; Edwards *et al.*, 2024). Praktik-praktik ini secara langsung merusak struktur fisik karang dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Berdasarkan hasil studi literatur, sekitar 80,98% kerusakan terumbu karang di Indonesia disebabkan oleh kegiatan manusia (Kalauw *et al.*, 2023).

Meskipun tekanan antropogenik sering menjadi penyebab utama kerusakan terumbu karang, proses alami juga memiliki kontribusi terhadap penurunan kualitas dan keberlanjutan terumbu karang baik itu yang bersifat periodik maupun ekstrem. Kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh faktor alami mencakup perubahan iklim global dan pemangsa alami karang. Salah satu tanda utama dari perubahan iklim adalah peningkatan suhu permukaan laut, yang dapat memicu terjadinya fenomena gelombang panas laut (*marine heatwaves*), termasuk kejadian El Niño yang bersifat periodik namun berdampak luas. Peningkatan suhu yang ekstrem ini sering kali menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*), yaitu kondisi di mana karang kehilangan simbiosis alga zooxanthellae yang sangat penting bagi proses fotosintesis dan kelangsungan hidupnya. Selain itu, perubahan iklim juga memengaruhi pola cuaca ekstrem, seperti

peningkatan frekuensi dan intensitas siklon tropis, yang membawa angin kencang dan curah hujan tinggi. Sistem badai tersebut dapat merusak struktur fisik terumbu karang, meningkatkan sedimentasi, serta mengganggu kestabilan habitat laut (Cardenas *et al.*, 2024; Edwards *et al.*, 2024).

Selain perubahan iklim, pemangsa alami juga dapat memainkan peran penting dalam kerusakan ekosistem terumbu karang. Beberapa spesies pemangsa karang, seperti bintang laut (*Acanthaster planci*) yang memiliki kemampuan untuk memakan jaringan karang secara langsung sehingga dapat menyebabkan degradasi signifikan pada struktur terumbu. Bila dalam jumlah besar, dapat mengakibatkan kematian karang yang meluas dan memperburuk kondisi ekosistem secara keseluruhan. Selain *Acanthaster planci*, predator lain seperti ikan herbivora tertentu dan spesies moluska, meskipun berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, dalam kondisi tertentu juga dapat mengancam kelangsungan hidup karang jika populasinya tidak dikendalikan. Ketidakseimbangan antara populasi pemangsa dan terumbu karang yang sehat sering kali terjadi akibat perubahan lingkungan atau penurunan jumlah spesies pemangsa alami lainnya, yang membuat ekosistem terumbu karang semakin rentan terhadap kerusakan.

Hasil kajian yang dilakukan oleh Kalauw *et al* (2023) menunjukkan bahwa degradasi ekosistem terumbu karang di Indonesia didominasi oleh tekanan yang berasal dari aktivitas manusia (faktor antropogenik), jika dibandingkan dengan kerusakan yang diakibatkan oleh faktor-faktor alami (nonantropogenik). Aktivitas manusia

seperti penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, pencemaran laut oleh limbah domestik dan industri, serta penggundulan kawasan pesisir telah memberikan tekanan berkelanjutan terhadap kelangsungan ekosistem terumbu karang. Meskipun faktor alami seperti fluktuasi suhu laut, badai tropis, dan predasi oleh spesies tertentu juga berkontribusi terhadap kerusakan, proporsinya relatif lebih kecil.

Dengan mempertimbangkan berbagai dampak tersebut, pelestarian dan rehabilitasi ekosistem terumbu karang tidak hanya penting dari sisi ekologi, tetapi juga merupakan investasi strategis untuk menjamin keberlanjutan ekonomi dan sosial masyarakat pesisir. Oleh karena itu, pendekatan konservasi yang holistik, berbasis ekosistem, dan melibatkan berbagai pemangku kepentingan sangat dibutuhkan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan membangun ketahanan ekosistem laut di masa depan.

Rehabilitasi Terumbu Karang di Wilayah Konservasi Perairan Indonesia

Strategi yang dapat dilakukan dalam pemulihan terumbu karang yang diakibatkan oleh manusia adalah dengan rehabilitasi. Rehabilitasi adalah salah satu upaya perbaikan kesehatan Terumbu Karang sedangkan Konservasi adalah upaya untuk perlindungan terhadap tekanan kerusakan terumbu karang.

