

Structure of Mangrove Vegetation Patterns Based on Salinity Differences in Jangkang River, Bengkalis Island, Riau

Eki Ria Saputra^{1*}, Sri Catur Setyawatiningsih², Radith Mahatma³

¹Mahasiswa Program Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

³Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

Article History

Received: October 10th, 2024

Revised : October 30th, 2024

Accepted : November 05th, 2024

*Corresponding Author:

Eki Ria Saputra,

Program Magister Biologi,
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas
Riau, Pekanbaru, Indonesia;
Email:

eki.ria7848@grad.unri.ac.id

Abstract: Mangroves in Sungai Jangkang, Bengkalis Island, are affected by anthropogenic activities and environmental factors, with salinity being the most influential environmental factor. This study aims to describe the structure of mangrove vegetation patterns based on variations in salinity. The research was conducted in the Jangkang River, Bengkalis Island, in March 2024. Representative areas of three salinity zones along upstream, midstream, and downstream were selected. The species present were assessed for density, frequency, dominance, and importance index. The salinity in the upstream section was 5 ‰, in the midstream 8 ‰, and in the downstream 18 ‰. Four species from four families were found in the upstream section, three species from three families in the midstream, and eight species from seven families in the downstream section. *Rhizophora apiculata* was the most dominant species and had the highest importance index (INP) in the Jangkang River. Mangrove species diversity in the upstream and midstream sections of the Jangkang River was classified as low ($H' < 1$), while the downstream section had moderate diversity ($1 < H' < 3$).

Keywords: Antropogenic, downstream, diversity, midstream, upstream.

Pendahuluan

Mangrove merupakan vegetasi yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan dengan berbagai tingkatan salinitas dan genangan air dengan bentuk perakaran yang khas dan unik (Liang *et al.*, 2008; Matatula, 2019; Rofi'i *et al.*, 2022). Mangrove tumbuh baik pada salinitas 11 – 25 ‰ (Matatula, 2019; Badu *et al.*, 2022). Berdasarkan fungsi ekologis mangrove menjadi habitat bagi organisme yang ada di lingkungan pesisir, pelindung daratan dari ancaman bencana tsunami, intrusi air laut (Ulqodry *et al.*, 2010; Setiawan, 2013) serta sebagai penahan abrasi, angin dan penyerap limbah (Gaol *et al.*, 2023; Miller & Tonoto, 2023).

Indonesia merupakan negara dengan garis pantai yang sangat panjang sehingga memiliki

mangrove yang sangat luas (Prawiroatmodjo & Kartawinata, 2014; Maulidya, 2023). Salah satu Propinsi di Indonesia yang memiliki mangrove luas yaitu Propinsi Riau. Berdasarkan peta sebaran mangrove tahun 2021, Propinsi Riau memiliki mangrove yang lebat yaitu sebanyak 97,21 % dari total 226.109 Ha mangrove yang ada di Propinsi Riau (Direktorat Konservasi Tanah dan Air, 2021). Kabupaten Bengkalis menjadi Kabupaten dengan mangrove terluas ketiga setelah Indragiri Hilir menempati posisi pertama dan diikuti oleh Kepulauan Meranti pada posisi kedua. Tingkat kehilangan mangrove Kabupaten Bengkalis lebih besar dibandingkan dari Kabupaten Indragiri Hilir yaitu sebesar 9,98% dari total luasan mangrove nya pada tahun 2016-2017. Sementara Indragiri Hilir hanya kehilangan 6,98% dari total luas mangrove nya (Oktorini *et al.*, 2022).

Penurunan luas hutan mangrove di Bengkalis tersebut disebabkan oleh kegiatan antropogenik dan faktor alam seperti abrasi. Salah satu daerah yang memiliki hutan mangrove di Kabupaten Bengkalis yaitu Desa Jangkang, Kecamatan Bantan. Mangrove yang tumbuh disepanjang Sungai Jangkang ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar terutama sebagai bahan baku panglong arang (Muhtady *et al.*, 2019; Hermanto *et al.*, 2023). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhtady *et al.* 2019 diperoleh dimensi indikator ekologi dengan nilai 32,71 (kurang berkelanjutan).

