



# Keanekaragaman Gastropoda pada Berbagai Kondisi Kawasan Ekowisata Mangrove

Muhammad Tio Pratama<sup>1\*</sup>, Zahidah<sup>2</sup>, Eri Bachtiar<sup>3</sup>, Nanda Radhitia Prasetiawan<sup>4</sup>, Mochamad Candra W. Arief<sup>5</sup> 

<sup>1,2,3,5</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjajaran, Sumedang, Indonesia

<sup>4</sup> Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Yogyakarta, Indonesia

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received December 13, 2022

Accepted August 23, 2023

Available online October 25, 2023

### Kata Kunci:

Ekowisata, *Faunus Ater*, Gastropoda, Mangrove, *Rhizophora*

### Keywords:

Ecotourism, *Faunus Ater*, Gastropod, Mangrove, *Rhizophora*



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

## ABSTRAK

Hutan mangrove merupakan area potensial yang tengah banyak dikembangkan sebagai kawasan ekowisata. Ekosistem ini merupakan tempat bagi keanekaragaman hayati termasuk gastropoda. Terdapat beberapa kawasan mangrove di Pangandaran dengan karakteristik, kondisi dan statusnya masing-masing, baik sebagai kawasan ekowisata konservasi ataupun non ekowisata. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman gastropoda yang terdapat pada kawasan-kawasan mangrove tersebut. Penelitian menggunakan metode deksriptif kuantitatif. Komposisi jenis, kerapatan, Indeks Nilai Penting (INP) mangrove pada 5 kawasan mangrove di Pangandaran diukur melalui survei eksploratif dengan *stratified sampling* memanfaatkan garis transek sepanjang 100 m. Pada garis transek yang sama juga ditentukan jumlah jenis serta keanekaragaman gastropoda yang ada. Sebagian besar parameter kualitas air pada kawasan-kawasan mangrove memenuhi kriteria bagi biota dengan tipe substrat pasir berlumpur. Teridentifikasi 30 jenis gastropoda dari 5 kawasan mangrove yang tersusun atas kombinasi dari 7 jenis mangrove dengan kerapatan rata-rata yaitu 440 pohon/ha yang tergolong rusak/jarang. *Faunus ater* adalah gastropoda yang dominan pada seluruh stasiun penelitian. *Rhizophora mucronata* menjadi jenis yang terdistribusi pada semua kawasan mangrove dengan INP tertinggi. Jumlah jenis dan kepadatan gastropoda tertinggi diperoleh dari Bulaksetra yang merupakan kawasan ekowisata konservasi. Keberadaan ekowisata ditentukan oleh vegetasi mangrove dan keberadaan ekowisata tidak mempengaruhi struktur komunitas gastropoda. Meskipun begitu, status kawasan ekowisata konservasi memiliki peran perlindungan terhadap keberlangsungan vegetasi beserta biota didalamnya pada suatu kawasan mangrove.

## ABSTRACT

Mangrove is a complex ecosystem that is currently being developed as an ecotourism area. This ecosystem is a habitat for many biotas including gastropods. Several mangrove areas in Pangandaran have different characteristics, conditions, and statuses. As a ecotourism or non-ecotourism area. This study aims to determine the gastropods diversity of these mangrove areas. This research uses a quantitative descriptive method. Mangrove species composition, density, and Important Value Index in 5 mangrove areas in Pangandaran were measured through an exploratory survey using stratified sampling with a 100 m line transect. On the same line transect, the number of species and diversity of gastropods were also determined. Most of the water quality parameters in mangrove areas meet the criteria for biota with a muddy sand substrate type. 30 species of gastropods were identified from 5 mangrove areas which are composed of 7 mangrove species with a density is 440 trees/ha (classified as damaged). *Faunus ater* is the dominant gastropod species found. *Rhizophora mucronate* is the species distributed in all mangrove areas with the highest Important Value Index. The highest number of species and density of gastropods were obtained from Bulaksetra which is a conservation ecotourism area. The existence of ecotourism is determined by mangrove vegetation, and the existence of ecotourism does not affect the structure of the gastropod community. Even so, the status of a conservation ecotourism area has a protective role in the sustainability of vegetation and biota in a mangrove area.

## 1. PENDAHULUAN

Wisata berbasis alam atau yang lebih dikenal dengan ekowisata banyak dikembangkan dalam mengoptimalkan keunggulan serta potensi lokal daerah dan saat ini tengah berkembang pesat di Indonesia (Azizah et al., 2021). Konsep pariwisata ini menggabungkan rekreasi, konservasi, edukasi dan pengembangan (Hastari & Girsang, 2019; Sutisno & Afendi, 2018; Ulhaq et al., 2022). Selain memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar, jenis wisata ini diharapkan meningkatkan pengetahuan serta kepedulian wisatawan terhadap lingkungan dengan tetap meminimalisir dampak ataupun kerusakan

\*Corresponding author.

E-mail addresses: [mtiop1209@gmail.com](mailto:mtiop1209@gmail.com) (Muhammad Tio Pratama)

lingkungan yang ditimbulkan (Suryaningsih, 2018). Beberapa objek yang diangkat seperti pegunungan, kepulauan, periran sungai, danau ataupun laut, perkebunan hingga kawasan hutan. Hutan mangrove merupakan salah satu kawasan yang didorong untuk dikembangkan sebagai area ekowisata (Wardhani, 2011). Adapun aktivitas wisata pada kawasan mangrove dapat berupa penanaman mangrove, jelajah hutan mangrove, memancing, hingga pengamatan flora ataupun fauna (Mediawati et al., 2021). Terdapat berbagai kawasan mangrove yang berpotensi untuk terus dikembangkan sebagai ekowisata diantaranya adalah Taman Wisata Mangrove Denpasar; Kawasan Mangrove Pesisir Timur Provinsi Lampung; Kutai Timur; Kubu Raya; Mangunharjo, Semarang; Muara Sungai Musi; Wonorejo, Surabaya; Mojo, Pemalang; Angke Kapuk, Jakarta; Mempawah dan Pangandaran (Hadinata et al., 2020; Jaya et al., 2022; Junaedi et al., 2021; Karlina, 2015; Mutia & Rahnawan, 2014; Sembiring et al., 2020; Sofian et al., 2020; Ulhaq et al., 2022; Valentina & Qulubi, M, 2020; Wahyuni et al., 2015). Adapun pengembangan ekowisata mangrove di Pangandaran didukung dengan telah dikenalnya Kabupaten Pangandaran sebagai salah satu destinasi wisata bahari utama di Jawa Barat.

