

## Analisis Kerapatan Mangrove dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung Kota Makassar

Amal Arfan<sup>1\*</sup>, Wahidah Sanusi<sup>2</sup>, Muhammad Rakib<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

<sup>2</sup>Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar  
Jl. Mallengkeri Raya, Tamalate, Makassar, Sulawesi Selatan 90224 Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Kewirausahaan dan Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Makassar  
Jl. Pendidikan, Rappocini, Sulawesi Selatan 90222 Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: amalarfan@unm.ac.id

**ABSTRAK:** Ekosistem mangrove berada dalam posisi yang mengkhawatirkan karena ekosistem tersebut terancam mengalami penurunan kualitas dan kuantitas. Sementara ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis dan menyediakan berbagai manfaat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerapatan mangrove dan keanekaragaman makrozoobenthos di kawasan ekowisata mangrove Lantebung, Makassar. Penelitian dilakukan dengan mengaplikasikan sistem informasi geografis yakni analisis citra penginderaan jauh menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), selanjutnya dilakukan *ground check* yaitu survei lapangan untuk mengidentifikasi keanekaragaman dan kelimpahan jenis mangrove dan makrozoobenthos. Secara umum, kerapatan mangrove di lokasi penelitian tergolong lebat, dan sebagian kecil kerapatan sedang. Nilai kerapatan tertinggi sebesar 0,63 ind/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai terendah sebesar 0,42 ind/m<sup>2</sup>. Jenis mangrove yang terdapat di lokasi penelitian diantaranya *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Brugaria gymnorhiza*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Sonneratia alba*. *Rhizophora mucronata* menjadi spesies mangrove yang paling dominan, sedangkan *Sonneratia alba* merupakan yang paling sedikit ditemukan pada lokasi penelitian. Makrozoobenthos yang hidup di ekosistem tersebut cukup beragam dan berlimpah, paling dominan ditemukan *Uca* sp. (kelas crustacea). Muara sungai merupakan area dengan kerapatan mangrove yang paling tinggi serta area yang paling banyak hidup makrozoobenthos. Ekosistem mangrove di Lantebung masih tergolong sehat dan perlu dijaga agar tetap lestari. Analisis kerapatan mangrove dan keanekaragaman makrozoobenthos penting untuk mendukung pemanfaatan ekosistem mangrove salah satunya pengembangan ekowisata mangrove yang berkelanjutan.

**Kata kunci:** Ekosistem mangrove; NDVI; Makrozoobenthos; Kerapatan; Keanekaragaman

### Analysis of Mangrove Density and Macrozoobenthos Diversity in the Lantebung Mangrove Ecotourism Area, Makassar City

**ABSTRACT:** Mangrove ecosystems are in a worrying position because they are threatened by a decline in quality and quantity. While mangrove ecosystems have an important role in maintaining ecological balance and providing various benefits. This study aims to analysis mangrove density and macrozoobenthos diversity in the Lantebung mangrove ecotourism area, Makassar. The research was conducted by applying geographic information systems, namely remote sensing image analysis using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) method, followed by ground checks, namely field surveys to identify the diversity and abundance of mangrove species and macrozoobenthos. In general, the density of mangroves in the study site is classified as dense, and a small portion of moderate density. The highest density value was 0.63 ind/m<sup>2</sup> while the lowest value was 0.42 ind/ m<sup>2</sup>. Mangrove species found in the study site include *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculate*, *Brugaria gymnorhiza*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, and *Sonneratia alba*. *Rhizophora mucronata* became the most dominant mangrove species, while *Sonneratia alba* was the least occupying the study site. Macrozoobenthos that live in the ecosystem are quite diverse and abundant, most dominantly found *Uca* sp. (crustacean class). The estuary is an area with the highest

*mangrove density and the most macrozoobenthos. The mangrove ecosystem in Lantebung is still relatively healthy and needs to be maintained to remain sustainable. Analysis of mangrove density and macrozoobenthos diversity is important to support the utilization of mangrove ecosystem, one of which is the development of sustainability mangrove ecotourism.*