Hasil pengamatan langsung di lapangan dan wawancara beberapa orang nelayan yang ada disana selain sebagai bahan baku panglong arang mangrove juga digunakan untuk bahan bangunan atau cerocok, kayu bakar dan alih fungsi lahan mangrove menjadi kolam udang. Hal tersebut menjadi perhatian khusus untuk keberlangsungan ekologi mangrove Desa Jangkang di masa yang akan datang. Data keanekaragaman mangrove dan penyebarannya menjadi hal penting dalam hal pengelolaan, restorasi dan tindakan konservasi (Sinabang *et al.*, 2022; Gaol *et al.*, 2023). Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan struktur pola vegetasi mangrove berdasarkan perbedaan salinitas. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan informasi, acuan dan pertimbangan dalam rencana pengelolaan hutan mangrove, kegiatan konservasi maupun restorasi mangrove Desa Jangkang maupun daerah lainnya.

Bahan dan Metode

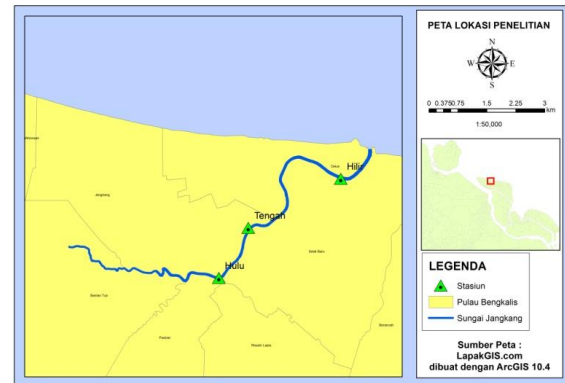
Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Maret 2024. Identifikasi karakteristik dan pengamatan kondisi lingkungan dilaksanakan secara *in-situ* di Sungai Jangkang Pulau Bengkalis. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau.

Tempat penelitian

Stasiun pengamatan dibagi menjadi tiga stasiun yaitu bagian hulu yang mendekati pemukiman masyarakat pada koordinat 1°32'03.2"N, 102°11'49.2"E. Bagian tengah berada diantara bagian hulu dan hilir pada

koordinat 1°32'46.2"N, 102°12'14.1"E. Bagian hilir mendekati muara atau estuari pada koordinat 1°33'27.7"N, 102°13'31.6"E (Gambar 1).



Gambar. 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode penelitian

Penelitian menggunakan kombinasi metode transek dan metode kuadrat yang merujuk pada panduan mangrove survei ekologi dan pemetaan (Sidik *et al.*, 2019). Setiap stasiun dibuat satu jalur transek dengan panjang 50 meter yang dibagi menjadi tiga *nested plot* dengan jarak antara plot 10 meter. Plot pertama berukuran 1x1 meter untuk semai dengan tinggi sampai 1,5 m, plot 5x5 meter untuk kategori pancang dengan tinggi >1,5 m dan diameter <10 cm, dan plot 10x10 meter untuk kategori pohon dengan diameter 10-19 cm (Shah *et al.*, 2021). Seluruh vegetasi yang masuk ke dalam plot diidentifikasi dan diukur diameter pohon. Penentuan lokasi dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria jarak dari muara sungai dan pemukiman masyarakat.

Prosedur kerja

Prosedur kerja yang dilakukan mulai dari mempelajari literatur, survei lokasi pra penelitian, penentuan titik stasiun dan persiapan peralatan. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan buku identifikasi (Noor *et al.*, 2006) atau jurnal-jurnal terkait. Penentuan koordinat menggunakan aplikasi *avenza maps*. Pengukuran salinitas perairan sekitar stasiun menggunakan *refractometer*.