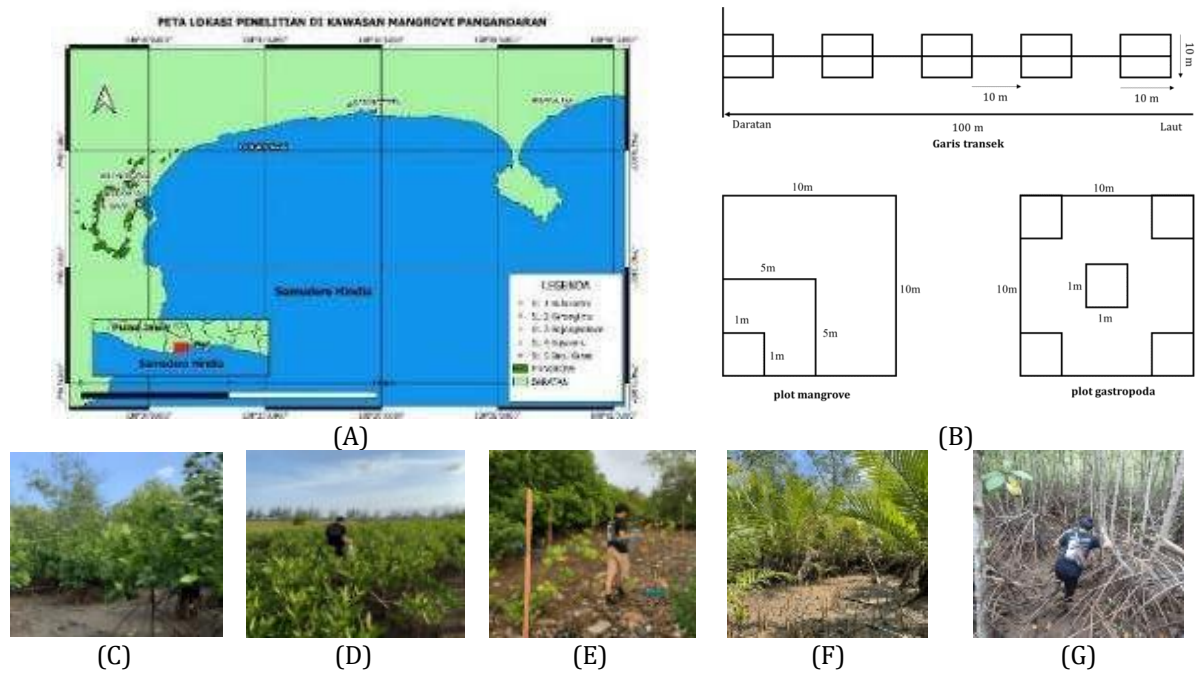
Pangandaran memiliki beberapa kawasan mangrove dengan karakteristik dan kondisi yang berbeda-beda yang tersebar di Pamotan, Bulaksetra, Karangtirta, Bojongsalawe, Nusawiru dan Batukaras. Kawasan-kawasan mangrove di Pangandaran tersebut berada pada muara-muara sungai dan beberapa diantaranya pernah terdampak tsunami (Kusmana & Ningrum, 2016; Shinta et al., 2022). Mangrove di Pamotan adalah bagian dari Segara Anakan yang tercatat sebagai kawasan mangrove terluas yang masih tersisa di Pulau Jawa (Pribadi et al., 2009). Kawasan mangrove Bulaksetra dan Nusawiru dikembangkan sebagai ekowisata konservasi mangrove, sedangkan Batukaras merupakan kawasan ekowisata konservasi yang saat ini tengah terbengkalai (Nurfajrin & Rosada, 2018; Putri et al., 2020). Bojongsalawe memiliki area konservasi mangrove dengan penanaman kembali yang saat ini beberapa diantaranya telah tumbuh hingga stadia pohon (Mulyani et al., 2018). Adapun pada muara Karangtirta saat ini adalah area penanaman *Rhizophora* yang didominasi stadia semai. Meskipun upaya penanaman ataupun rehabilitasi mangrove oleh berbagai kalangan terus dilakukan, ancaman degradasi lingkungan mangrove terus terjadi (Kusmana & Chaniago, 2017). Pemukiman, aktivitas pariwisata, pelabuhan atau tempat tambatan kapal, pembukaan lahan, perluasan tambak serta sampah merupakan faktor-faktor antropogenik yang dapat dijumpai disekitar kawasan mangrove (Ismail et al., 2020; Putra et al., 2015). Dengan adanya perbedaan karakteristik, kondisi dan tekanan terhadap kawasan mangrove yang ada di Pangandaran, dimungkinkan juga terdapat perbedaan keanekaragaman biota yang berasosiasi pada ekosistem tersebut.

Ekosistem mangrove memiliki fungsi fisik, sosial, kultural dan ekologis (Eddy et al., 2019). Secara ekologis kawasan mangrove merupakan habitat bagi berbagai biota seperti burung, ikan, serangga, krustasea, bivalvia hingga gastropoda (Salahuddin et al., 2021). Ekosistem ini berperan sebagai *nursery ground*, *feeding ground* dan *spawning ground* bagi berbagai biota akuatik (Abu El-Regal & Ibrahim, 2014; Lugendo et al., 2007; Rizal, 2018). Karakteristik kawasan mangrove yang dipengaruhi pasang surut, berada pada muara sungai yang berlumpur dan memiliki kandungan material organik yang tinggi adalah habitat yang sesuai bagi gastropoda (Manullang et al., 2018; Nurfitriani et al., 2019). Gastropoda berperan dalam penguaraian material organik dengan mengkonsumsi serasah, alga hingga epifit (Hilmi et al., 2022). Komposisi dan kelimpahan gastropoda pada suatu kawasan mangrove dapat berbeda-beda yang dapat dipengaruhi oleh kualitas perairan, sumber makanan, substrat, vegetasi, tekanan antropogenik hingga pemangsaan (Imamsyah et al., 2020).

Pengembangan suatu kawasan ekowisata dapat memiliki nilai positif dalam konservasi serta preservasi dan pelestarian biota, lingkungan ataupun sumberdaya alam (Nugroho et al., 2019). Akan tetapi disisi lain juga diperlukan adanya pengelolaan yang tepat untuk meminimalisir dampak berupa kerusakan dan pencemaran terhadap lingkungan yang juga dapat mempengaruhi biota yang ada (Hijriati & Mardiana, 2014). Oleh karenanya dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui keanekaragaman gastropoda yang terbentuk pada kawasan ekowisata dan non ekowisata mangrove. Sebagaimana diketahui gastropoda merupakan biota yang dapat digunakan sebagai indikator lingkungan pada suatu kawasan mangrove.

## 2. METODE

Penelitian dilakukan pada Agustus hingga September 2022 pada 5 kawasan mangrove yang ada di Kabupaten Pangandaran yang meliputi Bulaksetra, Muara Karangtirta, Bojong Salawe, Nusawiru dan Batukaras (Gambar 1, dan Tabel 1). Penentuan lokasi penelitian dilakukan berdasarkan perbedaan karakteristik, kondisi dan status dari kawasan mangrove tersebut.



**Gambar 1.** (A) Peta Lokasi Penelitian; (B) Skema Garis Transek, Plot Mangrove, Plot Gastropoda; (C) Kawasan Mangrove Bulaksetra; (D) Karangtirta; (E) Bojong Salawe; (F) Nusawiru; (G) Batukaras

**Tabel 1.** Deskripsi Karakteristik dan Kondisi Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian	Status Kawasan	Karakteristik dan Kondisi Kawasan Mangrove
St.1 Bulaksetra	Ekowisata	Ekowisata mangrove dengan vegetasi memanjang sejajar dengan pantai. Berada pada muara sungai Ciputrapinggan dengan aktivitas pelabuhan perikanan, pariwisata, pemukiman, sarana pendidikan, budidaya perikanan dan pabrik pakan. Vegetasi mangrove campuran antara alami dan penanaman
St.2 Karangtirta	Bukan Ekowisata	Berada pada muara sungai Cikembulan dengan aktivitas pemukiman. Vegetasi mangrove pananaman dan didominasi stadia semai Rhizophora. Merupakan area pantai
St.3 Bojongsalawe	Bukan Ekowisata	Bukan kawasan ekowisata. Berada pada area muara sungai Cijulang dengan aktivitas pemukiman, tambatan kapal, pelabuhan, tempat pelelangan ikan. Vegetasi mangrove campuran antara alami dan penanaman. Memiliki vegetasi stadia semai, pancang dan pohon
St.4 Nusawiru	Ekowisata	Kawasan ekowisata konservasi mangrove. Berada pada muara sungai Cijulang dengan aktivitas pemukiman dan tambatan kapal. Vegetasi mangrove campuran antara alami dan penanaman
St.5 Batukaras	Ekowisata terbungkalai	Kawasan ekowisata yang terbungkalai. Berada pada muara sungai Cijulang dengan aktivitas tambak. Vegetasi mangrove campuran antara alami dan penanaman

Penelitian dilakukan menggunakan metode survei eksploratif dengan *stratified sampling* pada kawasan mangrove. Transek garis sepanjang 100 m dibentangkan tegak lurus garis pantai pada lokasi penelitian yang didalamnya terdapat 5 plot berukuran 10 m x 10 m dengan interval jarak 10 m. Pada tiap plot 10 m x 10 m ditempatkan 5 kuadrat berukuran 1 m x 1 m (Gambar 1B). Pengambilan data mangrove dilakukan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove dengan modifikasi dimana pada jenis dan jumlah mangrove pada plot berukuran 10 m x 10 m diidentifikasi dan dihitung. Sedangkan kategori pancang dan semai diidentifikasi dan dihitung pada kuadrat 5 m x 5 m dan 1 m x 1 m yang ada dilam plot 10 m x 10 m. Identifikasi mangrove menggunakan buku petunjuk identifikasi (Noor et al., 2006). Adapun pengambilan

sampel gastropoda dilakukan pada saat perairan surut dengan tangan (*hand picking*) pada kuadrat-kuadrat 1 m x 1 m. Sampel gastropoda yang dikumpulkan meliputi epifauna dan treefauna. Sampel gastropoda dikumpulkan, diidentifikasi, dipilah berdasarkan jenis dan dihitung jumlahnya. Identifikasi jenis gastropoda dilakukan dengan pengamatan morfologis menggunakan bantuan buku petunjuk identifikasi (Dharma, 2005), (Abbott & Dance, 2000) serta laman <https://marinespecies.org>. Selain itu juga dilakukan pengukuran parameter kualitas perairan secara insitu yang meliputi suhu dengan termometer; salinitas dengan refraktometer Atago Master-4M; pH dengan pH meter Lutron PH-207; DO dengan DO meter LutronDO-5510. Dalam penentuan tipe substrat dilakukan pengambilan sampel substrat pada lokasi penelitian dan analisis di laboratorium untuk menentukan tipe sedimen.