**Keywords:** Mangrove ecosystem; NDVI; Macrozoobenthos; Density; Diversity

## PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove adalah ekosistem yang terdiri dari hutan bakau, terumbu karang, dan lautan dangkal yang terdapat di sepanjang pantai. Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis dan menyediakan berbagai manfaat ekonomi bagi manusia. Dalam hal fungsi ekonomi, ada tiga sumber utama mangrove, yaitu hasil hutan, perikanan pesisir, dan wisata alam. Menurut Ardiansyah *et al.* (2012), hutan mangrove menyediakan produk yang sangat beragam dan berharga bagi masyarakat pesisir ditingkat lokal, regional, dan global. Beberapa jasa ekosistem yang disediakan terdiri dari produk kayu (misalnya, kayu, tiang, kayu bakar, dan arang) dan produk non-kayu (produksi garam, tanin, beternak lebah untuk produksi madu, perikanan, akuakultur, obat-obatan, nilai budaya, dan estetika) (Machava-António *et al.*, 2022).

Hal ini menekankan pentingnya hutan mangrove bagi ekosistem tersebut karena hutan mangrove menyediakan habitat bagi berbagai jenis hewan (Zakaria & Rajpar, 2015) yang merupakan komponen rantai trofik yang penting, selain sebagai sumber makanan utama yang paling penting (Muro-Torres *et al.*, 2020). Ekosistem mangrove menyediakan nutrisi bagi penghuni mangrove yang beranekaragam, sehingga nyaman bagi berbagai fauna. Terkait fauna, penghuni ekosistem mangrove dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok terrestrial dan kelompok akuatik (Pambudi *et al.*, 2019). Kelompok akuatik terdiri dari 2 tipe yaitu yang hidup di dalam kolam air dan yang menempati substrat. Fauna yang menempati substrat umumnya tergolong makrozoobenthos.

Ekosistem mangrove di beberapa daerah di Indonesia berada dalam posisi yang sangat mengkhawatirkan karena ekosistem tersebut terus mengalami penurunan kualitas dan kuantitas akibat degradasi (Syamsuddin *et al.*, 2019; Zakaria & Rajpar, 2015). Makassar, salah satu kota di Indonesia, memiliki hutan bakau yang luas yang semakin terdegradasi akibat ulah manusia. Mangrove Lantebung adalah satu-satunya ekosistem mangrove di Makassar. Lantebung sendiri terletak di pinggiran kota Makassar. Saat ini ekosistem mangrove yang ada di Lantebung dijadikan sebagai destinasi ekowisata.

Pengelolaan kawasan mangrove yang bersifat sektoral tanpa memperhatikan potensi yang tersedia, maka akan memicu terjadinya degradasi lingkungan dan menurunnya sumberdaya alam itu sendiri (Buwono, 2017). Dalam pengembangan ekowisata mangrove, maka langkah utama yang perlu dikaji dan diidentifikasi adalah kondisi dan potensi ekowisata di kawasan tersebut (Nugroho *et al.*, 2018). Perlu untuk mengukur kesehatan mangrove untuk mempertahankan fungsi dan meningkatkan manfaat ekosistem mangrove. Biodiversitas mangrove dan fauna merupakan salah satu indikator dalam menentukan kondisi kesehatan ekosistem mangrove (Abubakar *et al.*, 2021; Sari *et al.*, 2019).

Salah satu aspek penting dalam menjaga keseimbangan ekologis di ekosistem mangrove adalah memantau kerapatan mangrove dan keanekaragaman fauna di dalamnya. Kerapatan mangrove dan keanekaragaman fauna dapat memberikan informasi tentang kondisi lingkungan yang terjadi di ekosistem mangrove. Selain itu, kerapatan mangrove dan keanekaragaman fauna juga dapat menjadi indikator untuk mengevaluasi dampak dari aktivitas manusia terhadap ekosistem mangrove. Karena semakin menurunnya kualitas ekosistem mangrove akan menyebabkan berkurangnya keberadaan dan jumlah biota di dalamnya (Laraswati *et al.*, 2020).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan ekosistem mangrove, antara lain Silitonga *et al.* (2018) memantau perubahan kerapatan vegetasi mangrove di pulau Enggano melalui interpretasi citra. Romadoni *et al.* (2023) mengidentifikasi kondisi mangrove di Kawasan mangrove

Kabupaten Jepara menggunakan analisis citra. Gazali *et al.* (2019) mengkaji keterkaitan kerapatan mangrove dengan keberadaan gastropoda di Tarakan secara in situ. Putra *et al.* (2018) meneliti pola sebaran gastropoda di hutan bakau. Pambudi *et al.* (2019) meneliti kelimpahan dan keanekaragaman kepiting bakau (*Scylla sp.*) di Rembang.