Analisis data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis secara deskriptif. Analisis secara

deskriptif merupakan metode yang digunakan untuk memberikan gambaran atau deskripsi tentang data yang telah dikumpulkan sesuai dengan fakta di lapangan sehingga memberikan informasi yang bermanfaat (Sudirman *et al.*, 2023). Data yang diperoleh dari lapangan ditabulasi untuk menentukan dan menganalisis Kerapatan, Kerapatan Relatif, Frekuensi, Frekuensi Relatif, Dominansi, Dominansi Relatif dan Indeks Nilai Penting serta variabel tingkat keanekaragaman jenis menggunakan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi vegetasi mangrove

Jenis mangrove yang ditemukan di Sungai Jangkang yaitu berjumlah 8 jenis mangrove yang terdiri dari enam famili (Tabel 1). *Rhizophora apiculata* dan *Xylocarpus granatum* dijumpai di semua bagian sungai baik di hulu, tengah maupun di hilir. Terdapat tiga jenis mangrove yang hanya dijumpai pada bagian hilir atau yang mendekati dengan muara sungai yaitu *Ceriops tagal*, *Avicennia marina* dan *Lumnitzera littorea*.

Tabel 1. Jenis-jenis mangrove di Sungai Jangkang dan penyebarannya

Famili	Jenis	Hulu	Tengah	Hilir
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	+	+	+
	<i>Ceriops tagal</i>	-	-	+
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	+	+	+
Lythraceae	<i>Sonneratia ovata</i>	+	-	+
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	-	+	+
Achantaceae	<i>Avicennia marina</i>	-	-	+
Combretaceae	<i>Lumnitzera littorea</i>	-	-	+
Malvaceae	<i>Heritiera littoralis</i>	+	-	+
Jumlah Jenis		4	3	8

Vegetasi mangrove memiliki keunikan karena memiliki kemampuan adaptasi yang khas terhadap kondisi lingkungan, seperti genangan, salinitas, dan kondisi tanah yang tidak stabil (Noor *et al.*, 2006). Hal tersebut menyebabkan terjadinya pola yang unik di sepanjang Sungai Jangkang. Hal tersebut terlihat pada penelitian ini dimana terdapat jenis-jenis tertentu seperti jenis *C. tagal*, *A. marina* dan *L. littorea* yang hanya dijumpai pada bagian hilir mendekati muara dengan salinitas yang tinggi. Jenis-jenis tersebut adalah mangrove yang mempunyai toleransi terhadap garam sehingga bisa tumbuh dalam kondisi salinitas yang tinggi (10-30‰). Jenis tersebut juga mampu menempati wilayah yang terpapar kondisi pasang surut (Halidah, 2014). Salinitas berperan dalam pertumbuhan, daya tahan dan struktur pola sebaran jenis mangrove (Matatula, 2019).

Kondisi vegetasi mangrove

Kerapatan relatif (KR) tertinggi mangrove bagian hulu dan tengah tingkat semai adalah jenis *R. apiculata* masing-masing dengan nilai KR sebesar 50% dan 100%. Pada bagian hilir yaitu *L. littorea* dengan nilai KR sebesar

63,16%. Kerapatan relatif mangrove tingkat pancang pada bagian hulu dan tengah yaitu jenis *R. apiculata* dengan masing-masing nilai KR yaitu 100% dan 66,67%. Nilai KR tertinggi pada bagian hilir yaitu jenis *L. littorea* dengan nilai 50%. Pada tingkat pohon hanya jenis *X. granatum* dengan nilai tertinggi yang berada di bagian tengah dengan nilai KR 100%. Frekuensi relatif menunjukkan nilai tertinggi pada tingkat semai dan pancang yaitu jenis *R. apiculata* pada semua bagian Sungai Jangkang (Tabel 2). Pada tingkat pohon hanya jenis *X. granatum* yang memiliki nilai FR tertinggi yaitu 100%. Jenis paling mendominasi pada tingkat semai di semua bagian sungai yaitu *R. apiculata*. Begitu juga pada tingkat pancang jenis yang paling mendominasi bagian hulu dan tengah yaitu *R. apiculata*. Pada bagian hilir didominasi oleh jenis *L. littorea* dengan nilai dominansi relatif sebesar 50,21%. Pada tingkat pancang hanya jenis *X. granatum* yang memiliki nilai dominansi relatif tertinggi yaitu 100%. Indeks nilai penting (INP) tertinggi ditemukan pada jenis mangrove *R. apiculata*, jenis ini memiliki INP tertinggi di semua bagian Sungai.