Biotransplantasi terumbu karang adalah salah satu cara untuk memperbaiki terumbu karang. Ini dilakukan melalui proses biologis aktif dan menggunakan berbagai jenis terumbu masif, seperti *Dead Coral* (DC) dan *Dead Coral with Algae* (DCA), sebagai substrat untuk

transplantasi fragmentasi terumbu karang. Rehabilitasi terumbu karang dengan sistem ini dilakukan di Pulau Tunda, Desa Wargasara, Kabupaten Serang, Provinsi Banten (Mujiyanto *et al.*, 2023).

Pembuatan karang buatan adalah tahap rehabilitasi ekosistem terumbu karang dalam penelitian lain. Karang imitasi dibangun dengan desain konstruksi beton balok atau kotak persegi panjang. Untuk membuat material tersusun lebih padat dan masif, terumbu buatan yang sudah dibuat didiamkan selama beberapa hari (± 15 hari). Selanjutnya, balok beton diangkut menggunakan perahu motor, yang jumlah balok disesuaikan dengan daya dukung perahu motor, dan lokasi terumbu buatan diidentifikasi dengan menggunakan sistem pengawasan GPS (*Global Positioning System*). Terumbu karang buatan kemudian dipelihara dan dipantau (Suaib & Nadir, 2023).

Sementara itu, program rehabilitasi dan pengelolaan terumbu karang yang berbasis teknologi, CRMIS (*Coral Reef Management Information System*), berasal dari Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Salah satu dari program COREMAP (*Coral Reef Rehabilitation and Management Program*), CRMIS bertujuan untuk menyediakan sistem berbasis komputer yang terintegrasi, praktis, mudah digunakan, dan bermanfaat untuk mendukung pengelolaan terumbu karang secara keseluruhan (Swasti *et al.*, 2020).

Dalam rehabilitasi dan konservasi terumbu karang, pendekatan komprehensif dan holistik melalui "Sistem Sosial-Ekologis" (SES) merupakan salah satu tools dalam upaya rehabilitasi dan konservasi terumbu karang dengan

cara pendekatan kepada masyarakat lokal tentang cara transplantasi karang dengan metode spider. Metode ini menggunakan struktur yang menyerupai jaring laba-laba yang terbuat dari bahan seperti tali atau kawat yang diikat di dasar laut (Setia *et al.*, 2023). Transplantasi karang dengan metode spider mempunyai tingkat kelangsungan hidup 92% asalkan penentuan lokasi dan kemampuan jenis karang dipilih dengan tepat dan mampu beradaptasi dengan kondisi perairan tersebut (Paulangan *et al.*, 2023). Transplantasi terumbu karang adalah Teknik yang umum digunakan salah satunya yaitu dengan, teknik transplantasi ini menggunakan sistem yang menggabungkan rak dan cor, dengan satu rak yang panjangnya dua meter dan lebarnya satu meter, terbuat dari pipa PVC dengan diameter setengah inci dan mengandung cor semen di dalamnya. Metode ini digunakan pada kondisi perairan yang tenang (Saputra *et al.*, 2022) ; (Manurung *et al.*, 2023).



Gambar 1. Metode Hybrid rak dan cor

Metode rangka besi SPIDER digunakan untuk transplantasi. Transplantasi dilakukan dalam dua tahap. Karang ditempelkan pada struktur laba-laba dalam tahap pertama, dan struktur laba-laba diatur dan dilayout di lokasi rehabilitasi. Untuk membuat ikatan karang lebih mudah dan mendorong komunitas, karang diikat pada struktur laba-laba di atas rakit gabus. Setelah semua karang terikat, struktur laba-laba

diletakkan di bawah air sebelum diangkut ke tempat rehabilitasi untuk mencegah karang tersingkap di udara selama waktu yang lama, yang dapat menyebabkan kematian karang.