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kerapatan mangrove dan menganalisis kesehatan ekosistem mangrove berdasarkan kelimpahan makrozoobenthos. Melalui penelitian ini, dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang kondisi lingkungan di ekosistem mangrove di kawasan ekowisata mangrove Lantebung Makassar dan juga memberikan informasi yang berguna untuk keberlanjutan lingkungan di ekosistem tersebut.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023 di kawasan ekowisata mangrove Lantebung kota Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Sumber data dari penelitian ini berupa citra landsat 8 tahun 2022 yang diperoleh dari EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Citra diolah menggunakan sistem informasi geografis yaitu ArcGIS. SIG sudah dikenal efektif dan efisien untuk melakukan identifikasi objek dan fenomena yang ada di permukaan bumi (Yusuf *et al.*, 2022). Pengolahan citra melalui beberapa tahapan yaitu koreksi radiometric, clip, NDVI, dan reclass.

Analisis kerapatan mangrove berdasarkan jumlah pohon bakau yang terdapat di suatu lokasi. Kerapatan mangrove dilakukan menggunakan indeks vegetasi yaitu metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI bermanfaat untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan vegetasi termasuk mangrove. Saluran yang digunakan untuk analisis NDVI pada landsat 8 diperoleh berdasarkan pada pantulan objek pada spektrum merah (band 4) dan inframerah dekat (band 5) (Silitonga *et al.*, 2018). Adapun nilai NDVI kombinasi dari band 4 dan 5 yaitu selisih nilai band 5 dan band 4 dibagi dengan penjumlahan nilai band 5 dan band 4. Sehingga akan diperoleh nilai kelas NDVI, yang selanjutnya diklasifikasikan menjadi 3 kelas kerapatan yakni lebat, sedang, dan jarang. Penilaian tingkat kerapatan tajuk mangrove berdasarkan nilai NDVI mengikuti Departemen Kehutanan (2005) yaitu  $-1.0 - 0.32$  (jarang),  $0.33 - 0.42$  (sedang), dan  $0.43 - 1.00$  (lebat). Hasil akhirnya akan diperoleh peta kerapatan mangrove.



**Gambar 1.** Lokasi dan Titik Penelitian

Peta kerapatan mangrove hasil analisis NDVI dicek di lapangan (*ground check*). GC perlu dilakukan untuk mengukur dan membandingkan hasil analisis NDVI yang dikerjakan. Kegiatan ini akan memberikan penjelasan mengenai kondisi ekosistem sebenarnya di lapangan. Data yang dikumpulkan dari *ground check* dikelompokkan berdasarkan variabel tipe yaitu kepadatan mangrove sebagai variabel (X) dan kelimpahan makrozoobenthos sebagai variabel (Y).

Pendekatan *ground check* yang digunakan yaitu pendekatan ekologi dengan menggunakan metode transek kuadrat. Kerapatan mangrove dapat diukur dengan menggunakan metode plot, pengembangan dari metode Mueller (Renta *et al.*, 2016; Warpur, 2016). Petak/transek pada masing-masing titik berukuran 10x10 m<sup>2</sup>. *Purposive sampling* diaplikasikan untuk menentukan titik pengukuran yang dipastikan terdapat mangrove dan makrozoobenthos. Pengukuran dilakukan pada saat air surut untuk memudahkan dalam pengamatan dan perhitungan mangrove dan makrozoobenthos. Kerapatan mangrove dilakukan dengan menghitung jumlah vegetasi mangrove dalam transek, sedangkan keanekaragaman makrozoobenthos dengan mengamati spesies yang ada di dalam transek. Analisis kerapatan mangrove menggunakan persamaan:

$$Kx = \frac{\text{Jumlah mangrove}}{\text{Luas petak transek (m}^2\text{)}}$$

Sedangkan kelimpahan makrozoobenthos dihitung dengan formulasi:

$$Ky = \frac{\text{Jumlah makrozoobenthos}}{\text{Luas petak transek (m}^2\text{)}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kerapatan mangrove dapat dilakukan dengan memanfaatkan sistem informasi geografis yakni analisis citra landsat menggunakan metode NDVI. Hasil analisis NDVI untuk kerapatan mangrove di kawasan ekowisata mangrove Lantebung di sajikan pada gambar 2. Selanjutnya, dilakukan *ground check* untuk mengetahui keakuratan hasil NDVI serta mengamati jenis mangrove yang ada di lokasi penelitian. Hasil pengukuran mangrove secara in situ disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil *ground check* di kawasan ekowisata mangrove Lantebung di dapatkan bahwa mangrove yang ada di lokasi penelitian berasal dari famili Rhizophoraceae, Acanthaceae, dan Sonneratiaceae. Sebaran jenis mangrove yang mendominasi ditemukan yaitu jenis *Rhizophora mucronata*. Adapun pada plot 4 dengan kerapatan lebat didominasi oleh *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*. Spesies lain dalam jumlah sedikit yang ditemukan diantaranya *Rhizophora apiculata*, *Brugaria gymnorhiza*, dan *Sonneratia alba*.

Pada umumnya mangrove yang terdapat di kawasan ekowisata mangrove Lantebung didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata* diikuti oleh *Avicennia marina*. *Rhizophora mucronata* mendominasi tumbuh di lokasi penelitian karena jenis ini lebih toleran terhadap substrat yang lebih

**Tabel 1.** Kerapatan Mangrove Secara In Situ

Stasiun	Spesies mangrove (ind/100 m <sup>2</sup> )						Jumlah	Kerapatan	Keterangan
	Rm	Ra	Bg	Am	Aa	Sa			
1	33	3	0	3	3	0	42	0,42	Sedang
2	55	3	1	2	2	0	63	0,63	Lebat
3	40	2	2	2	6	2	54	0,54	Lebat
4	23	1	1	22	13	0	42	0,60	Lebat
5	42	2	3	4	4	3	58	0,58	Lebat

Keterangan: Rm = *Rhizophora mucronata*, Ra = *Rhizophora apiculata*, Bg = *Brugaria gymnorhiza*, Am = *Avicennia marina*, Aa = *Avicennia alba*, dan Sa = *Sonneratia alba*.

keras dan berpasir. *Rhizophora mucronata* paling lebat ditemukan pada plot 2 yang merupakan muara sungai. Hal ini sesuai dengan pendapat Herison & Yuda, (2020) bahwa *Rhizophora mucronata* banyak tumbuh di muara sungai dan pematang sungai pasang surut. Substrat tanah berpasir dan berlumpur menyebabkan pertumbuhan jenis *Rhizophora* beradaptasi dengan lingkungannya sehingga penyebaran bijinya dapat mudah tumbuh dan berkembang (Buwono, 2017).

Plot 4 berada tidak jauh dari garis pantai didominasi oleh *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* (famili Acanthaceae). Di titik ini banyak tumbuh *avicennia* karena area ini dipengaruhi oleh pasang surut. Sebagaimana menurut (Herison & Yuda, 2020) bahwa *avicennia* hanya dapat tumbuh pada area yang dipengaruhi pasang surut. Jenis mangrove ini beradaptasi dengan akarnya (akar napas) karena minimnya kandungan oksigen di tanah berlumpur (area pasang surut). Substrat yang cocok berpengaruh pada kerapatan mangrove (Abubakar *et al.*, 2022). Di pesisir terbuka, area yang paling dekat dengan laut, umumnya bersubstrat agak berpasir, sering ditumbuhi jenis *Avicennia* sp., *Rhizophora* sp., *Sonneratia* sp., diikuti oleh *Bruguiera* sp. (Nugroho *et al.*, 2018). Kesesuaian kerapatan mangrove menggunakan NDVI dengan *ground check* disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kesesuaian NDVI dengan *Ground Check*

Stasiun	NDVI	Kerapatan in situ
1	Sedang	Sedang
2	Lebat	Lebat
3	Lebat	Lebat
4	Lebat	Lebat
5	Lebat	Lebat