Tabel 2. Nilai Kerapatan Relatif, Frekuensi Relatif, Dominansi Relatif dan Indeks Nilai Penting

Stasiun	Jenis	KR (%)			FR (%)			DR (%)			INP		
		Se	Pa	Po	Se	Pa	Po	Se	Pa	Po	Se	Pa	Po
Hulu	<i>Rhizospora apiculata</i>	50.00	100.00	-	60.00	100.00	-	84.43	100.00	-	194.43	300.00	-
	<i>Ceriops tagal</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Xylocarpus granatum</i>	5.56	-	-	20.00	-	-	2.84	-	-	28.40	-	-
	<i>Sonneratia ovata</i>	44.44	-	-	20.00	-	-	12.73	-	-	77.17	-	-
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Avicennia marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lumnitzera littorea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Heritiera littoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tengah	<i>Rhizospora apiculata</i>	100.00	66.67	-	100.00	50.00	-	100.00	50.24	-	300.00	166.90	-
	<i>Ceriops tagal</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Xylocarpus granatum</i>	-	16.67	100.00	-	25.00	100.00	-	11.10	100.00	-	52.76	300.00
	<i>Sonneratia ovata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	16.67	-	-	25.00	-	-	38.67	-	-	80.33	-	-
	<i>Avicennia marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lumnitzera littorea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Heritiera littoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hilir	<i>Rhizospora apiculata</i>	18.42	33.33	-	50.00	40.00	-	39.60	40.90	-	108.02	114.23	-
	<i>Ceriops tagal</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Xylocarpus granatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sonneratia ovata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Avicennia marina</i>	18.42	8.33	-	25.00	20.00	-	20.81	4.23	-	64.23	32.56	-
	<i>Lumnitzera littorea</i>	63.16	50.00	-	25.00	20.00	-	39.60	50.21	-	127.75	120.21	-
	<i>Heritiera littoralis</i>	-	8.33	-	-	20.00	-	-	4.67	-	-	33.00	-

Keterangan :

Se : Semai
 Pa : Pancang
 Po : Pohon

Jenis *R. apiculata* pada tingkat semai memiliki nilai KR yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan kemampuan jenis ini dalam hal reproduksi lebih baik dibandingkan dengan jenis yang lain. Jenis ini tersemaikan dengan sangat cepat dan mudah secara alami, hal tersebut dibuktikan dengan dijumpainya jenis tersebut pada seluruh bagian sungai. *R. apiculata* berkemampuan memproduksi jumlah keturunan yang tinggi (fekunditas) dalam periode tertentu. Potensi keseluruhan bunga pada tumbuhan menjadi buah dan menghasilkan biji untuk

kemudian tumbuh menjadi individu baru diartikan sebagai fekunditas tumbuhan (Blegur *et al.*, 2023) . Pada tingkat pohon hanya jenis *X. granatum* dengan nilai KR tertinggi yang berada di bagian tengah dengan nilai 100%. Kondisi ini disebabkan oleh ukuran diameter jenis ini banyak dijumpai berukuran besar dibandingkan dengan jenis lain.

Tingkatan semai dan pancang Jenis *R. apiculata* merupakan jenis paling sering dijumpai pada semua bagian Sungai Jangkang (Tabel 2). Sementara pada tingkat pohon hanya

jenis *X. granatum* yang memiliki nilai frekuensi relatif tertinggi yaitu 100%. Hal tersebut terjadi karena jenis *R. apiculata* merupakan jenis yang paling banyak dicari oleh penduduk suku asli setempat karena ini adalah bahan baku utama dalam pembuatan arang kayu (Muhtady *et al.*, 2019). Berdasarkan pengamatan di lapangan juga ditemukan masyarakat paling banyak melakukan pengangkutan hasil penebangan jenis ini (Gambar 2). Jenis paling mendominasi pada tingkat semai di semua bagian sungai yaitu *R. apiculata*. Begitu juga pada tingkat pancang jenis yang paling mendominasi bagian hulu dan tengah yaitu *R. apiculata*. Pada bagian hilir didominasi oleh jenis *Littorea* dengan nilai dominansi relatif sebesar 50,21%. Pada tingkat pancang hanya jenis *X. granatum* yang memiliki nilai dominansi relatif tertinggi yaitu 100%.



