

Komposisi Dan Struktur Komunitas Mangrove di Ekowisata Mangrove Budeng, Bali, Indonesia

The Composition and Structure of Mangrove Community in Budeng Mangrove Ecotourism, Bali, Indonesia

¹I Kadek Hendri Adi Nata, ¹I Wayan Rosiana, ^{1*}Putu Angga Wiradana, ¹Rahmadi Prasetijo, ²I Putu Sugiana, dan ³Nandar Sutiadipraja

¹)Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan dan Sains, Universitas Dhyana Pura, Jl. Raya Padang Luwih, Dalung, Kuta Utara, Dalung, Kec. Kuta Utara, Kabupaten Badung (80351), Provinsi Bali, Indonesia

²)Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), Universitas Udayana (UNUD). Gedung Agrokompleks. Lantai 4, Jl. PB Sudirman, Denpasar (80232), Provinsi Bali, Indonesia

³) Balai Perhutanan Sosial dan Kemitraan Wilayah Bali dan Nusa Tenggara, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Jl. Bypass Ngurah Rai No.6, Kuta, Kabupaten Badung (80361), Provinsi Bali, Indonesia

*Email: angga.wiradana@undhirabali.ac.id

ABSTRAK

Mangrove merupakan ekosistem vital yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi, melindungi wilayah pesisir dari erosi, dan menyediakan sumber daya ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi dan struktur komunitas mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove Budeng, Bali, Indonesia, serta kualitas air di kawasan tersebut. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode transek garis berukuran 10 × 10 m pada tiga plot. Hasilnya mengidentifikasi tujuh spesies mangrove sejati, dengan *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora apiculata* sebagai spesies dominan dengan kepadatan tinggi. Parameter kualitas air ditemukan berada dalam batas yang dapat diterima sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, meskipun konsentrasi timbal (Pb) cukup tinggi, sehingga memerlukan penyelidikan lebih lanjut. Temuan ini menggarisbawahi perlunya penelitian lanjutan tentang peran penting ekosistem mangrove dan upaya bioremediasi di kawasan ini untuk mendukung pengembangan ekowisata berkelanjutan dan konservasi ekosistem pesisir.

Kata Kunci: metode transek garis; Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004; timbal (Pb); bioremediasi

ABSTRACT

*Mangroves are vital ecosystems that play a crucial role in maintaining ecological balance, protecting coastal areas from erosion, and providing economic resources. This study aims to analyze the composition and structure of the mangrove community in the Budeng Mangrove Ecotourism area, Bali, Indonesia, as well as the water quality in the area. The research was conducted using a 10 × 10 m line transect method across three plots. The results identified seven true mangrove species, with *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, and *Rhizophora apiculata* being the dominant species with high density. Water quality parameters were found to be within acceptable limits as per the Environmental Minister's Decree No. 51 of 2004, although lead (Pb) concentrations were notably high, warranting further investigation. The findings underscore the need for continued research on the critical role of mangrove ecosystems and bioremediation efforts in this area to support sustainable ecotourism development and coastal ecosystem conservation.*

Keywords: line transect method; Environmental Minister's Decree No. 51 of 2004; lead (Pb); bioremediation

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan sekumpulan tanaman halofit yang ditemukan di lingkungan pesisir dan pasang surut di wilayah tropis dan sub-tropis. Secara ekologis, hutan mangrove memiliki peran penting dalam melindungi masyarakat pesisir dari gelombang, erosi, dan pencemaran limbah. Selain itu, hutan mangrove juga menyediakan sumber daya hayati yang bernilai ekonomis, seperti obat – obatan tradisional, ikan, kepiting, dan udang (Bimrah *et al.* 2022; Qur'ani *et al.* 2023). Ekosistem mangrove juga dikenal karena keanekaragaman hayati yang tinggi serta perannya sebagai habitat penting bagi berbagai biota akuatik (Sarker *et al.* 2024). Meskipun mangrove tersebar di lebih dari seratus negara di seluruh dunia, kawasan Indo-Pasifik menjadi pusat utama ekosistem mangrove global, dengan mencakup sekitar 20% dari total hutan mangrove dunia (Giri *et al.* 2011).

Ekosistem mangrove dikenal sebagai *blue carbon ecosystem* yang dapat menyimpan tiga hingga empat kali lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terestrial (Sidik *et al.* 2018; Zeng *et al.* 2021). Penyerapan karbon dalam ekosistem mangrove tidak hanya membantu mengurangi polusi lingkungan, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap keseimbangan ekosistem, mitigasi perubahan iklim, dan penciptaan lingkungan yang berkelanjutan (Sreelekshmi *et al.* 2021). Siklus biogeokimia di ekosistem mangrove, terutama siklus karbon, melibatkan penyerapan dan penyimpanan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer ke dalam tanah dan biomassa (Harishma *et al.* 2020; Wang *et al.* 2021). Kemampuan mangrove untuk menyimpan karbon organik dilaporkan lima kali lebih tinggi dibandingkan dengan hutan dataran tinggi tropis. Di kawasan Asia Tenggara, penyerapan karbon oleh mangrove telah berkontribusi lebih dari setengah biomassa mangrove di seluruh dunia (Giri *et al.* 2015; Taillardat *et al.* 2018; Saintilan *et al.* 2020).