**Gambar 2.** Kerapatan mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung

**Tabel 3.** Kelimpahan Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Lantebung

Stasiun	Bivalvia		Gastropoda							Crustacea			Total	Kelimpahan		
	Pil	Sac	Lit	Nat	Ner	Ter	Mel	Cer	Cre	Tel	Epi	Uca			Scy	Met
1	4	3	8	0	0	0	3	7	0	5	10	55	2	12	109	1,09
2	0	10	2	3	3	5	8	2	5	4	24	48	3	23	140	1,40
3	6	7	4	6	3	4	4	7	5	5	15	34	4	13	117	1,17
4	5	5	0	0	4	4	6	6	4	7	17	45	6	5	114	1,14
5	5	7	5	8	6	6	12	4	6	5	20	38	2	8	132	1,32
Jumlah	20	32	19	17	16	19	33	26	20	26	86	220	17	61		

**Keterangan:** Rm = *Rhizophora mucronata*, Ra = *Rhizophora apiculata*, Am = *Avicennia Marina*, Aa = *Avicenna alba*, Sa = *Sonneratia alba*, Bg = *Brugaria gymnorhiza*, Pil = *Pilsbryoncha exilis*, Sac = *Saccostrea sp.*, Lit = *Littoria sp.*, Nat = *Natica sp.*, Ner = *Nerita sp.*, Ter = *Terebia sp.*, Mel = *Melanoides sp.*, Cer = *Cerithidea quadrata*, Cre = *Crepidula convexa*, Tel = *Telescopium mauritsi*, Epi = *Episaserma sp.*, Uca = *Uca sp.*, Scy = *Scylla serrata*, dan Met = *Metaplex sp.*

Tabel 2, menunjukkan dari lima titik pengamatan menunjukkan hasil antara NDVI dengan ground check semuanya sesuai. Sehingga penilaian kerapatan mangrove menggunakan NDVI dari citra landsat mampu dan akurat.

### Kelimpahan Makrozoobenthos

Fauna makrozoobenthos yang diperoleh dalam penelitian ini sebanyak 14 jenis yang terkelompok dalam 3 kelas yaitu kelas bivalvia diantaranya *Pilsbryoncha exilis* dan *Saccostrea sp.*; Kelas gastropoda diantaranya *Littoria sp.*, *Natica sp.*, *Nerita sp.*, *Terebia sp.*, *Melanoides sp.*, *Cerithidea quadrata*, *Crepidula convexa*, dan *Telescopium mauritsi*; Kelas crustacea diantaranya *Episaserma sp.*, *Uca sp.*, *Scylla serrata*, dan *Metaplex sp.* Kelimpahan makrozoobenthos pada tiap stasiun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3, menunjukkan bahwa makrozoobenthos yang terdapat di kawasan ekowisata mangrove Lantebung didominasi oleh famili crustacea terutama jenis *Uca sp.*, kelas bivalvia diwakili oleh *Saccostrea sp.* Sedangkan, kelas gastropoda paling banyak ditemukan *Melanoides sp.* Berdasarkan perhitungan kelimpahan diperoleh tingkat kelimpahan makrozoobenthos tertinggi secara berurutan yaitu stasiun 2, 5, 3, 4, dan 1. Kelimpahan makrozoobenthos di kawasan mangrove bervariasi diduga karena kondisi lingkungan yang berbeda dan letak stasiun yang berbeda, ke dua hal tersebut memengaruhi nilai kelimpahan fauna mangrove (Kusuma *et al.*, 2020). Stasiun 2 yang merupakan muara sungai dengan kerapatan mangrove yang paling tinggi diikuti oleh kelimpahan makrozoobenthos tertinggi juga. Hal ini berarti bahwa stasiun 2 memiliki kondisi ekosistem yang sangat stabil di lokasi penelitian. Hal ini sejalan dengan Hutama *et al.* (2019) bahwa komunitas dengan keanekaragaman tinggi maka kondisi ekosistem sangat stabil, sebaliknya komunitas dengan jumlah fauna yang sedikit maka ekosistem kurang stabil karena keanekaragaman fauna nya rendah.