Gambar 2. Jenis *Rhizophora apiculata* yang sedang dibongkar di panglong arang

Indeks nilai penting (INP) tertinggi ditemukan pada jenis mangrove *R. apiculata*, jenis ini memiliki INP tertinggi di semua bagian Sungai. Jenis tersebut menjadi jenis paling

banyak dijumpai karena memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan terutama terhadap salinitas perairan. Jenis ini juga mampu melakukan reproduksi yang sangat cepat. Secara pengamatan langsung di lapangan, masyarakat melakukan pola tebang pilih terhadap jenis ini. Hanya kayu berukuran agak besar dan lurus saja yang ditebang dan tetap menyisakan akar yang akan tetap tumbuh membentuk batang baru dengan ukuran kecil tanpa membunuh tanaman utama.

Salinitas

Salinitas pada masing-masing bagian sangat berbeda (Tabel 3). Bagian hulu dengan salinitas 5 ‰; bagian tengah dengan salinitas 8 ‰; dan bagian hilir dengan salinitas 18 ‰. Masing-masing stasiun dilakukan pengukuran pada kondisi cuaca yang cerah. *R. apiculata* dijumpai pada semua kondisi perbedaan salinitas. Hal tersebut dikarenakan jenis ini mampu beradaptasi dengan kondisi salinitas yang beragam. Jenis ini bahkan melebihi kemampuan mangrove jenis lain contohnya *C. tagal* dalam hal toleransi terhadap salinitas (Sudhir *et al.*, 2022). Bagian hilir dengan salinitas 18 ‰ ditemukan jumlah jenis paling tinggi dibandingkan dengan bagian hulu dan tengah. Tumbuhan mangrove memang tumbuh subur di daerah estuaria dengan salinitas 10-30 ‰ namun Salinitas yang sangat tinggi juga mampu berpengaruh buruk terhadap vegetasi mangrove. Jika salinitas air permukaan melebihi salinitas yang umum di laut (± 35 ‰) berdampak tekanan osmosis yang negatif sehingga pertumbuhan mangrove menjadi terganggu dan komposisi jenisnya menjadi berkurang (Jumiati, 2008).

Tabel 3. Stasiun Pengambilan Sampel dan Salinitas Sungai Jangkang

Stasiun	Koordinat	Salinitas (‰)	Kondisi Cuaca
Hulu	102° 11" 49,1' - 1° 32" 03,1'	5	Cerah
Tengah	102° 12" 14,1' - 1° 32" 46,2'	8	Cerah
Hilir	102° 13" 31,6' - 1° 33" 27'	18	Cerah

Keanekaragaman Jenis Mangrove

Keanekaragaman jenis mangrove di bagian hulu dan tengah tergolong rendah dengan nilai indeks keanekaragaman masing-masing sebesar 0.97 dan 0.46. Pada bagian hilir keanekaragaman jenis mangrove lebih baik

dibandingkan dengan bagian hulu dan tengah dengan nilai 1.63 atau tergolong sedang (Tabel 4).

Mangrove di Sungai Jangkang adalah mangrove yang tumbuh secara alami dan mengalami tekanan yang sangat berat akibat

dari aktifitas antropogenik oleh penduduk suku asli, yang hidupnya tergantung terhadap mangrove di sepanjang sungai. Kegiatan penebangan yang dilakukan mereka untuk dijadikan bahan baku arang menyebabkan hasil penilaian dimensi ekologi sungai ini menjadi kurang berkelanjutan dengan nilai 32,71 (Muhtady *et al.*, 2019). Keanekaragaman jenis mangrove berdasarkan indeks *Shannon-Wiener* pada bagian hulu dan tengah tergolong rendah ($H' < 1$) sedangkan bagian hilir tergolong sedang ($1 < H' < 3$).