Beberapa kawasan mangrove di Provinsi Bali dilindungi oleh undang-undang nasional, termasuk Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai dan Taman Nasional Bali Barat (TNBB). TAHURA Ngurah Rai merupakan kawasan mangrove terluas di Provinsi Bali, dengan luas sekitar 1.132,

hektar (Wijaya *et al.* 2024). Penelitian sebelumnya mengenai struktur komunitas mangrove di TAHURA Ngurah Rai telah menunjukkan dominasi genus *Bruguiera*, *Rhizophora*, dan *Sonneratia* (Wiyanto dan Faiqoh 2015; Sugiana *et al.* 2022). Penelitian terbaru juga mengungkapkan bahwa TAHURA Ngurah Rai memiliki 18 spesies mangrove sejati, sedangkan Nusa Lembongan memiliki 15 spesies mangrove sejati, dengan struktur komunitas yang sebagian besar tersusun oleh *Sonneratia alba* dan *Rhizophora* spp. (*R. apiculata*, *R. mucronata*, dan *R. stylosa*) (Wijaya *et al.* 2024).

Desa Budeng memiliki hutan mangrove seluas 67,03 hektar, yang telah ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.2848/MENHUTVII/KUH/2014.

Mangrove di Desa Budeng tidak hanya tumbuh di kawasan hutan milik negara, tetapi juga di area yang dimiliki oleh masyarakat sebagai areal penggunaan tambahan. Karena alasan tersebut, kawasan mangrove di Desa Budeng dikembangkan sebagai ekowisata alam dan dimanfaatkan secara berkelanjutan, termasuk melalui pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK), pengembangan silvofishery untuk budidaya ikan bandeng dan udang vaname (*L. vannamei*), serta pengolahan buah dan daun mangrove menjadi produk pangan oleh Kelompok Tani Hutan (KTH). Meskipun banyak proyek restorasi dan rehabilitasi mangrove telah dilakukan di Bali, termasuk di Desa Budeng, terutama di pesisir yang terdegradasi oleh tambak akuakultur, penelitian mengenai struktur vegetasi mangrove di wilayah ini masih terbatas. Selama hampir 30 tahun, penelitian mangrove di Bali Barat lebih terfokus pada wilayah mangrove di Desa Perancak (Kamal *et al.* 2021), sementara studi di Ekowisata Mangrove Desa Budeng masih sedikit dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dan komposisi komunitas mangrove di Ekowisata Mangrove Desa Budeng, Bali, guna mengisi kekosongan data ilmiah yang masih terbatas. Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya pemahaman keanekaragaman hayati dan kapasitas penyimpanan karbon mangrove dalam mitigasi perubahan iklim serta mendukung pengelolaan ekowisata

berkelanjutan. Manfaat penelitian ini mencakup peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui pengembangan silvofishery dan produk pangan olahan, serta mendukung pelestarian ekosistem mangrove untuk keseimbangan ekosistem pesisir.

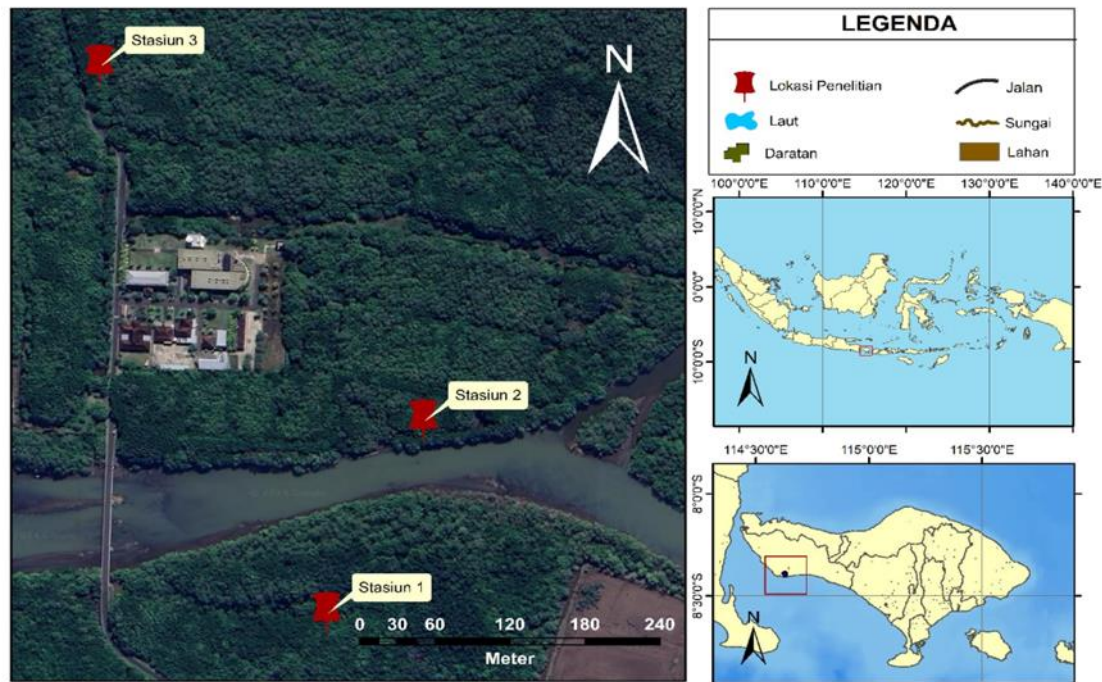
2. METODOLOGI

2.1. Waktu dan Area Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Ekowisata Mangrove Desa Budeng, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali pada bulan Januari – Mei 2024. Lokasi penelitian yang dilakukan dibagi menjadi tiga stasiun (Gambar 1), dimana stasiun 1 (ST.1) yang terletak titik koordinat S 8.395426, E114.628842 yaitu kawasan ekosistem mangrove yang dihuni juga dengan wilayah pemukiman, dan lokasi pemancingan ikan. Stasiun 2 (ST.2) yang

terletak di titik koordinat S 8.394416, E114.630272 yaitu kawasan yang dekat dengan Kantor Balai Riset Dan Observasi Laut (BROL), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Stasiun 3 (ST.3) yang terletak di titik koordinat S 8.391582, E114.627943 merupakan wilayah yang jauh dengan wilayah pemukiman atau aktivitas antropogenik manusia. Karakteristik substrat pada ketiga stasiun rentang dari tanah liat hingga pasir.