Indeks Nilai Penting (INP), kerapatan jenis (K), kerapatan relatif jenis (KR), frekuensi jenis (F), frekuensi relatif jenis (FR), dominansi (D) serta dominansi relatif (DR) digunakan dalam menganalisis karakteristik vegetasi kawasan mangrove pada lokasi-lokasi penelitian. Sedangkan keanekaragaman serta komunitas gastropoda dianalisis secara dekskriptif berdasarkan komposisi, kelimpahan gastropoda dan indeks ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'). Selain itu dilakukan analisis korelasi antara variable kerapatan mangrove dan kelimpahan gastropoda. rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai Tabel 2.

**Tabel 2. Rumus dan Kriteria yang digunakan dalam Pengolahan Data Mangrove dan Gastropoda**

Parameter	Rumus	Kriteria
<b>Mangrove</b>		
Indeks Nilai Penting (INP)	$INP = KR + FR + DR$ (1)	Kriteria baku kerapatan mangrove Kepmen LH No. 201 tahun 2004 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baik (Padat): Penutupan (<math>\geq 75\%</math>) atau kerapatan (<math>\geq 1.500</math> pohon/ha).</li> <li>• Baik (Sedang): Penutupan (<math>\geq 50\% - \leq 75\%</math>) atau kerapatan (<math>\geq 1.000 - \leq 1.500</math> pohon/ha).</li> <li>• Rusak (Jarang): Penutupan (<math>\leq 50\%</math>) atau kerapatan (<math>\leq 1.000</math> pohon/ha)</li> </ul>
Kerapatan Jenis (K) (Ind/Ha)	$K = \frac{Ni}{A}$ (2)	
Kerapatan Relatif Jenis (KR)	$KR = \left(\frac{ni}{\sum n}\right) \times 100\%$ (3)	
Frekuensi Jenis (F)	$F = \frac{pi}{\sum p}$ (4)	
Frekuensi Relatif Jenis (FR)	$FR = \left(\frac{F}{\sum F}\right) \times 100\%$ (5)	
Dominansi (D)	$D = \sum BA/A$ (6)	
Dominansi Relatif (DR)	$DR = \left(\frac{D}{\sum D}\right) \times 100\%$ (7)	
<b>Gastropoda</b>		
Kelimpahan (K) (Ind/m <sup>2</sup> )	$K = \frac{Ni}{A}$ (8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>H' &lt; 1</math> : Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu rendah, kestabilan komunitas rendah dan keadaan perairan telah tercemar.</li> <li>• <math>1 &lt; H' &lt; 3</math> : Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu sedang, dan kestabilan perairan telah tercemar sedang.</li> <li>• <math>H &gt; 3</math>: Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi, kestabilan komunitas tinggi dan perairan belum tercemar.</li> </ul>
Indeks keanekaragaman Shannon-wiener (H')	$H' = \sum \left( \left( \frac{ni}{N} \right) \log 2 \left( \frac{ni}{N} \right) \right)$ (9)	

Keterangan: Ni mangrove (jumlah tegakan dari tiap jenis mangrove); A (Luasan area dalam m<sup>2</sup>); pi (Jumlah total pengamatan tempat ditemukannya jenis ke-i); Σp (jumlah total plot pengamatan); ΣF (jumlah frekuensi untuk seluruh jenis); BA (cB<sup>2</sup>/4π dalam cm<sup>2</sup>); cB (lingkar batang pohon dari jenis ke-I); ΣD (luas total area penutupan untuk seluruh jenis); Ni (jumlah individu gastropoda).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Teridentifikasi 7 jenis dari 5 famili mangrove pada stasiun-stasiun penelitian yang terdistribusi sebagaimana Tabel 3. Mangrove-mangrove tersebut ditemui dalam 3 stadia pertumbuhan yaitu semai, pancang dan pohon. Beberapa jenis lain dapat terdistribusi diluar area sampling pada stasiun penelitian. Dari seluruh lokasi penelitian, *R. mucronata* menjadi jenis dengan nilai INP tertinggi (Tabel 4).

**Tabel 3.** Distribusi Jenis-Jenis Mangrove pada Stasiun-Stasiun Penelitian

Jenis Mangrove	Non Ekowisata	Non Ekowisata	Ekowisata		Ekowisata terbungkalai
	Karangtirta	Bojongsalawe	Nusawiru	Bulaksetra	Batukaras
<i>Avicennia Alba</i>	-	-	✓	-	✓
<i>Avicennia Marina</i>	✓	-	✓	-	✓
<i>Aegiceras Corniculatum</i>	-	-	-	✓	-
<i>Nypa Fruticans</i>	✓	-	✓	-	✓
<i>Rhizophora Apiculata</i>	-	✓	-	-	✓
<i>Rhizophora Mucronata</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Sonneratia Alba</i>	-	-	✓	-	✓

**Tabel 4.** Indeks Nilai Penting (INP) Jenis-Jenis Mangrove dari Seluruh Lokasi Penelitian

Jenis Mangrove	Indeks Nilai Penting		
	Semai (%)	Pancang (%)	Pohon (%)
<i>Avicennia Alba</i>	60	3,4	21,2
<i>Avicennia Marina</i>	-	44,4	14,8
<i>Aegiceras Corniculatum</i>	-	4,6	12
<i>Nypa Fruticans</i>	27,4	52,9	33
<i>Rhizophora Apiculata</i>	-	46,8	22,4
<i>Rhizophora Mucronata</i>	201	121,6	103,8
<i>Sonneratia Alba</i>	11,6	20	32,8
<b>Nilai Maksimal</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>240</b>

Kerapatan mangrove kategori pohon tertinggi ditemui pada kawasan ekowisata konservasi Nusawiru dengan *N. fruticans* menjadi jenis yang paling banyak ditemui. Adapun Karangtirta menjadi kawasan yang tidak memiliki tegakan pohon karena pada kawasan ini belum lama ditanami sehingga didominasi oleh semai dari *Rhizophora* (Tabel 5)

**Tabel 5.** Kerapatan Mangrove Kategori Pohon pada Stasiun-Stasiun Penelitian

Parameter	Non Ekowisata (Semai)	Non ekowisata (Semai, Pancang, Pohon)	Ekowisata (Semai, Pancang, Pohon)		Ekowisata Terbungkalai (Semai, Pancang, Pohon)
	Karangtirta	Bojongsalawe	Nusawiru	Bulaksetra	Batukaras
<b>Mangrove</b>					
Jumlah Jenis	3	2	5	2	6
Kerapatan Pohon (Pohon/Ha)	0	600	800	140	660
Kerapatan Total (Pohon/Ha)	Rusak/jarang	Rusak/jarang	Rusak/jarang	Rusak/jarang	Rusak/jarang
	26.560	19.080	14.480	5.660	5.300
<b>Gastropoda</b>					
Jumlah Jenis	13	11	14	26	9
Kelimpahan (Ind/m <sup>2</sup> )	5,6	251,9	138,2	301,8	90,7
Indeks	2,02	0,31	1,20	1,10	1,05
Keanekaragaman	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang

Dari seluruh kawasan mangrove dapat ditemukan 30 jenis dari 7 famili gastropoda yang terdistribusi pada stasiun-stasiun penelitian sebagaimana Tabel 6. Bulaksetra adalah kawasan mangrove dengan jumlah jenis terbanyak.

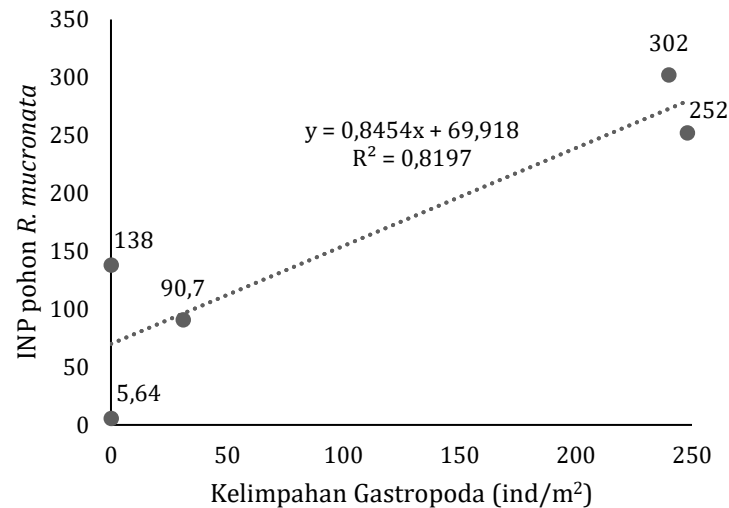
**Tabel 6.** Komposisi Gastropoda pada Stasiun-Stasiun Penelitian