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman Jenis Mangrove Sungai Jangkang

Stasiun	Indeks Keanekaragaman	Keterangan
Hulu	0.97	Rendah : $H' < 1$
Tengah	0.46	Rendah : $H' < 1$
Hilir	1.63	Sedang : $1 < H' < 3$

Bagian hulu dan tengah kondisi salinitasnya dibawah kadar yang dibutuhkan oleh mangrove untuk tumbuh dan berkembang dengan baik yaitu 10-30‰ dengan nilai salinitas masing-masing 5‰ dan 8‰. Bagian hulu dan tengah merupakan lokasi yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat suku asli. Akses yang lebih dekat menyebabkan bagian ini lebih banyak mengalami kerusakan oleh kegiatan penebangan mangrove. Kekayaan jenis yang ditemukan di Sungai Jangkang sebanyak 8 jenis. Jumlah tersebut hampir mendekati dengan jumlah jenis yang didapatkan pada penelitian mangrove yang dilakukan di pantai bagian utara Pulau Bengkalis, yaitu sebanyak 9 jenis (Hakim *et al.*, 2003). Faktor lingkungan terutama salinitas mempengaruhi terbentuknya zonasi dan komposisi jenis mangrove (Syafitri *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Ditemukan delapan jenis mangrove di Sungai Jangkang, Pulau Bengkalis yaitu *R. apiculata*, *C. tagal*, *X. granatum*, *S. ovata*, *S. caseolaris*, *A. marina*, *L. littorea* dan *H. littoralis*. Semua jenis tergolong dalam 7 famili, ditemukan di bagian hilir dengan salinitas paling tinggi yaitu 18 ‰. Tiga jenis terdiri dari 3 famili dijumpai pada bagian tengah. Empat jenis terdiri dari 4 famili dijumpai di bagian hulu.

Indeks keanekaragaman jenis mangrove di Sungai Jangkang tergolong sedang. Jenis *R. apiculata* adalah jenis yang paling dominan dan indeks nilai penting tertinggi. Salinitas mempengaruhi keanekaragaman jenis dan menjadi salah satu faktor pembentukan struktur pola vegetasi mangrove.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Jon, Yudha, Gilang, Indah, Sofia dan Pasha sebagai team eksplorasi lapangan. Kepada Ewin Susanto dan Rizuan sebagai kapten *speed boat* selama kegiatan. Kedua orang tua dan keluarga yang berkontribusi terhadap kegiatan penelitian ini.

Referensi

- 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. DOI: 10.30598.jhppk.2022.6.1.44.
- Blegur, W. A., Binsasi, R., & Bere, R. (2023). Struktur Vegetasi Mangrove dan Fekunditas *Rhizophora apiculata* Di Pesisir Atapupu Kabupaten Belu. *Jurnal Biologi Indonesia*, 19(1) : 25-34. DOI : 10.47349/jbi/19012023/25.
- Direktorat Konservasi Tanah dan Air. (2021). Peta Mangrove Nasional Tahun 2021. Ditjen PDASRH. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Gaol, M. L., Boro, T. L., Danong, M. T., & Ruma, M. T. (2023). Komposisi, Keragaman, dan Distribusi Spesies Mangrove di Wilayah Nusa Tenggara Timur. *Biotropikal Sains*, 20(2) : 32–46. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/biotropikal/issue/download/591/5-KOMPOSISI%20C%20KERAGAMAN>.
- Halidah. (2014). *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh Jenis Mangrove Yang Kaya Manfaat. Balai Penelitian Kehutanan Makasar. Sulawesi Selatan. *Info Teknis EBONI*, 11 (1) : 37-44. 10.20886/buleboni.5031.
- Hakim, I., Alikodra, H. S., & Thayib, M. H.