Data pendukung berupa kualitas air pada penelitian ini diukur secara in situ dan eksitu. Pengukuran in situ meliputi parameter pH, oksigen terlarut (DO), kekeruhan, dan salinitas. Sedangkan parameter ek situ diukur di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan, RSUP Prof. dr. I.G.N.G. Ngoerah yang meliputi *Total Suspended Solid* (TSS) dan logam berat timbal (Pb).



Gambar 1. Lokasi penelitian di kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng, Provinsi Bali.

2.2. Prosedur sampling vegetasi mangrove

Data vegetasi mangrove yang terdapat dilapangan, diperoleh dengan menggunakan metode transek garis, dengan panjang garis 100 m. Tiga ukuran plot kuadran yang berbeda dibentuk, masing – masing berukuran 10 × 10 m² yang ditempatkan secara acak dan dipisahkan oleh 20 m. Didalam plot 10×10 m² kemudian dibuat subplot berukuran 5×5 m² dan 2×2 m² (Sari *et al.* 2019). Kepadatan mangrove, frekuensi, dan dominan untuk

setiap spesies dan bentuk pertumbuhan diukur dengan mengukur diameter batang setinggi dada (DBH = Diameter Setinggi Dada) = 1,3 meter dari permukaan tanah. Tegakan mangrove diklasifikasikan ke dalam tiga bentuk pertumbuhan: pohon (DBH > 10 cm), pohon muda (DBH 2-10 cm), dan semai (DBH < 2 cm) (Wijaya *et al.* 2024). Prosedur pengukuran ini dilakukan di ketiga stasiun lainnya. Data yang telah diperoleh, kemudian dibawa ke Laboratorium Sains, Universitas

Dhyana Pura untuk dilakukan identifikasi jenis dan struktur komunitas mangrove. Identifikasi spesies mangrove yang ditemukan di masing – masing stasiun dilakukan berdasarkan buku pedoman dari Kitamura *et al.* (1997), Noor *et al.* (1999), dan Tomlinson (2016).

Jumlah jenis mangrove digunakan untuk menghitung kerapatan (K), kerapatan relatif (KR), Frekuensi (F), frekuensi relatif (FR), Dominasi (D), Dominasi relatif (DR), dan penjumlahan antara KR, DR, dan FR digunakan untuk menghitung Indeks Nilai Penting (INP) yang memiliki nilai maksimum sebesar 300% pada tingkat pohon dan tiang, dan nilai maksimum 200% pada tingkat semai dan pancang. Data kualitas air digunakan sebagai pendukung hasil penelitian dan dikoleksi pada masing – masing stasiun.

2.3. Analisis data

Data vegetasi mangrove di tiap stasiun dicatat dalam table sheet dan ditabulasikan ke dalam *Microsoft Excel* (Microsoft, USA) untuk analisis struktur vegetasi dan indeks komunitas. Struktur vegetasi mangrove dianalisis dengan menghitung kepadatan (ind/ha), kepadatan relatif (KR), frekuensi

relatif (FR), kelimpahan relatif (KR), indeks nilai penting (INP). Indeks komunitas yang dianalisis meliputi Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Dominasi (C), dan Indeks Keseragaman (E). Komposisi dari jenis mangrove ditampilkan secara deskriptif. Kualitas air di tiap stasiun pengambilan sampel dibandingkan dengan baku mutu air laut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KLH) Republik Indonesia No. 51 tahun 2004. Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Komposisi mangrove di Ekowisata Mangrove Desa Budeng, Bali

Jumlah spesies dari vegetasi mangrove yang ditemukan di kawasan ekowisata mangrove di Desa Budeng adalah berjumlah tujuh spesies, yang meliputi *Rhizophora mucronata* Poir., *R. apiculata* Blume, *Sonneratia alba* Sm., *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh., *Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam., dan *Xylocarpus granatum* J. Koenig (Tabel 1). Spesies dari keluarga Rhizophoraceae paling tinggi ditemukan pada penelitian ini yaitu sebanyak tiga spesies.

Tabel 1. Komposisi spesies mangrove sejati yang ditemukan di Ekowisata Mangrove di Desa Budeng, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali

No	Keluarga	Spesies	Nama Daerah	Stasiun		
				1	2	3
1	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	Bakau hitam, bakau merah, bangka hitam	+	+	+
2	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume.	Bakau putih, mangi-mangi, nakau akik	+	+	+
3	Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	Prapat, pidada, bogem, posi-posi	+	-	-
4	Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	Api-api putih, sia-sia putih, pejapi, nyapi	+	+	-
5	Acanthaceae	<i>Avicennia rumphiana</i> (Kostel.) Mabb.	Nyirih, banang-banang	-	+	-
6	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lam.	Lindur	-	-	+
7	Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i> J. Koenig.	Banang – banang	-	-	+