Komposisi jenis biota yang diperoleh dipengaruhi oleh kerapatan dan ketebalan mangrove, dimana semakin tebal dan rapat maka biota yang diperoleh memiliki kepadatan yang tinggi (Abubakar *et al.*, 2022; Putra *et al.*, 2018). Perbedaan kelimpahan fauna makrozoobenthos antara kerapatan jarang-sedang dengan kerapatan sedang-padat lebih besar nilainya pada kerapatan sedang-padat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan yang lebih besar antara kerapatan mangrove yang jarang dan sedang, yang menyebabkan kondisi lingkungan yang berbeda baik secara fisik maupun kimia dengan kedua kerapatan lain yang lebih dekat (Taqwa *et al.*, 2013). Salah satu faktor penyebab perbedaan tersebut adalah produksi serasah. Kerapatan mangrove berdampak signifikan

terhadap produksi serasah, semakin lebat hutan mangrove maka semakin banyak serasah yang akan terbentuk. Semakin banyak serasah yang terbentuk menyebabkan detritus dan unsur hara yang terbentuk. Detritus merupakan makanan bagi makrozoobenthos, sehingga pada akhirnya akan banyak fauna benthos yang tinggal di ekosistem tersebut. Begitu juga dengan unsur hara yang akan menyuburkan alga bentik merupakan sumber makanan bagi makrozoobenthos (Taqwa *et al.*, 2013).

## KESIMPULAN

Ekosistem mangrove di kawasan ekowisata mangrove Lantebung secara umum tergolong lebat yang berarti dalam kondisi sehat. Hal tersebut didukung dengan melimpahnya dan beranekaragamnya makrozoobenthos yang hidup di kawasan tersebut. Kami mengaplikasikan SIG dengan menggunakan analisis NDVI terhadap citra penginderaan jauh, serta didukung dengan survei lokasi. Pengukuran kerapatan mangrove menggunakan SIG memudahkan dan efisien dengan hasil yang cukup akurat. Analisis kerapatan mangrove dan keanekaragaman makrozoobenthos menjadi hal yang penting untuk dilakukan untuk menilai kesehatan mangrove dalam suatu ekosistem mangrove. Penilaian tersebut penting untuk mendukung pemanfaatan ekosistem mangrove salah satunya pengembangan ekowisata mangrove yang berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sebagai pemberi dana pada penelitian ini dalam skim Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju (RIIM), juga kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Makassar yang telah memberikan izin penelitian juga kepada Ketua LPPM Universitas Negeri Makassar serta tim riset BRIN