KESIMPULAN

Ekosistem terumbu karang berfungsi sebagai habitat biota laut, melindungi pantai dari gelombang laut, dan menjadi daya tarik bagi pengunjung ke laut. Seluas 39.538 km², terumbu karang Indonesia mencakup 16% dari total luas terumbu dunia, tetapi jumlah penduduk yang tinggal di sekitar pantai menyebabkan 95% terumbu karang di Indonesia rusak. Mengatasi masalah ini, terumbu karang di Indonesia telah diselamatkan melalui rehabilitasi dan konservasi dengan menggunakan teknik seperti spider web transplantasi dan hybrid rak dan cor. Selain itu, mereka mengembangkan sistem teknologi yang dikenal sebagai Sistem Informasi Manajemen Coral Reef (CRMIS).

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, R. P., & Atifah, Y. (2023). Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Histopatologi Insang Ikan : Literature Review Abstrak Pendahuluan. 8(2), 138–151.
- Bellwood, D. R., Brandl, S. J., McWilliam, M., Streit, R. P., Yan, H. F., & Tebbett, S. B. (2024). Studying functions on coral reefs: past perspective, current conundrums, and future potential. *Coral Reefs*, 43, 281–297.
<http://doi.org/10.1007/s00338-024-02474-z>
- Cardenas, J. A., Samadikhoshkho, Z., Rehman, A. U., Valle-Pérez, A.

- U., de León, E. H. P., Hauser, C. A. E., Feron, E. M., & Ahmad, R. (2024). A systematic review of robotic efficacy in coral reef monitoring techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 202(March), 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116273>
- Edwards, A., Guest, J., & Humanes, A. (2024). Rehabilitating coral reefs in the Anthropocene. *Current Biology*, 34(9), R399–R406.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.12.054>
- Efendi, E. (2020). Rehabilitasi Terumbu Karang dengan Aplikasi Teknik Propagasi di Desa Pagar Jaya Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sinergi*, 1(1), 41–49.
<https://doi.org/10.23960/jsi.v1i1.7>
- Ginting, J. (2023). Analisis Kerusakan Terumbu Karang Dan Upaya Pengelolaannya. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(1), 53–59.
<https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i1.12066>
- Irwansyah, Massieng, A. N. A., Ghurdi, A. B. (2020) Valuasi Ekonomi Terumbu Karang di Pulau Bontosua Kabupaten Pangkep. *Jurnal Agrisains*, 21(3), 147–157.
<http://doi.org/10.1016/j.tmp.2019.04.004>
- Kalauw, S. A., Sihasale, D. A., & Manakane, S. E. (2023). Kajian Faktor Faktor Penyebab Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang Pada Wilayah Pesisir Pantai Negeri Assilulu Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Pendidikan Geografi UNPATTI*, 2(April), 123–130.
- Karauwan, M. A. J., & Solang, J. A. (2023). Analysis of the Success Level of Transplant Coral Life in the Seventh Year at the Tawara Dive Point in the Bunaken National Park Area, North Sulawesi. *International Journal of Multidiciplinary research and Analysis*, 7(12), 5523–5528.
<http://doi.org/10.47191/ijmra/v7-i12-20>
- Kusuma, A. H., Muhaemin, M., Mayaguezz, H., & Effendi, E. (2023). Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Terumbu Buatan Di Perairan Desa Kunjir, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 2(1), 280.
<https://doi.org/10.23960/jpfp.v2i1.7216>
- Manurung, V. R., Susetya, I. E., Husaini, H., Arinah, H., & Nazara, W. (2023). Upaya transplantasi terumbu karang (*Acropora* sp.) sebagai rehabilitasi fungsi kawasan ekosistem terumbu karang terdampak tumpahan minyak aspal di desa afulu kabupaten nias utara. *Jurnal Abdi Insani*, 10(3), 1526–1535.
<https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i3.1062>
- Mujiyanto, M., Syam, A. R., & Sugianti, Y. (2023). Reef rehabilitation method uses bio transplants model in Tunda Island Banten Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