Jenis Gastropoda	Stasiun Penelitian					Komposisi (%)
	Non Ekowisata (Semai)	Non Ekowisata (Semai, Pancang, Pohon)	Ekowisata (Semai, Pancang, Pohon)		Ekowisata Terbengkalai (Semai, Pancang, Pohon)	
	Karangtirta	Bojongsalawe	Nusawiru	Bulaksetra	Batukaras	
<i>F. Ater</i>	46	5.942	2.123	4.915	1.445	73,43
<i>P. Cingulata</i>	29	150	404	1.845	291	13,80
<i>C. Oualaniense</i>	7	49	690	308	44	7,62
<i>T. Palustris</i>	14	98	-	85	15	1,08
<i>C. Quoyii</i>	-	-	-	68	13	0,41
<i>C. Corona</i>	-	-	52	28	-	0,41
<i>N. Baltaeta</i>	-	10	10	17	15	0,39
<i>C. Diadema</i>	-	-	47	30	-	0,39
<i>T. Picta</i>	-	-	53	11	-	0,32
<i>T. Telescopium</i>	-	-	-	62	-	0,31
<i>L. Carinifera</i>	-	-	15	23	11	0,25
<i>C. Vespertilionis</i>	9	21	3	14	-	0,24
<i>V. Turrita</i>	2	-	19	25	-	0,23
<i>C. Aurisfelis</i>	1	14	2	14	-	0,19
<i>N. Atramentosa</i>	-	-	26	6	2	0,17
<i>L. Atriculata</i>	14	2	-	16	-	0,16
<i>C. Nucleus</i>	-	-	3	11	-	0,07
<i>N. Dubia</i>	1	-	-	12	-	0,07
<i>L. Melanostoma</i>	8	4	-	-	-	0,06
<i>L. Pallescens</i>	6	3	-	3	-	0,06
<i>N. Incerta</i>	-	-	-	10	-	0,05
<i>N. Cornea</i>	1	-	-	9	-	0,05
<i>C. Retrospectum</i>	-	-	9	-	-	0,05
<i>N. Violaceum</i>	-	-	-	9	-	0,05
<i>L. Scabra</i>	3	-	-	4	-	0,04
<i>C. Sulculosa</i>	-	-	-	6	-	0,03
<i>L. Filosa</i>	-	-	-	5	-	0,03
<i>N. Olivaceus</i>	-	-	-	5	-	0,03
<i>L. Intermedia</i>	-	-	-	-	3	0,02
<i>V. Aquatilis</i>	-	-	-	2	-	0,01
<b>Jumlah</b>	<b>141</b>	<b>6.298</b>	<b>3.456</b>	<b>7.544</b>	<b>2267</b>	
<b>Komposisi (%)</b>	<b>0,72</b>	<b>31,96</b>	<b>17,54</b>	<b>38,28</b>	<b>11,50</b>	<b>100,00</b>

Terdapat korelasi yang sangat kuat antara kelimpahan gastropoda dengan Indeks Nilai Penting (INP) pohon *R. mucronata* pada kawasan mangrove di Pangandaran. Sedangkan korelasi antara kelimpahan gastropoda dengan kerapatan total mangrove; jumlah jenis gastropoda dengan kerapatan pohon; dan jumlah jenis gastropoda dengan INP pohon *R. mucronata* tergolong kategori sedang. Adapun korelasi antara jumlah jenis gastropoda dengan kerapatan total tergolong rendah dan kelimpahan gastropoda dengan kerapatan pohon tergolong sangat rendah (Tabel 7). Semakin tinggi INP kategori pohon *R. mucronata* pada suatu kawasan mangrove maka akan diikuti oleh tingginya kelimpahan gastropoda (Gambar 2).

**Tabel 7.** Korelasi antara Variable Gastropoda dengan Mangrove pada Kawasan Mangrove di Pangandaran

Variabel		X (Mangrove)		
		Kerapatan Pohon	Kerapatan Total	INP <i>R. Mucronata</i> (Pohon)
Y	Kelimpahan	0,100619342	-0,470820318	0,905347114
(Gastropoda)	Jumlah Jenis	-0,509559664	-0,361617931	0,49531607



**Gambar 2.** Hubungan Indeks Nilai Penting (INP) pohon *R. Mucronata* dengan Kelimpahan Gastropoda

Sebagian besar parameter kualitas air dan lingkungan pada kawasan-kawasan mangrove di Pangandaran memenuhi kriteria pada PP No.22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Adapun nilai pH di muara Karangtirta, Bojong Salawe dan Batukaras berada dibawah kriteria (Tabel 8).

**Tabel 8.** Kualitas Air dan Tipe Substrat dari Stasiun-Stasiun Penelitian

Parameter	Non Ekowisata	Non Ekowisata	Ekowisata		Ekowisata	Kriteria
	St.2	St.3	St.4	St.1	Terbengkalai St.5	
Suhu (°C)	31,4	25,5	26,5	28	25,5	28-32
Salinitas (‰)	27	25	20	26,5	20	s/d 34
pH	5,98	5,71	8,2	7,8	5,8	7-8,5
DO (mg/l)	7,9	5,98	7	7,8	5,4	>5
Tipe Substrat	Pasir	Pasir Berlumpur	Pasir Berlumpur	Pasir Berlumpur	Pasir Berlumpur	-

Keterangan: kriteria berdasarkan (Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021)

**Pembahasan**

Lokasi-lokasi penelitian secara alami merupakan habitat bagi mangrove sehingga memenuhi sebagian besar parameter kualitas perairan dan substrat untuk kawasan mangrove. Muara sungai dengan substrat berlumpur merupakan lokasi dan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan mangrove (Dien et al., 2016; Rahmadhani et al., 2021). Stasiun penelitian Muara Karangtirta memiliki nilai suhu, salinitas, dan DO yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun-stasiun lain. Dangkalnya perairan dan dominasi semai *Rhizophora* hasil penanaman pada kawasan ini menjadikan minimnya naungan sehingga perairan terpengaruh langsung oleh sinar matahari (Dalengkade, 2019). Sebaliknya stasiun Bojongsalawe menjadi kawasan dengan suhu terendah dibanding kawasan lain akibat adanya naungan dari pohon *Rhizophora*. Kawasan Karangtirta yang merupakan area pantai mendapatkan pengaruh langsung air laut dan pasang surut sehingga menjadikannya memiliki substrat pasir dengan salinitas yang lebih tinggi dibanding stasiun lain yang letaknya berada lebih jauh dari pantai. Faktor lain yang dapat mempengaruhi salinitas pada area mangrove adalah hujan, air dari sungai serta dinamika perairan (Matatula, 2019). Rentang salinitas pada stasiun-stasiun penelitian masih memenuhi kriteria bagi *macrozoobenthos* (15-35‰) ataupun gastropoda (20-35‰) (Ernawati et al., 2013; Hutabarat & Evans, 1985). Adapun stasiun-stasiun lain memiliki tipe substrat berupa pasir berlumpur yang lebih sesuai bagi gastropoda mangrove. Dinamika dan pengaruh langsung dari perairan akibat gelombang dan pasang surut pada muara Karangtirta menjadikannya memiliki nilai DO yang lebih tinggi. Nilai DO yang berada diatas nilai 5 memenuhi kriteria bagi biota pada mangrove. Adapun nilai DO pada kawasan mangrove bersifat dinamis yang dapat

dipengaruhi oleh tingginya pasang surut, tingkat penyinaran sinar oleh sinar matahari, fase pasang surut serta jarak dari tepian hutan mangrove (Mattone & Sheaves, 2017). Beberapa stasiun penelitian memiliki nilai pH yang berada di bawah kriteria. Nilai pH rendah atau kondisi asam dapat dipengaruhi oleh tingginya penguraian serasah ataupun material organik lain pada kawasan mangrove (Badu et al., 2022).

*R. mucronata* adalah jenis yang dapat ditemukan pada seluruh stasiun penelitian. Selain jenis tersebut, *R. apiculata* dan *N. fruticans* merupakan jenis lain yang umum dijumpai pada ekosistem mangrove di Pangandaran. *R. mucronata* banyak digunakan dalam kegiatan penanaman sehingga dalam penelitian ini memiliki INP yang paling tinggi (Aini et al., 2016). Jenis-jenis dari genus *Rhizophora* banyak dipilih untuk kegiatan penanaman karena memiliki kemampuan adaptasi yang baik dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi (Fahmi et al., 2010; Haripin et al., 2016; Kusmana & Septiarie, 2014). Adapun *N. fruticans* terdistribusi pada seluruh kawasan mangrove dan banyak ditemui pada bagian tepian sungai (Widodo et al., 2020). Adanya vegetasi *N. fruticans* diketahui dapat berkontribusi terhadap kekayaan jenis epifauna dan dominansi gastropoda pada Kawasan mangrove (Emoyoma et al., 2020; Udoidiong & Ekwu, 2011). *N. fruticans* dapat tumbuh rapat dan menghasilkan serasah daun ataupun pelepah yang merupakan sumber material organik pada lingkungan mangrove. Vegetasi nipah dilaporkan menjadi habitat bagi gastropoda treefauna *L. scabra* (Pietersz et al., 2022).