Keterangan: + = ada, - = tidak ada

Vegetasi dari *R. mucronata* dan *R. apiculata* ditemukan pada ketiga stasiun pengamatan. Sedangkan, *S. alba* hanya ditemukan di stasiun 1, *A. rumphiana* ditemukan di stasiun 2, dan *B. gymnorhiza* dan *X. granatum* ditemukan di stasiun 3. Serta, *A. marina* yang ditemukan di stasiun 1 dan 2 pada penelitian ini. Komposisi dari mangrove sejati pada tiap wilayah tentunya bervariasi yang ditentukan oleh faktor biotik dan abiotik. Peran dari upaya restorasi juga dapat menyebabkan perbedaan komposisi vegetasi dari sebuah kawasan hutan mangrove. Jumlah spesies mangrove sejati yang ditemukan pada

penelitian ini lebih sedikit jika dengan jumlah spesies mangrove yang dilaporkan di TAHURA Ngurah Rai dan Nusa Lembongan, yaitu masing – masing sebanyak 18 dan 15 spesies (Wijaya *et al.* 2024). Jumlah spesies mangrove yang lebih banyak juga dilaporkan di ekosistem muara Perancak yang letaknya berdekatan dengan area penelitian ini yaitu sebanyak 12 jenis yang tersebar di 28 titik pengamatan (Nugraha 2019). Jumlah spesies mangrove yang sama yaitu sebanyak 12 jenis juga ditemukan di vegetasi hutan mangrove di pesisir Pantai Blekok di Situbondo, Jawa Timur (Dewi 2020).



A



B



C



D



E



F



G

Gambar 2. Spesies mangrove yang ditemukan di kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. A. *R. mucronata*; B. *X. granatum*; C. *S. alba*; D. *A. marina*; E. *B. gymnorrhiza*; F. *A. rumphiana*; dan G. *Rhizophora apiculata*.

Morfologi dari setiap spesies mangrove yang ditemukan pada penelitian ini, ditampilkan pada Gambar 2 di atas. Identifikasi spesies mangrove yang ditemukan di lapangan didasarkan pada karakteristik morfologi dan dibandingkan dengan literatur yang digunakan sebagai panduan identifikasi secara konvensional pada penelitian ini (Noor *et al.* 1999, Tomlinson 2016). Namun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan untuk membedakan keberadaan hibrida putatif dalam genus *Rhizophora* spp., seperti yang ditemukan pada penelitian sebelumnya di Nusa Lembongan, Bali yaitu *R. lamarckii* (Wijaya *et al.* 2024) dan *R. apiculata* yang ditemukan di Pulau Mantehage, bagian dari Taman Nasional Bunaken (TNB), kawasan warisan dunia UNESCO di Indonesia (Djamaluddin *et al.* 2024). Oleh sebab itu, identifikasi dengan pendekatan molekuler yang memanfaatkan DNA Barcoding sangat dibutuhkan untuk riset konservasi spesies mangrove di masa depan (Zaw *et al.* 2020).

3.2. Struktur komunitas mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng

Struktur komunitas dari jenis mangrove di stasiun 1, ditunjukkan pada Tabel 3, struktur komunitas ini didasarkan kepada bentuk pertumbuhan. Kepadatan kategori pohon tertinggi adalah *S. alba* yaitu sebesar 907 ind/ha, dilanjutkan dengan *A. marina* sebesar 531 ind/ha, *R. mucronata* sebesar 380 ind/ha, dan *R. apiculata* sebesar 314 ind/ha. Bentuk pertumbuhan kategori pancang terdiri

dari tiga jenis yang didominasi oleh *R. apiculata* sebesar 379,94 ind/ha, *R. mucronata* sebesar 314 ind/ha, dan *S. alba* sebesar 254,34 ind/ha. Bentuk semai hanya terdapat dua jenis masing – masing yaitu *R. mucronata* sebesar 452 ind/ha dan *R. apiculata* sebesar 380 ind/ha.

Di stasiun 2, kepadatan dari pertumbuhan pohon mangrove didominasi oleh *R. mucronata* yaitu sebesar 1.451,5 ind/ha, *R. apiculata* sebesar 1.133,5 ind/ha, *A. marina* sebesar 113,0 ind/ha, dan *A. rumphiana* sebesar 12,6 ind/ha. Bentuk pertumbuhan pancang dan semai masing – masing hanya dua jenis mangrove yaitu *R. mucronata* dan *R. apiculata*. Struktur komunitas mangrove pada stasiun 2 dapat dilihat pada Tabel 4. Di stasiun 3, kepadatan dari pertumbuhan pohon mangrove tertinggi ditunjukkan oleh *R. apiculata* sebesar 804 ind/ha, *R. mucronata* sebesar 615 ind/ha, *B. gymnorrhiza* sebesar 346 ind/ha, dan *X. granatum* sebesar 28 ind/ha. Pertumbuhan pancang dan semai dari mangrove terdiri dari tiga jenis yaitu *R. mucronata*, *R. apiculata*, dan *B. gymnorrhiza* (Tabel 1).