- (2003). Hubungan Kerusakan Hutan Mangrove dengan Abrasi (Studi Kasus : di Pantai Utara Pulau Bengkalis, Propinsi Riau). Universitas Indonesia Library. <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=103411&lokasi=lokal>.
- Hermanto, W., Sujianto, & As'ari, H. (2023). Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove di Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 4(2) : 317–328. DOI : <https://doi.org/10.52423/neores.v4i2.58>.
- Jumiati, E. (2008). Pertumbuhan *Rhizophora mucronata* dan *R. apiculata* di Kawasan Berlantung Growth of *Rhizophora mucronata* and *R. apiculata* in Oil Polluted Area. *Jmht*, 14(3) : 104–110. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jmht/article/download/3226/2168/>
- Liang, S., Zhou, R. C., Dong, S. S., & Shi, S. H. 2008. *Adaptation to salinity in mangroves: Implication on the evolution of salt-tolerance*. *Chinese Science Bulletin*, 53(11):1708–1715. DOI: 10.1007/s11434-008-0221-9.
- Matatula, J. (2019). Keragaman Kondisi Salinitas Pada Lingkungan Tempat Tumbuh Mangrove di Teluk Kupang, NTT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3) : 425-434. doi:10.14710/jil.17.3.425-434.
- Maulidya, D. (2023). *Analisa Untuk Mengetahui Perubahan Garis Pantai*. <https://www.researchgate.net/publication/374535027>.
- Miller, M. A., & Tonoto, P. (2023). *Leveraging plural valuations of mangroves for climate interventions in Indonesia*. *Sustainability Science*, 18(3) : 1533–1547. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01297-1>.
- Muhtady, R., Thamrin, T., & Darwis, D. (2019). Valuasi ekonomi dan pengelolaan mangrove secara berkelanjutan di desa Jangkang Kecamatan Bantan. *Jurnal Lingkungan*, 3(1) : 34–44. <https://zona.pelantarpress.co.id/index.php/Zona/article/view/36>.
- Oktorini, Y., Prianto, E., Darlis, V. V., Rahmatdillah, R., Miswadi, M., & Jhonnerie, R. (2022). Mangrove Riau: sebaran dan status perubahan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1) : 50-57. DOI: 10.31258/dli.9.1.p.50-57
- Prawiroatmodjo, S., & Kartawinata, K. (2014). *Floristic Diversity and Structural Characteristics of Mangrove Forest of Raja Ampat, West Papua, Indonesia*. *Reinwardtia*, 14(1) : 171-180. <https://biologyjournal.brin.go.id/index.php/reinwardtia/article/view/413/250>
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., & Marsono, D. (2021). Keanekaragaman Dan Pola Sebaran Jenis Mangrove Di Sptn Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(3): 210–222. <http://doi.org/10.21107/jk.v14i3.9293>.
- Rusila Noor, Y., & Khazali, M., Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetland International. Indonesia Programe. ISBN: 979-95899-0-8, pp : 220.
- Setiawan, H. (2013). Status Ekologi Hutan Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan (Ecological Status of Mangrove Forest at Various Thickness Levels). *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(2) : 104–120.
- Shah, M. D., Kushadiwijayanto, A. A., & Nurrahman, Y. A. (2021). Struktur Pola Vegetasi Mangrove di Desa Sungai Kupah Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(1) : 56-63. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/lk>.
- Sidik, F., Kusuma, D. W., Kadarisman, H. P., & Suhardjono. (2019). *Panduan Mangrove: Survei Ekologi dan Pemetaan*. <https://www.researchgate.net/publication/339550532>.
- Sinabang, I., Waruwu, K.D., Pauliana, G., Rahayu, W., & Harefa, M.S. (2022). Analisis Pemanfaatan Keanekaragaman Mangrove oleh Masyarakat di Pesisir Pantai Mangrove Paluh Getah. *J-CoSE: Journal of Community Service & Empowerment*, 1(1) : 10–21. DOI: <https://doi.org/10.58536/j-cose.v1i1.7>.
- Sudhir, S., Arunprasath, A., & Sankara Vel, V. (2022). *A critical review on adaptations, and biological activities of the mangroves*. *Journal of Natural Pesticide Research*.

- <https://doi.org/10.1016/j.napere.2022.100006>.
- Sudirman, Kongdolayuk, lasarus, M., Sriwahyuningrum, A., Cahaya, M. E., Astuti, S. N. luh, Setiawan, J., Yavet, W., & Rahmi, S. (2023). Metodologi penelitian 1 : deskriptif kuantitatif. *Media Sains Indonesia*, ISBN: 978-623-195-367-4. pp : 226.
- Syafitri, A.S., Siregar, E.S., & Elimasni. (2024). Keragaman jenis Tumbuhan Mangrove Marga *Sonneratia* L.f (*Lythraceae; Sonneratoidae*) Di Belawan Pulau Sicanang, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati, Berita Biologi*, 23(1) : 115-128. DOI: 10.55981/beritabiologi.2024.3901.
- Ulqodry, T. Z., Bengen, D. G., Richardus, D., & Iswadji, F. (2010). Karakteristik perairan mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan berdasarkan sebaran parameter lingkungan perairan dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). / *Maspari Journal*, 01 (2010) : 16–21. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/maspari/article/view/1039>