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S., Kadir, M.A.K.M.A., Pertiwi, R.T.A., Rina, R., Subur, R., Sunarti, S., Abubakar, Y., Susanto, A.N., & Fadel, A.H., 2021. Fauna Biodiversity as Indicator of Mangrove Forest Health on Moti Island, Moti District, Ternate City. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3):974–982. DOI: 10.29303/jbt.v21i3.3009
- Abubakar, S., Rina, R., Subur, R., Susanto, A.N., & Kodung, F.R., 2022. Kesehatan mangrove berdasarkan biodiversitas fauna di Desa Bobo Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat. *Agribisnis Perikanan*, 15(1):284–293.
- Ardiansyah, W.I., Rudhi, P., & Nirwani, S., 2012. Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove di Kawasan Pesisir Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. *Journal of Marine Research*, 1(2):203–215.
- Buwono, Y.R., 2017. Identification and Density Mangrove Ecosystem in the Areas Pangpang Bay. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 8(1):32–37.
- Departemen Kehutanan., 2005. Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Jakarta.
- Gazali, S., 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. DOI: 10.35334/harpodon.v12i1.781
- Herison, A., & Yuda, R., 2020. Mangrove for Civil Engineering, Bandar Lampung.
- Hutama, H.F.R., Hartati, R., & Djunaedi, A., 2019. Makrozoobenthos Gastropoda pada Vegetasi Mangrove di Pesisir Utara, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(1):37. DOI: 10.14710/buloma.v8i1.22453
- Kusuma, E.W., Nuraini, R.A.T., & Hartati, R. 2020. Komposisi Jenis Gastropoda di Mangrove Desa Kaliwlingi dan Sawojajar, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(2):167–174. DOI: 10.14710/jmr.v9i2.26558
- 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. DOI: 10.14710/jmr.v9i1.26104
- Machava-António, V., Fernando, A., Cravo, M., Massingue, M., Lima, H., Macamo, C., Bandeira, S., & Paula, J., 2022. A Comparison of Mangrove Forest Structure and Ecosystem Services in Maputo Bay (Eastern Africa) and Príncipe Island (Western Africa). *Forests*, 13(9):1–21. DOI: 10.3390/f13091466
- Muro-Torres, V.M., Amezcua, F., Soto-Jiménez, M., Balart, E.F., Serviere-Zaragoza, E., Green, L., & Rajnohova, J., 2020. Primary sources and food web structure of a tropical wetland with high density of mangrove forest. *Water*, 12(11):1–18. DOI: 10.3390/w12113105
- Nugroho, T.S., Fahrudin, A., Yulianda, F., & Bengen, D.G., 2018. 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.
- Pambudi, D.S., Budiharjo, A., & Sunarto, S., 2019. Kelimpahan dan Keanekaragaman Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) di Kawasan Hutan Bakau Pasar Banggi, Rembang. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 25(2):93–102. DOI: 10.15578/jppi.25.2.2019.93-102
- Putra, S., Sarong, M.A., & Huda, I., 2018. Pola Persebaran Gastropoda di Ekosistem Mangrove Sungai Reuleung Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 6(1):59–62. DOI: 10.22373/biotik.v6i1.4044
- Renta, P.P., Pribadi, R., Zainuri, M., & Utami, M.A.F., 2016. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Mojo Kabupaten Pemalang Jawa Tengah., *Jurnal Enggano*, 1(2):1–10. DOI: 10.31186/jenggano.1.2.1-10
- Romadoni, A.A., Ario, R., & Pratikto, I., 2023. Analisa Kesehatan Mangrove di Kawasan Ujung Piring dan Teluk Awur Menggunakan Sentinel-2A. *Journal of Marine Research*, 12(1):71–82. DOI: 10.14710/jmr.v12i1.35040
- Sari, R.N., Safe'i, R., & Iswandaru, D., 2019. Biodiversitas Fauna Sebagai Salah Satu Indikator Kesehatan Hutan Mangrove Fauna. *Jurnal Perennial*, 15(2):62–66. DOI: 10.24259/perennial.v15i2.6061
- Silitonga, O., Purnama, D., & Nofriadiansyah, E., 2018. Pemetaan Kerapatan Vegetasi Mangrove di Sisi Tenggara Pulau Enggano Menggunakan Data Citra Satelit. *Jurnal Enggano*, 3(1):98–111. DOI: 10.31186/jenggano.3.1.98-111
- Syamsuddin, N., Santoso, N., & Diatin, I., 2019. Inventarisasi Ekosistem Mangrove di Pesisir Randutatah, Kecamatan Paiton, Jawa Timur. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(4):893–903. DOI: 10.29244/jpsl.9.4.893-903
- Taqwa, A., Supriharyno, S., & Ruswahyuni, R., 2013. Primary productivity analysis of phytoplankton and community structure of macrobenthos based on mangrove density in conservation area of Tarakan City, East Kalimantan. *Bonorowo Wetlands*, 3(1):30–40. DOI: 10.13057/bonorowo/w030103
- Warpur, M., 2016. Struktur Vegetasi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Kampung Ababiadi Distrik Supiori Selatan Kabupaten Supiori. *Jurnal Biodjati*, 1(1):19–26. DOI: 10.15575/biodjati.v1i1.1040
- Yusuf, M., Maddatuang, Malik, A., & Sukri, I., 2022. Analisis Trend dan Variabilitas Suhu Permukaan Laut di Perairan Indonesia WPPN-RI 713. *Jurnal Environmental Science*, 5(1):76–82. DOI: 10.35580/jes.v5i1.38018
- Zakaria, M., & Rajpar, M.N., 2015. Assessing the fauna diversity of Marudu Bay mangrove forest, Sabah, Malaysia, for future conservation. *Diversity*, 7(2):137–148. DOI: 10.3390/d7020137