Bentuk pertumbuhan pohon dengan INP tertinggi di stasiun 1 adalah *S. alba* sebesar 100,90%. Dari nilai INP, maka nilai DR adalah sebesar 42,56%, FR sebesar 25%, dan KR sebesar 33,3%. Rendahnya nilai KR jika dibandingkan dengan DR dan FR menunjukkan bahwa ukuran tegakan lebih kecil peranannya. Hasil ini berbeda dengan *A. marina* yang memiliki nilai INP sebesar 75,38%, dengan nilai DR sebesar 24,89%, FR sebesar 25%, dan KR sebesar 25,5% yang

menunjukkan bahwa ukuran tegakan lebih mendominasi peranannya (Tabel 6). Pola yang sama juga diperlihatkan pada pertumbuhan pohon di stasiun 2 dan 3. *R. mucronata* memiliki nilai INP tertinggi yaitu sebesar 129% dengan kontribusi utama DR 51,66%,

FR sebesar 33,3% dan KR 44,33% (Tabel 7). Spesies dengan nilai INP tertinggi di stasiun 3 adalah *R. apiculata* sebesar 112% dengan kontribusi DR sebesar 30%, FR sebesar 36,78%, dan KR sebesar 36,78% (Tabel 2).

Tabel 2. Struktur komunitas mangrove stasiun 1 di Ekowisata Mangrove di Desa Budeng.

JENIS	Kepadatan (ind/ha)	DR (%)	FR (%)	KR (%)	INP
POHON	-	-	-	-	-
<i>Sonneratia alba</i>	907	42.56	25	33.3	100.90
<i>Avicennia marina</i>	531	24.89	25	25.5	75.38
<i>Rhizophora mucronata</i>	380	17.82	25	21.6	64.39
<i>Rhizophora apiculata</i>	314	14.73	25	19.6	59.34
Total	2132	100	100	100	300
PANCANG	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	314	33.11	33	33.3	99.78
<i>Rhizophora apiculata</i>	379.94	40.07	33	36.7	110.07
<i>Sonneratia alba</i>	254.34	26.82	33	30.0	90.15
Total	948.28	100	100	100	300
SEMAI	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	452	-	50	52.17	102.17
<i>Rhizophora apiculata</i>	380	-	50	47.83	97.83
Total	832	-	100	100	200

Tabel 3. Struktur komunitas mangrove stasiun 2 di Ekowisata Mangrove di Desa Budeng.

JENIS	Kepadatan (ind/ha)	DR (%)	FR (%)	KR (%)	INP
POHON	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	1451.5	51.66	33.33	44.33	129
<i>Rhizophora apiculata</i>	1133.5	40.34	33.33	39.18	113
<i>Avicennia rumphiana</i>	12.6	3.98	11.11	4.12	19
<i>Avicennia marina</i>	113.0	4.02	22.22	12.37	39
Total	2710.6	100.00	100.00	100.00	300
PANCANG	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	452	40.65	50	45.28	135.93
<i>Rhizophora apiculata</i>	660	59.35	50	54.72	164.07
Total	1112	100	100	100.00	300
SEMAI	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	572.3	-	50	50.94	100.94
<i>Rhizophora apiculata</i>	530.7	-	50	49.06	99.06
Total	1102.9	-	100	100	200

Tabel 4. Struktur komunitas mangrove stasiun 2 di Ekowisata Mangrove di Desa Budeng.

JENIS	Kepadatan (ind ha ⁻¹)	DR (%)	FR (%)	KR (%)	INP
POHON	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	615	30	32.18	32.18	96
<i>Rhizophora apiculata</i>	804	30	36.78	36.78	112
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	346	30	24.14	24.14	73
<i>Xylocarpus granatum</i>	28	10	6.90	6.90	18

Total	1794	100	100	100	300
PANCANG	-	-	-	-	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	346.2	61.08	33.33	50	144.41
<i>Rhizophora apiculata</i>	201.0	35.46	33.33	38.10	106.89
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	19.6	3.46	33.33	11.90	48.70
TOTAL	566.8	100	100	100	300
SEMAI	-	-	-	-	-
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	19.625	-	33.33	13.51	46.85
<i>Rhizophora mucronata</i>	254.34	-	33.33	48.65	81.98
<i>Rhizophora apiculata</i>	153.86	-	33.33	37.84	71.17
TOTAL	427.825	-	100	100	200

Pada pertumbuhan pancang, INP tertinggi di stasiun 1 diperoleh oleh *R. apiculata* sebesar 110.07% (DR 40.07%, FR 33%), stasiun 2 diperoleh oleh *R. apiculata* sebesar 164.07% (DR 59.35%, FR 50%), dan di stasiun 3 diperoleh oleh *R. mucronata* sebesar 144.41% (DR 61.08%, FR 33.33%). Pada pertumbuhan semai, INP tertinggi di stasiun 1 diperoleh oleh *R. mucronata* sebesar 102.17% (DR -, FR 50%), di stasiun 2 diperoleh oleh *R. mucronata* sebesar 100.94% (DR -, FR 50%), dan di stasiun 3 oleh *R. mucronata* sebesar 81.98% (DR -, FR 33.33%). Jenis mangrove yang mendominasi setiap stasiun mempengaruhi nilai kerapatan tegakan. Dalam penelitian ini, *S. alba* dan *Rhizophora* spp. memiliki nilai dominasi yang tinggi, namun berbanding terbalik dengan kerapatan vegetasi yang lebih rendah pada seluruh pertumbuhan mangrove di ketiga stasiun. Kerapatan dari vegetasi mangrove dapat menggambarkan tajuk vegetasi dari suatu kawasan mangrove (Wang *et al.* 2024). Hasil ini berbeda dengan penelitian lainnya yang menjelaskan bahwa kerapatan dari pancang lebih tinggi ditemukan jika dibandingkan dengan pertumbuhan pohon yang didominasi oleh *R. apiculata* dan *Ceriops tagal* (INP sebesar 60%) pada kawasan mangrove Pulau Andaman, India (Singh *et al.* 2024).