- Science*, 1251(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1251/1/012001>
- Pascoe, S., Anthony, K., Scheufele, G., & Pears, R. J. (2024). Identifying coral reef restoration objectives: A framework. *Ocean and Coastal Management*, 251(March).<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107081>
- Paulangan, Y. P., Yusuf, S., Barapadang, B., Hamuna, B., Rumbiak, K., Ayer, P. I. L., Mandey, V. K., Wanimbo, E., & Baransano, N. (2023). Transplantasi Karang dengan Metode SPIDER di Pantai Harlen Kampung Tablasupa Kabupaten Jayapura Provinsi Papua. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(3), 633–642.
<https://doi.org/10.30653/jppm.v8i3.359>
- Polapa, F., & Suharto, S. (2023). Coral Reef Transplant Success Rate in Bonetambu Island, Spermonde Archipelago. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 9(August 2022), 9–13.
<https://doi.org/10.20956/jiks.v9i2.26776>
- Putri, P. I. D., Sudiarta, I. K., Prasertijo, R., & Prasertia, I. N. D. (2023). Indonesia Coral Reef Garden Sanur Bali: Pemulihan Ekonomi Nasional melalui Restorasi Terumbu Karang. *International Journal of Community Service Learning*, 7(2), 168–177.
<https://doi.org/10.23887/ijcs.v7i2.56525>
- Razak, T. B., Boström-Einarsson, L., Alisa, C. A. G., Vida, R. T., & Lamont, T. A. C. (2022). Coral reef restoration in Indonesia: A review of policies and projects. *Marine Policy*, 137(1), 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104940>
- Ririe, M., Berotabui, A., Dimara, Y., & Rahandra, R. (2023). Dampak Terumbu Karang terhadap Kelimpahan dan Keragaman Biota Laut di Pulau Dua, Kampung Sarawandori, Kabupaten Kepulauan Yapen. *UNES Journal of Scientech Research*, 7(2), 178–184.
- Sala, R., Bawole, R., Biloro, R. H. H., & Mudjirahayu. (2021). Distribusi Spasial Tutupan Karang di Taman Nasional Teluk Cenderawasih, Papua Spatial Distribution of Coral Cover in Cenderawasih Bay Marine Park, Papua. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(2), 201–212.
- Saputra, A., Dasa Permana, D., Dwi Cahyo, F., Arif Wijonarko, dan E., Ahli Usaha Perikanan, P., AUP Pasar Minggu, J., Selatan, J., Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut, L., Raya Carita Km, J., Labuan, C., Pandeglang, K., Alam Bawah Laut, K., Sanghiang Rt, K., & Pandeglang, C. (2022). Coral Reef Transplantation Acropora Spp, For Coral Reef Rehabilitation On Panjang Isl And Teluk Banten. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan*, 4(2), 105–115.
<http://ejournalbalitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>
- Setia, T. M., Azis, P. B. S., Putra, N. F. X. A. C., Effendi, A. N., & Saribanon, N. (2023). Developing A Coral Reef Conservation Model by Involving Local Communities on Soop Island, Southwest Papua. *Journal of Social Political*

Sciences JSPS, 4(3), 313–321.

- Suaib, S., & Nadir, M. (2023). Study of Exploitation of Marine Ornamental Fish by Utilizing Artificial Reefs as A Solution for Coral Reef Rehabilitation in Barru Regency. *Indonesian Journal of Contemporary Multidisciplinary Research (MODERN)*, 2(3), 515–524.
- Subhan, B., Arafat, D., Sari, P. F. P., Khairud, D., & Aisyah, S. Z. (2023). Upaya Meningkatkan Keberhasilan Rehabilitasi Terumbu Karang yang Berkelanjutan di Kawasan Konservasi Laut. *Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika*, 5(3), 1–7.
- Swasti, P., Prayudha, B., & Susetiono. (2020). *Coral Reef Management Information System (CRMIS) for the Sustainable Management of Coral Reef in Indonesia*. 154(AICoBPA 2019), 65–68. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.201116.013>

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 11 pt, 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 α -Amilase dan α -Glukosidase. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia.

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

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

Bagian Tabel dan Gambar

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

Biaya

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

Petunjuk Submit Naskah secara Online

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

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

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

Template Penulisan Naskah

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

JURNAL

SUMBERDAYA AKUATIK INDOPASIFIK

Berkala Ilmiah Penelitian Perikanan dan Kelautan

Volume 9, Nomor 2, Mei 2025

Jurnal Online : www.ejournalfpikunipa.ac.id

Print ISSN: 2550-1232



9 772550 092002

Elektronik ISSN: 2550-0929



9 772550 123003