Kawasan ekowisata konservasi yang ada di Pangandaran tidak selalu dicirikan dengan kerapatan pohon mangrove yang tinggi, mengingat penutupan kanopi dari suatu pohon dapat cukup luas. Sebagaimana stasiun Bulaksetra dengan nilai kerapatan pohon yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kawasan Bojongsalawe. Melekatnya status kawasan ekowisata konservasi dapat dilihat sebagai bentuk upaya perlindungan pada kawasan sehingga vegetasi mangrove yang ada atau ditanam dapat terus tumbuh baik dengan meminimalisir ancaman dan kerusakan (Harjanto et al., 2019; Wahyuningsih, 2021). Status tersebut juga menunjukkan akan adanya kepedulian dan upaya untuk meningkatkan kualitas mangrove pada kawasan di masa yang akan datang (Safuridar & Andiny, 2020). Hal tersebut juga dapat terlihat dari upaya penanaman yang dilakukan di stasiun muara Karangtirta sehingga pada kawasan ini dapat ditemui dominasi semai meskipun tidak ditemukan tegakan pohon mangrove sejati. Adapun kawasan ekowisata konservasi yang telah tidak beroperasi seperti di Batukaras menunjukkan kerapatan pohon yang tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan kawasan Nusawiru yang berstatus ekowisata konservasi mangrove. Kedua kawasan tersebut terletak berdekatan sehingga cenderung memiliki karakteristik yang serupa. Meskipun tidak termasuk kawasan ekowisata konservasi, Bojongsalawe memiliki kerapatan pohon yang mendekati kawasan ekowisata konservasi Nusawiru dan Batukaras. Vegetasi tersebut merupakan hasil penanaman dimasa lampau (Mulyani et al., 2018). Pada kawasan Bojongsalawe juga dapat ditemui mangrove dalam stadia pancang. Penanaman pada kawasan ini masih terus berlangsung sehingga terdapat semai-semai mangrove.

Pada kawasan ekowisata ataupun konservasi dapat ditemukan lebih banyak jenis gastropoda dibandingkan kawasan non ekowisata ataupun ekowisata yang terbengkalai. Meskipun jumlah dan kepadatan gastropoda tidak menunjukkan pola yang serupa, tetapi pada kawasan-kawasan mangrove dengan vegetasi yang tersusun atas semai, pancang dan pohon cenderung memiliki jumlah dan kepadatan gastropoda yang lebih tinggi dibanding kawasan yang didominasi semai seperti di Muara Karangtirta. Distribusi jumlah jenis gastropoda yang ada juga tidak selalu mengikuti kondisi kerapatan vegetasi mangrove. Terbatasnya jumlah dan kelimpahan gastropoda di muara Karangtirta dapat dipengaruhi faktor tipe substrat berupa pasir, tingginya suhu akibat paparan langsung dari sinar matahari dan adanya pengaruh langsung dari air laut terhadap tingginya salinitas (Chusna et al., 2017; Laraswati et al., 2020; Maia & Coutinho, 2016; Mathius et al., 2018). Dengan sedikit ditemuinya kategori pancang dan tidak didapatinya kategori pohon maka produksi dan masukan serasah ataupun material organik dari vegetasi pada stasiun ini masih terbatas dan kondisi tersebut dapat mempengaruhi kelimpahan gastropoda (Prasetia et al., 2019). Meskipun Bojongsalawe tidak tergolong sebagai area ekowisata konservasi, stasiun ini memiliki tegakan pohon khususnya jenis dari genus *Rhizophora* dari penanaman di masa lalu dengan jumlah yang mendekati stasiun Batukaras. Pada kawasan ini juga dapat ditemui tegakan stadia pancang dan masih terus ditanami semai *Rhizophora*. Kawasan Bojong Salawe dan Bulaksetra sempat terdampak tsunami 2006 dengan kondisi kritis pada kawasan Bojongsalawe beberapa waktu setelahnya (Hakim et al., 2021; Kuslani & Sukamto, 2015; Kusmana & Ningrum, 2016).

Kawasan ekowisata konservasi Bulaksetra menjadi area dengan jumlah, jumlah jenis dan kepadatan tertinggi dibandingkan stasiun penelitian lain. Berbeda dengan stasiun lain dimana area mangrove terbentuk di tepian sungai pada daerah yang lebih dalam, kawasan mangrove Bulaksetra terbentuk berdekatan serta sejajar dengan garis pantai dan memiliki bagian yang selalu tergenang dengan substrat lumpur berpasir menjadikannya habitat yang baik bagi mangrove dan gastropoda. Vegetasi campuran dari stadia semai, pancang dan pohon dari setidaknya 19 jenis mangrove yang terdapat di Bulaksetra menyediakan material organik dan menjadi tempat hidup bagi gastropoda arboreal ataupun



treefauna (Kusmana & Ningrum, 2016). Aktivitas penanaman masih terus dilakukan oleh berbagai pihak termasuk masyarakat penduli lingkungan Desa Babakan di Kawasan mangrove Bulaksetra. Stasiun Batukaras memiliki jumlah jenis gastropoda terendah jika dibandingkan dengan stasiun-stasiun lain. Adapun jumlah dan kepadatan gastropoda pada stasiun ini berada dibawah stasiun-stasiun ekowisata konservasi. Meskipun begitu kelimpahan gastropoda pada kawasan ini masih jauh lebih tinggi dibanding kawasan Muara Karangtirta, mengingat kondisi dan variasi vegetasi di Batukaras yang lebih baik. Dengan statusnya sebagai pusat restorasi dan pembelajaran mangrove, indeks keanekaragaman ( $H'$ ) gastropoda di Batukaras saat ini berada pada kategori sedang dan hal tersebut masih sama dengan hasil penelitian (Nurfajrin & Rosada, 2018). Meskipun dilaporkan adanya penambahan beberapa jenis gastropoda, disisi lain juga terdapat penurunan nilai indeks keanekaragaman.

Pada setiap stasiun penelitian *F. Ater* menjadi jenis yang ditemukan dalam jumlah paling besar. Secara komposisi jenis ini menempati 32,62%-94,35% dari populasi pada stasiun-stasiun penelitian. Melimpahnya *F. ater* juga dilaporkan dari kawasan mangrove di Sumatera Barat, Aceh Besar, Singapura hingga Malaysia (Desmarina et al., 2022; Dewi et al., 2022; Hassan & Ab Lah, 2020; Lup & Sow-yan, 2019; Sarong et al., 2017). Jenis ini diketahui memiliki kemampuan adaptasi terhadap beragam habitat dengan rentang salinitas dari tawar hingga payau sehingga banyak terdistribusi pada muara sungai (Das et al., 2018; Lok et al., 2011). Jenis ini dapat ditemukan pada tipe substrat pasir, pasir lumpur serasah berkerikil hingga batuan berlumpur tipis (Sarong et al., 2017). *F. ater* juga dapat digunakan sebagai indikator kualitas air (López S.J. & Urcuyo, 2012). Sebagaimana beberapa daerah lain, melimpahnya *F. ater* pada kawasan mangrove di Pangandaran juga diiringi pemanfaatan oleh masyarakat untuk keperluan konsumsi (Dewi et al., 2022; Hidayat et al., 2020). *F. Ater*, *P. cingulata*, dan *C. oualaniense*, adalah jenis-jenis yang dapat ditemukan pada seluruh stasiun penelitian. Ketiga jenis tersebut diketahui dapat hidup pada substrat berpasir. *P. cingulata* dilaporkan dapat ditemukan dalam jumlah besar dan menjadi permasalahan pada area budidaya payau (Aditya, 2011).

Sebagian besar keanekaragaman gastropoda pada kawasan mangrove tergolong kedalam sedang dan hanya stasiun Bojongsalawe yang berkeanekaragaman rendah. Nilai indeks keanekaragaman kategori sedang menunjukkan penyebaran jumlah individu spesies sedang, kestabilan komunitas sedang dan produktivitasnya sedang. Nilai indeks keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh jumlah jenis, jumlah individu, hingga terdapatnya jenis yang lebih dominan secara jumlah dibanding jenis lain (Dimenta et al., 2020). Pada penelitian ini dominasi jumlah *F. ater* merupakan faktor yang turut mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman pada stasiun-stasiun penelitian. Sebagaimana beberapa laporan terdahulu, keanekaragaman gastropoda sedang hingga tinggi cenderung didapati pada kawasan mangrove dengan kondisi lingkungan serta vegetasi yang baik (Hasidu et al., 2020). Sebaliknya degradasi lingkungan akan mempengaruhi kesesuaian kawasan mangrove sebagai habitat bagi gastropoda yang beberapa diantaranya akan memiliki keanekaragaman yang lebih rendah (Kasim et al., 2022). Penyematan status ekowisata konservasi terhadap suatu kawasan mangrove dapat berdampak positif terhadap keberlangsungan keanekaragaman gastropoda.