3.3. Indeks vegetasi mangrove di Ekowisata Desa Budeng, Bali, Indonesia

Indeks mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng ditentukan berdasarkan indeks vegetasi, meliputi Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, dan Indeks Kekayaan. Indeks keanekaragaman (H') dari vegetasi mangrove secara keseluruhan sebesar 1,04, Indeks kemerataan (E) sebesar 1,72, dan indeks

dominansi (C) sebesar 6,60. Nilai dari H' menunjukkan kondisi keanekaragaman hayati dalam suatu ekosistem.

Kesetabilan suatu spesies pada tingkat keanekaragaman ekosistem dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti komponen jenis yang ditemukan, perubahan vegetasi mangrove di lokasi penelitian yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat, serta unsur hara, cahaya, dan air yang diperoleh oleh tumbuhan, yang menyebabkan susunan tumbuhan dari berbagai jenis tumbuhan dapat bervariasi. Nilai H' mangrove pada penelitian ini termasuk kategori sedang berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (berkisar 1-3) (Malik 2011). Nilai H' yang ditemukan pada penelitian ini sama seperti nilai yang ditemukan pada vegetasi mangrove di Taman Nasional Karimunjawa yaitu berkisar 0,932 – 1,464 dari empat stasiun pengamatan (Drajati *et al.* 2024). Namun, nilai H' pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai vegetasi mangrove di Teluk Sampit pada berbagai tingkat komunitas yang bertkategori rendah (Akhmadi 2023). Begitu pula pada nilai H' pada komunitas mangrove di Desa Martajasah, Kabupaten Bangkalan Madura yang termasuk kategori rendah, dan tekanan ekologis tinggi (Supriadi *et al.* 2015).

Indeks kemerataan (E) menginterpretasikan pembagian individu yang merata antar jenis mangrove di suatu kawasan. Nilai indeks kemerataan populasi tinggi memiliki nilai $> 0,6$, dan jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, nilai kemerataan diperoleh sebesar 1,72 (kategori kemerataan populasi tinggi) (Wijana *et al.* 2022). Nilai indeks kemerataan yang tinggi juga ditemukan pada hutan mangrove Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah yaitu berkisar 0,89 – 0,97 (Ashari *et al.* 2019). Kemerataan yang tinggi

menginterpretasikan bahwa spesies mangrove yang terdapat dalam suatu kawasan tersebar merata atau tidak ditemukan spesies tertentu yang mendominasi (Wiradana *et al.* 2021).

Indeks dominansi (C) di kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng sebesar 0,66 yang termasuk kategori tinggi (0,61 – 1,0) (Odum 1994). Indeks dominansi dapat diartikan dengan parameter yang menyatakan tingkat dominasi spesies dalam suatu komunitas. Indeks dominansi yang tinggi juga dilaporkan pada struktur komunitas mangrove di Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati (Nugraha *et al.* 2023). Nilai dominansi yang tinggi dapat diartikan bahwa spesies mangrove sejati yang ada dalam penelitian ini toleran terhadap lingkungan sekitar. Indeks dominansi tinggi juga dapat diartikan bahwa spesies mangrove memiliki kemampuan berkompetisi spesiesnya untuk memperoleh unsur hara yang ideal.

3.4. Parameter kualitas air

Pengukuran kualitas air dapat memberikan informasi pendukung kondisi suatu habitat mangrove dari aspek fisik dan kimianya. Parameter pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO) pada seluruh stasiun berada dalam rentang baku mutu kualitas air laut (Tabel 5). Suhu yang direkomendasikan untuk air laut adalah berkisar 28-32°C, sedangkan suhu pada saat pengambilan sampel adalah 26°C. Hal ini disebabkan karena kondisi pada pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari dengan cuaca yang cenderung berawan dengan musim penghujan. Hal ini tentunya berdampak terhadap suhu badan perairan kawasan mangrove yang cenderung lebih dingin.

Tabel 5. Kondisi kualitas air kawasan Mangrove di Desa Budeng, Jembrana, Kabupaten Bali

Parameter	Unit	Instrumen	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Standar Baku Mutu*
pH	-	pH meter	6,92	7,01	7,06	6-9
Suhu	°C	Termometer	26,6	26,7	26,7	28-32
Salinitas	ppt	Refraktometer	33,0	33,8	31,4	31-34
TSS	mg/L	TSS Meter	86,12	77,61	98,40	20
Kekeruhan	NTU	Turbidimeter	18,0	14,0	20,0	>5
Timbal (Pb)	mg/L	Portable Lead Testing Kit	9,31	8,75	8,85	>0.005
DO	mg/L	DO Meter Portable	9,43	7,62	5,98	>5

Keterangan: *Standar Baku Mutu berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut

Kadar TSS dan kekeruhan pada hasil penelitian ini juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan baku mutu kualitas air laut yang telah ditetapkan. Hal ini dapat disebabkan karena mangrove merupakan wilayah perairan bersubstrat lumpur sehingga dapat menyebabkan peningkatan bahan padatan tersuspensi lebih tinggi pada air dan menyebabkan peningkatan tingkat kekeruhan. Hasil serupa juga ditunjukkan pada kadar TSS yang lebih tinggi di komunitas mangrove di Teluk Jakarta, Indonesia yang berkisar antara 43,33 – 59,96 (Sari *et al.* 2019). Kisaran salinitas pada kawasan mangrove di Desa Budeng hampir sama dengan kadar salinitas di perairan pulau – pulau kecil di Papua Utara

yaitu sebesar 34,38 ppt (Surinati and Corvianawatie 2019). namun, nilai salinitas pada penelitian ini masih lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan mangrove riverine di Perancak yaitu sebesar 17,41 – 22,87 ppt yang diakibatkan oleh daerah aliran sungai (DAS) yang cenderung bersifat tawar (Susiana 2015).