Terdapat korelasi yang sangat kuat antara kelimpahan gastropoda dengan Indeks Nilai Penting (INP) pohon *R. mucronata* pada kawasan mangrove di Pangandaran. Adapun korelasi antara kelimpahan gastropoda dengan kerapatan total mangrove; jumlah jenis gastropoda dengan kerapatan pohon; dan jumlah jenis gastropoda dengan INP pohon *R. mucronata* tergolong kategori sedang. Adanya korelasi sedang antara kelimpahan gastropoda dengan kerapatan mangrove di Pangandaran serupa dengan temuan dari kawasan mangrove di Tarakan (Salim et al., 2019). Korelasi positif antara kelimpahan gastropoda dengan kerapatan mangrove juga ditemukan pada kawasan mangrove di Jepara dan Kepulauan Seribu (Nadaa et al., 2021; Silaen et al., 2013). Sedangkan korelasi antara jumlah jenis gastropoda dengan kerapatan total tergolong rendah dan kelimpahan gastropoda dengan kerapatan pohon tergolong sangat rendah. Semakin tinggi INP kategori pohon *R. mucronata* pada suatu kawasan mangrove maka akan diikuti oleh tingginya kelimpahan gastropoda. Sangat kuatnya hubungan Nilai Penting (INP) pohon dari *R. mucronata* dengan kelimpahan gastropoda menunjukkan bahwa semakin baik dan banyaknya kondisi vegetasi pohon *R. mucronata* pada stasiun-stasiun penelitian maka akan diiringi meningkatnya kelimpahan gastropoda. Hal yang serupa juga dilaporkan dari kawasan mangrove Mojo di Pemalang (Puryono & Suryanti, 2019).

Hasil inventarisasi gastropoda pada stasiun-stasiun penelitian menunjukkan terdapatnya jenis-jenis gastropoda yang belum tercatat pada laporan penelitian terdahulu dan sebaliknya juga terdapat beberapa jenis gastropoda dari laporan terdahulu yang tidak ditemukan dalam penelitian ini (Hakim et al., 2021; Nurfajrin & Rosada, 2018). Dengan teridentifikasinya jenis-jenis yang belum dilaporkan sebelumnya, maka penelitian ini melengkapi catatan sebaran jenis-jenis gastropoda pada kawasan-kawasan mangrove di Pangandaran yang dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan dan pelestarian kawasan. Perbandingan dengan laporan-laporan terdahulu juga menunjukkan bahwa komunitas gastropoda di Pangandaran bersifat dinamis yang dapat dipengaruhi oleh kondisi dan perubahan lingkungan.

Karakteristik geografis seperti topografi kawasan dan komposisi jenis vegetasi dapat mempengaruhi keanekaragaman gastropoda yang berkembang pada suatu kawasan mangrove.

#### 4. SIMPULAN

Kawasan mangrove di Pangandaran merupakan vegetasi campuran yang menjadi habitat bagi berbagai jenis gastropoda treefauna serta epifauna dengan keanekaragaman sedang. Keanekaragaman gastropoda bervariasi antar lokasi dengan dipengaruhi faktor-faktor seperti karakteristik dan kondisi habitat, vegetasi, kualitas perairan, dan tipe substrat. Kawasan ekowisata konservasi Bulaksetra memiliki jumlah jenis dan kelimpahan gastropoda tertinggi dibanding lokasi lain, oleh karenanya area ini perlu dijaga dan dilestarikan. Upaya peningkatan kualitas vegetasi dan lingkungan dapat terus dilakukan pada kawasan-kawasan lain khususnya muara Karangtirta sebagai suatu kawasan rintisan. Penetapan status sebagai ekowisata konservasi pada suatu kawasan mangrove dapat menjadi suatu pilihan yang dapat diambil dalam upaya menjaga keberlangsungan ataupun meningkatkan kualitas vegetasi serta keanekaragaman gastropoda.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dari Ilmu Kelautan UNPAD yang telah membantu pengambilan data di lapangan. Seluruh penulis merupakan kontributor utama.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, R. T., & Dance, S. P. (2000). *Compendium of seashells: a color guide to more than 4200 of the world's marine shells*. Odyssey Publishing.
- Abu El-Regal, M. A., & Ibrahim, N. K. (2014). Role of mangroves as a nursery ground for juvenile reef fishes in the southern Egyptian Red Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 40(1), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.01.001>.
- Aditya, L. (2011). Mekanisme pemangsaan pada *Chicoreus capucinus* (Neogastropoda: Muricidae) terhadap *Cerithidea cingulata* (Mesogastropoda: Potamididae) [Universitas Indonesia]. In *Skripsi*. [https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20181109-S31614-Legina Aditya.pdf](https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-8/20181109-S31614-Legina%20Aditya.pdf).
- Aini, A., Budihastuti, R., & Hastuti, endah dwi. (2016). Pertumbuhan semai *Rhizophora mucronata* pada saluran tambak Wanamina dengan lebar yang berbeda. *Jurnal Biologi*, 5(1), 48–59. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/biologi/article/view/19481>.
- Azizah, M. N. L., Wulandari, D., & Marianti, dan A. (2021). Tantangan mewujudkan ekowisata sungai berkelanjutan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan melindungi keanekaragaman hayati di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(2), 72–77. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i2.31072>.
- Badu, M. M. S., Soselisa, F., & Sahupala, A. (2022). Analisis faktor ekologis vegetasi mangrove di Negeri Eti Teluk Piru Kabupaten SBB. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 6(1), 44–56. <https://doi.org/10.30598/10.30598.jhppk.2022.6.1.44>.
- Chusna, R. R. R., Rudiyananti, S., & Suryanti, S. (2017). Hubungan substrat dominan dengan kelimpahan gastropoda pada hutan mangrove Kulonprogo, Yogyakarta. *Saintek Perikanan*, 13(1), 19–23. <https://doi.org/10.14710/ijfst.13.1.19-23>.
- Dalengkade, M. N. (2019). Pemodelan reaksi suhu udara terhadap penyinaran cahaya matahari dalam hutan bakau. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 13(2), 061–068. <https://doi.org/10.30598/barekengvol13iss2pp061-068ar732>.
- Das, R. R., Joe Jeevamani, J. J., Sankar, R., Vijay Kumar, D. S., Krishnan, P., Ramachandran, P., & Ramachandran, R. (2018). Limited distribution of Devil snail *Faunus ater* (Linnaeus, 1758) in tropical mangrove habitats of India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 47(10), 2002–2007.
- Desmarina, Y., Zulkifli, Z., & Nasution, S. (2022). Diversity and distribution of gastropod (Molusca) in the mangrove ecosystem of Apar Village, Pariaman City, West Sumatera Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 3(2), 132–143. <https://doi.org/10.31258/jocos.3.2.132-143>.
- Dewi, E., Agustina, R., Sarong, M. A., Yulianda, F., & Suhendrayatna, S. (2022). Histopathological analysis of *Faunus Ater* ovotestis in Bale and Reuleueng Rivers, Aceh Besar Regency, Aceh Province Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), 1273–1277. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.9878>.
- Dharma, B. (2005). *Recent and fossil Indonesian shells*. ConchBooks.
- Dien, A. M. H., Rembet, U. N. W. J., & Wantasen, A. S. (2016). Profil ekosistem mangrove di Desa BAHOI

- Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(1). <https://doi.org/10.35800/jip.4.1.2016.12461>.
- Dimenta, R. H., Machrizali, R., Safitri, K., & Khairul. (2020). Hubungan distribusi makrozoobenthos dan lingkungan pada kawasan ekosistem mangrove di Kelurahan Sei Barombang Kabupaten Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Gorontalo Fisheries Journal*, 3(1), 23–41.
- Eddy, S., Iskandar, I., Ridho, M. R., & Mulyana, A. (2019). Restorasi hutan mangrove terdegradasi berbasis masyarakat lokal. *Jurnal Indobiosains*, 1(1), 1–13. <https://jurnal.univpgrilembang.ac.id/index.php/biosains>.
- Emoyoma, U. O., Numbere, A. O., & Woke, G. N. (2020). Impact of nypa palm (*Nypa fruticans* Wurmb) and mangroves forest on benthic macro invertebrate community in Andoni River, Nigeria. *International Letters of Natural Sciences*, 77, 51–62. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilns.77.51>.
- Ernawati, S., Niartiningsih, A., Nessa, M. Na., & Omar, S. B. A. (2013). Sukses makrozoobentos di hutan mangrove alami dan rehabilitasi di Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Bionature*, 14(1), 49–60. <https://doi.org/10.35580/bionature.v14i1.1448>.
- Fahmi, K., Dahlan, Z., & Sarno. (2010). Tingkat keberhasilan hidup bibit mangrove *Rhizophora mucronata*, *R. apiculata* dan *Bruguiera gymnorrhiza* di delta Upang Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*, 1, 69–72. <https://doi.org/10.56064/maspuri.v1i1.1124>.
- Hadinata, F. W., Khayani, D. N., Tria, H., Pao, P. H., & Zurba, N. (2020). Pengembangan ekowisata mangrove berbasis konservasi di pesisir Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Journal of Aceh Aquatic Science*, 4(1), 25–33. <http://jurnal.utu.ac.id/JAAS/article/view/2720>.
- Hakim, M. R., Krisnafi, Y., & Prayitno, M. R. E. (2021). Struktur komunitas mangrove di kawasan mangrove Bulaksetra, Kabupaten Pangandaran. *Marlin*, 2(1), 151–156. <https://doi.org/10.15578/marlin.v2.i1.2021.151-156>.
- Haripin, Linda, R., & Rusmiyanto PW, E. (2016). Analisis vegetasi hutan mangrove di kawasan muara sungai Serukam Kabupaten Bengkayang. *Protobiont*, 5(3), 66–72.
- Harjanto, E., Rayadin, Y., Aipassa, M. I., & Ruslim, Y. (2019). Pengembangan Bontang Mangrove Park sebagai model perlindungan ekosistem mangrove di taman nasional kutaidan dampaknya terhadap perubahan tutupan lahan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 5(1), 21–30. <http://doi.org/10.20886/jped.2019.5.1.21-30>.
- Hasidu, L. O. A. F., Jamili, Kharisma, G. N., Prasetya, A., Maharani, Riska, Rudia, L. O. A. P., Ibrahim, A. F., Mubarak, A. A., Muhsafaat, L. O., & Anzani, L. (2020). Diversity of mollusks (Bivalves and gastropods) in degraded mangrove ecosystems of Kolaka district, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(12), 5884–5892. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211253>.
- Hassan, N. H., & Ab Lah, R. (2020). Relationship of condition index and reproductive status of black snail, *Faunus ater* in Merchang Lagoon. *Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.46754/umtjur.v2i1.98>.
- Hastari, B., & Girsang, S. R. (2019). Partisipasi pelaku ekowisata dalam upaya konservasi di Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Jurnal Daun*, 6(2), 105–116. <http://www.tjyybjb.ac.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=9987>.
- Hidayat, Y., Amri, E., & Siska, I. (2020). Deteksi cemaran bakteriologis dan logam berat daging Langkitang (*Faunus ater*). *Bioconcetta*, 6(1), 14–20.
- Hijriati, E., & Mardiana, R. (2014). Pengaruh ekowisata berbasis masyarakat terhadap perubahan kondisi ekologi, sosial dan ekonomi di Kampung Batusuhunan, Sukabumi. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 2(3), 146–159. <https://doi.org/10.22500/sodality.v2i3.9422>.
- Hilmi, E., Sari, L. K., Cahyo, T. N., Dewi, R., & Winanto, T. (2022). The structure communities of gastropods in the permanently inundated mangrove forest on the north coast of Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(5), 2699–2710. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230554>.
- Hutabarat, S., & Evans, S. M. (1985). *Pengantar Oseanografi*. UI-Press.
- Imamsyah, A., Arthana, I. W., & Astarini, I. A. (2020). The influence of physicochemical environment on the distribution and abundance of mangrove gastropods in Ngurah Rai Forest Park Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(7), 3178–3188. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210740>.
- Ismail, J. R., Mubarik, A. S., Sinambela, Y. Y., Fairuz, S., Zulfikri, F. F., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2020). Pemanfaatan citra Landsat 8 OLI untuk kajian penutup lahan di Kecamatan Pangandaran dengan algoritma ISO Data. *PANGEA*, 2(1), 92–101. <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/pangea/article/view/1985/1478>.
- Jaya, S. P., Lestari, & Pebriano, V. (2022). Ekowisata mangrove di Mempawah. *Jurnal Mosaik Arsitektur*, 10(2), 351–364. <https://doi.org/10.26418/jmars.v10i2.55608>.
- Junaedi, I. W. R., Wijaya, P. A. D., Mertayasa, I. G. A., Wiratanaya, G. N., & Sumartana, I. M. (2021). Strategi pengembangan ekowisata mangrove di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Kota Denpasar, Bali. *Jurnal*

- Ilmiah MEA*, 5(1), 1809–1827. <https://doi.org/10.31955/mea.v5i1.1636>.
- Karlina, E. (2015). Strategi pengembangan ekowisata mangrove di kawasan Pantai Tanjung Bara, Kutai Timur, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 12(2), 191–208. <https://doi.org/10.20886/jphka.2015.12.2.191-208>.
- Kasim, F., Kadim, M. K., & Abukasim, M. (2022). Kompleksitas biodiversitas habitat gastropoda dan mangrove pada patch lokal. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 7(2), 85–99. <https://doi.org/10.14203/oldi.2022.v7i2.400>.
- Kuslani, H., & Sukamto. (2015). Teknik pengamatan vegetasi mangrove di pesisir Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. *BTL*, 13(2), 83–90. <http://dx.doi.org/10.15578/btl.13.2.2015.83-90>.
- Kusmana, C., & Chaniago, Z. A. (2017). Kesesuaian lahan jenis pohon mangrove di Bulaksetra, Pangandaran Jawa Barat. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1), 48–54. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.48-54>.
- Kusmana, C., & Ningrum, D. R. P. (2016). Tipologi dan kondisi vegetasi kawasan mangrove Bulaksetra Kabupaten Pangandaran Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 7(2), 137–145. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/78019>.
- Kusmana, C., & Septiarie, M. (2014). Respon pertumbuhan semai bakau (*Rhizophora mucronata* LAMK.) terhadap tingkat kedalaman dan lama penggenangan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(3), 155–159. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jsilvik/article/download/9255/7263>.
- Laraswati, Y., Soenardjo, N., & Setyati, W. A. (2020). Komposisi dan kelimpahan gastropoda pada ekosistem mangrove di Desa Tireman, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(1), 41–48. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i1.26104>.
- Lok, A. F. S. L., Ang, W. F., Ng, P. X., Ng, B. Y. Q., & Tan, S. K. (2011). Status and distribution of *Faunus ater* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Cerithioidea) in Singapore. *Nature in Singapore*, 4, 115–121. <https://lkcnmh.nus.edu.sg/wp-content/uploads/sites/10/app/uploads/2017/06/2011nis115-121.pdf>.
- López S.J., A., & Urcuyo, J. (2012). First report of *Faunus ater* (Pachychilidae: Gastropod) on the American Continent: A mature empty specimen from Masachapa, Nicaragua, Central America. *UNED Research Journal*, 4(2), 187–189. <https://doi.org/10.22458/urj.v4i2.7>.
- Lugendo, B. R., Nagelkerken, I., Kruitwagen, G., Van Der Velde, G., & Mgaya, Y. D. (2007). Relative importance of mangroves as feeding habitats for fishes: A comparison between mangrove habitats with different settings. *Bulletin of Marine Science*, 80(3), 497–512. <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2007/00000080/00000003/art00006>.
- Lup, L. W., & Sow-yan, C. (2019). A population of the black-snail, *Faunus ater*, in eastern Singapore. *Singapore Biodiversity Records*, 63–64. <https://lkcnmh.nus.edu.sg/app/uploads/2019/01/sbr2019-063-064.pdf>.
- Maia, R. C., & Coutinho, R. (2016). The effects of salinity on the density, shell size and survival of a mangrove gastropod: Laboratory and field evidence. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(6), 1191–1199. <https://doi.org/10.1017/S0025315415000715>.
- Manullang, T., Bakti, D., & Leidonald, R. (2018). Structure of gastropod communities at mangrove ecosystem in Lubuk Kertang village, West Berandan District, Langkat Regency, North Sumatera Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012103>.
- Matatula, J.-. (2019). Keragaman kondisi salinitas pada lingkungan tempat tumbuh mangrove di teluk Kupang, NTT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 425–434. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.425-434>.
- Mathius, R. S., Lantang, B., & Maturbongs, M. R. (2018). Pengaruh faktor lingkungan terhadap keberadaan gastropoda pada ekosistem mangrove di Dermaga Lantamal Kelurahan Karang Indah Distrik Merauke Kabupaten Merauke. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 1(2), 33–48. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v1i1.1440>.
- Mattone, C., & Sheaves, M. (2017). Patterns, drivers and implications of dissolved oxygen dynamics in tropical mangrove forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.08.028>.
- Mediawati, I., Setiawan, J., Seputro, H., & Yassir, I. (2021). An inventory of mangrove forest bird to develop ecotourism in Manggar River, Balikpapan City, Indonesia. *J Hunan University (Natural Sciences)*, 48(7), 60–66. <http://jonuns.com/index.php/journal/article/view/635>.
- Mulyani, Y., Lewaru, M. W., & Haetami, K. (2018). Pemanfaatan dan pelestarian mangrove untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir Pangandaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(11). <http://jurnal.unpad.ac.id/pkm/article/view/20646>.
- Mutia, S., & Rahdriawan, M. (2014). Konsep pengembangan ekowisata hutan mangrove Desa Mojo,

- Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang. *Teknik PWK*, 3(4), 748-765. <https://doi.org/10.14710/tpwk.2014.6733>.
- Nadaa, M. S., Taufiq S.P.J., N., & Redjeki, S. (2021). Kondisi makrozoobentos (Gastropoda dan Bivalvia) pada ekosistem Mangrove, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 33-41. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.26095>.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP.
- Nugroho, T. S., Fahrudin, A., Yulianda, F., & Bengen, D. G. (2019). Analisis kesesuaian lahan dan daya dukung ekowisata mangrove di kawasan mangrove Muara Kubu, Kalimantan Barat. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(2), 483-497. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.483-497>.
- Nurfajrin, A. R., & Rosada, K. K. (2018). Keanekaragaman hayati makrozoobenthos di kawasan mangrove Bulaksetra dan Btukaras, Pangandaran, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 4(2), 248-253. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m040226>.
- Nurfitriani, S., Lili, W., Hamdani, H., & Sahidin, A. (2019). Density effect of mangrove vegetation on gastropods on Pandansari mangrove ecotourism forest, Kaliwlingi Village, Brebes Central Java. *World Scientific News*, 133, 98-120. <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2019/06/WSN-133-2019-98-120.pdf>.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, (2021). <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id>.
- Pietersz, J. H., Pentury, R., & Uneputty, P. A. (2022). Keanekaragaman gastropoda berdasarkan jenis mangrove pada pesisir pantai Desa Waiheru. *TRITON*, 18(2), 103-109. <https://doi.org/10.30598/tritonvol18issue2page103-109>.
- Praselia, M. N., Supriharyono, & Purwanti, F. (2019). Hubungan kandungan bahan organik dengan kelimpahan dan keanekaragaman gastropoda pada kawasan wisata mangrove Bedono Demak. *Journal of Maquares*, 8(2), 87-92.
- Pribadi, R., Hartati, R., & Suryono, C. A. (2009). Komposisi jenis dan distribusi gastropoda di kawasan hutan mangrove Segara Anakan Cilacap. *ILMU KELAUTAN*, 14(2), 102-111. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijms/article/view/295>.
- Puryono, S., & Suryanti, S. (2019). Gastropod diversity in mangrove forests of Mojo Village, Ulujami District, Pemalang Regency, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 20(1), 165-173. <https://doi.org/10.12911/22998993/93940>.
- Putra, A., Husrin, S., & Kelvin, J. (2015). Identifikasi perubahan luasan greenbelt di Kabupaten Pangandaran Jawa Barat menggunakan citra landsat. *Jurnal Akuatika*, 6(1), 59-67. <https://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/5965>.
- Putri, A. E., Khadijah, U. L. S., & Novianti, E. (2020). Community empowerment in the development of mangrove tourism in batu karas of pangandaran, West Java. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 31(3), 972-978. <https://doi.org/10.30892/gtg.31306-529>.
- Rahmadhani, T., Rahmawati, Y. F., Qalbi, R., Fithriyyah H. P., N., & Husna, S. N. (2021). Zonasi dan formasi vegetasi hutan mangrove: Studi kasus di pantai Baros, Yogyakarta. *Jurnal Sains Dasar*, 10(2), 69-73. <https://doi.org/10.21831/jsd.v10i2.43912>.
- Rizal, A. (2018). Economic value estimation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal*, 2(3), 00051. <https://doi.org/10.15406/bij.2018.02.00051>.
- Safuridar, S., & Andiny, P. (2020). Dampak pengembangan ekowisata hutan mangrove terhadap sosial dan ekonomi masyarakat di Desa Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Samudra Ekonomi Dan Bisnis*, 11(1), 43-52. <https://doi.org/10.33059/jseb.v11i1.1882>.
- Salahuddin, M. A. A., Rohayani, I. S., & Candri, D. A. (2021). Species diversity of birds as bioindicators for mangroves damage at Special Economic Zones (SEZ) Mandalika in Central of Lombok, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012058>.
- Salim, G., Rachmawani, D., & Agustianisa, R. (2019). Hubungan kerapatan mangrove dengan kelimpahan Gastropoda di Kawasan Konservasi Mangrove Dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1), 9-19. <https://doi.org/10.35334/harpodon.v12i1.781>.
- Sarong, M. A., MD, A., Saputrie, M., & Wardiah. (2017). Preferensi substrat dan kepadatan populasi Faunus Ater di perairan ekosistem mangrove Sungai Reuleung Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, 131-135. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/SNP-Unsyiah/article/view/6931>.
- Sembiring, K., Kristana, I., Rahman, A., & Wiratana, M. P. (2020). Desain sarana dan prasarana edu-ekowisata mangrove di Bulaksetra, Kabupaten Pangandaran. *Journal of Aquatropica Asia*, 5(2), 28-34. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/aquatropica/article/download/2215/1416>.

- Shinta, Syamsudin, M. L., Andriani Yuli, & Subiyanto. (2022). Identifikasi jenis mangrove pada kawasan ekosistem mangrove di Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Akuatek*, 3(1), 9–18. <https://doi.org/10.24198/akuatek.v3i1.40612>.
- Silaen, I. F., Hendrarto, B., & Nitisupardjo, M. (2013). Distribusi dan kelimpahan Gastropoda pada hutan mangrove Teluk Awur Jepara. *Journal Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 93–103. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4187>.
- Sofian, A., Kusmana, C., Fauzi, A., & Rusdiana, O. (2020). Evaluasi kondisi ekosistem mangrove Angke Kapuk Teluk Jakarta dan konsekuensinya terhadap jasa ekosistem. *Jurnal Kelautan Nasional*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.15578/jkn.v15i1.7722>.
- Suryaningsih, Y. (2018). Ekowisata sebagai sumber belajar biologi dan strategi untuk meningkatkan kepedulian siswa terhadap lingkungan. *Jurnal Bio Education*, 3(2), 59–72.
- Sutisno, A. N., & Afendi, A. H. (2018). Penerapan konsep edu-ekowisata sebagai media pendidikan karakter berbasis lingkungan. *Jurnal Ecolab*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.20886/jklh.2018.2.1.1-11>.
- Udoidiong, O. M., & Ekwu, A. O. (2011). Nipa palm (*Nypa fruticans* wurmb) and the intertidal epibenthic macrofauna east of the Imo river estuary, Nigeria. *World Applied Sciences Journal*, 14(9), 1320–1330.
- Ulhaq, A. Z. D., Pribadi, R., & Nuraini, R. A. T. (2022). Pemberdayaan masyarakat terhadap ekowisata mangrove di Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 295–302. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.33852>.
- Valentina, A., & Qulubi, M. H. (2020). Model pengembangan ekowisata mangrove di pesisir Timur Lampung (Studi di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Lampung Timur). *Share : Social Work Journal*, 9(2), 149–156. <https://doi.org/10.24198/share.v9i2.24881>.
- Wahyuni, S., Sulardiono, B., & Hendrarto, B. (2015). Strategi pengembangan ekowisata mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut Surabaya. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4(4), 66–70. [www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares/article/download/9775/9496](http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares/article/download/9775/9496).
- Wahyuningsih, S. (2021). Potensi mangrove sebagai ekowisata berkelanjutan (Review). *Jurnal Ilmiah Kemaritiman Nusantara*, 1(2), 28–37. <https://ejournal.amc.ac.id/index.ph>.
- Wardhani, M. K. (2011). Kawasan konservasi mangrove: suatu potensi ekowisata. *Jurnal KELAUTAN*, 4(1), 60–79.
- Widodo, P., Sukarsa, Herawati, W., Hidayag, H. A., Chasanah, T., & Proklamasiningsih, E. (2020). Distribution and characteristics of *Nypa* palm (*Nypa fruticans* Wurmb.) in Southern part of Cilacap regency. *IOP Conf. Series: Warth Anf Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/550/1/012010>.