Kadar oksigen terlarut (DO) tertinggi ditemukan pada stasiun 1 yaitu sebesar 9,43 mg/L, dilanjutkan dengan stasiun 2 sebesar 7,62 mg/L, dan terendah di stasiun 3 sebesar 5,98. Seluruh kadar DO masih dalam rentang baku mutu aman berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Hal yang

perlu menjadi sorotan pada parameter kualitas air adalah kadar timbal (Pb) yang melebihi nilai baku mutu yaitu berkisar 9,31 – 8,75 mg/L. Penggunaan bahan yang menghasilkan emisi Pb ke lingkungan dapat berasal dari aktivitas antropogenik karena industri perkapalan di sekitar kawasan. Hal ini didukung oleh data bahwa, saat ini fluks Pb global dalam siklus biogeokimia sekitar 10 kali lebih tinggi daripada fluks pada lingkungan alami (Tao *et al.* 2023). Akibatnya, ekosistem perairan yang terpapar oleh polutan Pb dapat mempengaruhi fisiologis biota. Kadar Pb yang tinggi pada kawasan mangrove ini, maka diperlukan sebuah strategi remediasi yang tepat di masa depan.

KESIMPULAN

Komposisi vegetasi mangrove sejati yang ditemukan di Ekowisata Mangrove Desa Budeng sebanyak tujuh (7) spesies. Struktur komunitas mangrove pada ketiga stasiun pada pertumbuhan pohon memiliki nilai kondisi kerapatan terbaik pada ketiga stasiun yang didominasi oleh *S. alba*, *R. mucronata* dan *R. apiculata*. Pertumbuhan pancang dan semai memiliki kondisi kerapatan yang baik pada seluruh stasiun dengan didominasi oleh *R. mucronata* dan *R. apiculata*. Parameter kualitas air nilai pH, suhu, salinitas kekeruhan, dan oksigen terlarut (DO) sesuai dengan baku mutu kualitas air laut berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Kadar logam berat Pb yang tinggi ditemukan pada sampel air di seluruh kawasan mangrove. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai komposisi dan struktur vegetasi mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove di Desa Budeng, Jembrana. Penelitian lebih lanjut masih dibutuhkan untuk melakukan pengukuran siklus karbon dari hutan mangrove. Begitu pula dengan upaya bioremediasi yang tepat terhadap cemaran logam berat yang ada di kawasan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmadi, (2023). The Diversity and Indicator Species in the Mangrove Forest at Sampit Bay, East Kotawaringin. *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 4 (1), 1–11.
- Ashari, D.P., Muhammad, F., & Utami, S., (2019). Mangrove Forest Community Structure in the Donan River Cilacap Regency, Central Java. *Bioma*, 21 (1), 65–71.
- Bimrah, K., Dasgupta, R., Hashimoto, S., Saizen, I., & Dhyani, S., (2022). Ecosystem Services of Mangroves: A Systematic Review and Synthesis of Contemporary Scientific Literature. *Sustainability*, 14 (19), 12051.
- Darli Kyaw Zaw, N., Angga Wiradana, P., War Naw, S., Samuel Nege, A., Amin Alamsjah, M., Eman Karunia Akbar, R., & Rosi, F., 2020. First Report on Molecular Identification of Caulerpa Green Algae from Mandangin Island Indonesia Using Partial 18SrRNA Genes. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 9 (3), 252.
- Dewi, Y., (2020). Diversitas Vegetasi Mangrove Di Pesisir Pantai Blekok Kecamatan Kendit Kabupaten Situbondo Jawa Timur. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1 (6).
- Djamaluddin, R., Holmes, R., & Djabar, B., 2024. Assessing species composition and structural attributes across different habitats to evaluate changes and management effectiveness of protected mangroves. *Forest Ecology and Management*, 561, 121857.
- Drajati, F., Soenardjo, N., & Nuraini, R.A.T., (2024). Analisis Vegetasi dan Struktur Komunitas Mangrove Di Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Marine Research*, 13 (2), 389–396.
- Gilang Qur'ani, C., Lee, B., Sasmito, S.D., Maulana, A.M., Seol, M., Wiradana, P.A., Leksono, B., Watiniasih, N.L., and Baral, H., 2023. Natural and anthropogenic impacts on mangrove carbon dynamics: a systematic review protocol. *Forest Science and Technology*, 1–7.
- Giri, C., Long, J., Abbas, S., Murali, R.M., Qamer, F.M., Pengra, B., and Thau, D., 2015. Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia. *Journal of Environmental Management*, 148, 101–111.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., and 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.
- Harishma, K.M., Sandeep, S., and Sreekumar, V.B., (2020). Biomass and carbon stocks in mangrove ecosystems of Kerala, southwest coast of India. *Ecological Processes*, 9 (1), 31.
- Kamal, M., Sidik, F., Prananda, A.R.A., and Mahardhika, S.A., 2021. Mapping Leaf Area Index of restored mangroves using WorldView-2 imagery in Perancak Estuary, Bali, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100567.
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., and Baba, S., 1997. *Field guide of mangrove in Indonesia: Bali & Lombok*. Denpasar, Bali: JICA.
- Malik, M., 2011. *Evaluasi Komposisi dan Vegetasi Mangrove Di Kawasan Pesisir Kecamatan Tugu Kota Semarang*.
- Monzer Hossain Sarker, M., Gain, A.K., Paul, N.K., & Biswas, S.R., (2024). A trait-based approach to quantify ecosystem services delivery potentials in the Sundarbans mangrove forest of Bangladesh. *Ecological Indicators*, 166, 112390.
- Noor, Y., Khazali, M., and Suryadiputra, I., 1999. *Field guide of mangroves in Indonesia*. Bogor, Indonesia: PKA/WI-IP.
- Nugraha, M.A.R., (2019). Analisis Komposisi Jenis Mangrove Pada Mangrove Ditanam Dan Mangrove Alami Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi Wordview – 3 Di Estuari Perancak, Bali. Universitas Brawijaya.
- Nugraha, R.R., Sunaryo, S., and Redjeki, S., (2023). Struktur Komunitas Mangrove di Ekosistem Hutan Mangrove Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. *Journal of Marine Research*, 12 (3), 547–554.
- Odum, E.P., 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi 3. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Saintilan, N., Khan, N.S., Ashe, E., Kelleway, J.J., Rogers, K., Woodroffe, C.D., and Horton, B.P., 2020. Thresholds of mangrove survival under rapid sea level rise. *Science*, 368 (6495), 1118–1121.
- Sari, N., Patria, M.P., Soesilo, T.E.B., And Tejakusuma, I.G., 2019. The The structure of mangrove communities in response to water quality in Jakarta Bay, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20 (7).
- Sidik, F., Supriyanto, B., Krisnawati, H., & Muttaqin, M.Z., (2018). Mangrove conservation for climate change mitigation in Indonesia. *WIREs Climate Change*, 9 (5).
- Singh, A.R., Thirumurugan, V., Bhomia, R.K., & Prabakaran, N., 2024. Mangrove vegetation response to alteration in coastal geomorphology after an earthquake in Andaman Islands, India. *Regional Studies in Marine Science*, 76, 103583.
- Sreelekshmi, S., Veettil, B.K., Bijoy Nandan, S., & Harikrishnan, M., 2021. Mangrove forests along the coastline of Kerala, southern India: Current status and future prospects. *Regional Studies in Marine Science*, 41, 101573.
- Sugiana, I.P., Faiqoh, E., Indrawan, G.S., & Dharmawan, I.W.E., (2021). Methane Concentration on Three Mangrove Zones in Ngurah Rai Forest Park, Bali. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19 (2), 422–431.
- Supriadi, Romadhon, A., and Farid, A., 2015. Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Martajasah Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan Trunojoyo*, 8 (1), 44–51.
- Surinati, D. and Corvianawatie, C., 2019. Dinamika Massa Air di Sekitar Pulau-Pulau Kecil Terluar (PPKT) Perairan Utara Papua. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 4 (3), 187.
- Susiana, 2015. Analisis kualitas air ekosistem mangrove di estuari Perancak, Bali. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8 (1), 42–49.
- Taillardat, P., Friess, D.A., and Lupascu, M., 2018. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biology Letters*, 14 (10), 20180251.
- Tao, Z., Hu, J., Guo, Q., Wei, R., Jiao, L., Li, Y., Chen, F., Fan, B., Lan, W., & Pan, K., (2023). Coupling isotopic signatures and partial extraction method to examine lead pollution in mangrove sediments. *Journal of Hazardous Materials*, 459, 132252.
- Tomlinson, P.B., (2016). *The Botany of*

- Mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wang, F., Sanders, C.J., Santos, I.R., Tang, J., Schuerch, M., Kirwan, M.L., Kopp, R.E., Zhu, K., Li, X., Yuan, J., Liu, W., and Li, Z., 2021. Global blue carbon accumulation in tidal wetlands increases with climate change. *National Science Review*, 8 (9).
- Wang, Z., Zhang, Y., Li, F., Gao, W., Guo, F., Li, Z., & Yang, Z., (2024). Regional mangrove vegetation carbon stocks predicted integrating UAV-LiDAR and satellite data. *Journal of Environmental Management*, 368, 122101.
- Wijana, I.M.S., Wijaya, I.M.S., As-syakur, A.R., Indrawan, G.S., Wiradana, P.A., Swari, K.K.I., and Sari, D.A.I.T., (2022). Komposisi Floristik Vegetasi di Kawasan Hilir Sungai Unda, Kabupaten Klungkung, Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9 (1), 27.
- Wijaya, I.M.S., Sugiana, I.P., Astarini, I.A., Ginantra, I.K., & Rahim, K.A.A., (2024). Floristic composition of mangrove community in Ngurah Rai Forest Park and Nusa Lembongan, Bali, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25 (1).
- Wiradana, P., KetutSundra, I., Budi Kurniawan, S., Rozaimah Sheikh Abdullah, S., Amin Alamsjah, M., & FauzulImron, M., (2021). Monitoring Of Diversity, Characteristics, Threatening rate and Potency of Mangrove vegetation In Denpasar, Bali, Indonesia. *PLANT ARCHIVES*, 21 (Suppliment-1), 592–599.
- Wiyanto, D.B. & Faiqoh, E., (2015). Analisis vegetasi dan struktur komunitas Mangrove Di Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 1 (1), 1.
- Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V., Siman, K., & Koh, L.P., (2021). Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Current Biology*, 31 (8), 1737-1743.e3.