

Original Research Paper

Keanekaragaman Tumbuhan Mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, Provinsi Kalimantan Timur

Diversity Of Mangrove Plants In Balikpapan Bay and Mahakam Delta, East Kalimantan Province

Muhammad Hijri Haydar¹, Tri Atmoko^{2*}, Istiana Prihatini³, Abdul Razaq Chasani¹

¹Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Selatan, Mlati, D.I. Yogyakarta, 55281.

²Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Bogor, 16911.

*Corresponding Author: tri.atmoko@brin.go.id

Abstrak: Mangrove memberi banyak manfaat bagi lingkungan dan manusia. Eksploitasi berlebihan akan merusak tumbuhan mangrove sehingga akan mengurangi manfaat mangrove tersebut. Inventarisasi jenis mangrove memberikan informasi keanekaragaman dan komposisi mangrove sebagai basis data untuk monitoring mangrove. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari keanekaragaman dan perbandingan komposisi tumbuhan mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Pengambilan sampel dilakukan dengan menelusuri jalur perairan dengan metode *purposive sampling*. Sampel spesimen herbarium dikoleksi untuk diidentifikasi di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi UGM. Identifikasi jenis dilengkapi deskripsi dan kunci identifikasi buatan, analisis perbandingan komposisi menggunakan Indeks Similaritas Sorensen. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 44 spesies yang tergolong dalam 35 genus, 25 familia, dan 15 ordo. Teluk Balikpapan memiliki keanekaragaman jenis mangrove lebih tinggi (32 spesies), dibandingkan dengan Delta Mahakam (24 spesies). Genus yang paling umum ditemukan di kedua lokasi adalah *Avicennia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Xylocarpus*. Komposisi spesies mangrove antara Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan menunjukkan tingkat kesamaan yang rendah, dengan nilai similaritas 40,67%. Diperlukan upaya pelestarian spesies mangrove di kedua lokasi, karena jenis mangrove yang ada saling melengkapi di antara keduanya.

Kata kunci: Bakau; Keanekaragaman; Indeks Sorensen; Inventarisasi

Abstract: Mangroves have many benefits for the environment and human life. Excessive exploitation will damage mangrove plants, thereby reducing their benefits. Mangrove species inventory provides information on mangrove diversity and composition as a database for mangrove monitoring. The purpose of this study was to study the diversity and comparative composition of mangrove plants in Balikpapan Bay and the Mahakam Delta, East Kalimantan. Samples were collected along the coast and river using a purposive sampling method. Herbarium samples were collected for further identification at the Plant Systematics Laboratory, Faculty of Biology, Gadjah Mada University. Species identification was accompanied by descriptions and identification keys, and comparative analysis of species composition using the Sorensen Similarity Index. The results showed that there were 44 species belonging to 35 genera, 25 families, and 15 orders in the study location. Balikpapan Bay has a higher mangrove species diversity (32 species), compared to the Mahakam Delta (24 species). The most common genera found in both locations were *Avicennia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, and *Xylocarpus*. The mangrove species composition between the Mahakam Delta and Balikpapan Bay shows a low level of similarity, with a similarity value of 40.67%. Conservation efforts are needed in both locations, as the existing mangrove species complement each other.

Keywords: Diversity; Inventory; Mangrove; Sorensen Index

Dikumpulkan: 30 Oktober 2023

Direvisi: 18 Juni 2023

Diterima: 29 Agustus 2025

Dipublikasi: 31 Agustus 2025

Pendahuluan

Kata “mangrove” tersusun atas gabungan dua kata yaitu mangrove dari Portugis dan grove dari Inggris yang berarti hutan kecil atau belukar (Noor *et al.*, 1999; Fahraeni, 2016). Hutan mangrove memiliki istilah pertama yang dikenal dengan *vloedosschen* atau hutan payau, hal ini karena keberadaannya dapat ditemukan pada daerah payau, yang menjadi pertemuan antara air asin dan air tawar (Farhaeni, 2016). Hutan mangrove menunjukkan komunitas berbagai tumbuhan yang ditemukan pada kawasan intertidal, dengan karakteristik kawasan tergenang air, tanah berlumpur dan berpasir (Giri *et al.*, 2010; Djameluddin, 2018). Keberadaan mangrove di zona intertidal berperan penting terhadap lingkungan dan manusia (Dharmawan *et al.*, 2020). Manusia mendapatkan manfaat dengan keberadaan mangrove seperti kayu bakar, kawasan tambak dan pertanian, obat-obatan, material konstruksi, dan produk ekonomi lainnya (Noor *et al.*, 1999; Djameluddin, 2018).

Indonesia memiliki garis pantai yang membentang 95.181 km dengan setiap pesisir pantainya dapat ditemukan hutan mangrove (Pramudji, 2000; Edwin *et al.*, 2021). Luas kawasan hutan mangrove di Indonesia diperkirakan 3,3 juta hektar atau sekitar 60% dari total luas wilayah mangrove di Asia Tenggara yaitu sekitar 5,1 juta hektar (Djameluddin, 2018; Arifanti *et al.*, 2021). Luas hutan mangrove dengan cepat berkurang karena pembukaan lahan berupa deforestasi, kegiatan alih fungsi lahan hutan menjadi lahan terbuka untuk kegiatan manusia seperti pemukiman penduduk, industri, tambang dan lain sebagainya (Asadi *et al.*, 2009).

Kalimantan Timur memiliki luas hutan mangrove sekitar 364.255 ha, namun seiring berjalannya waktu terjadi penurunan luas dan kerusakan yang disebabkan deforestasi (Asnaenie *et al.*, 2019). Alih fungsi lahan hutan mangrove dijadikan areal permukiman dan kawasan industri di Teluk Balikpapan serta kegiatan akuakultur seperti tambak ikan dan udang (Warsidi dan Endayani, 2017; Asnaenie *et al.*, 2019; Sodikin *et al.*, 2021).

Inventarisasi keanekaragaman jenis mangrove perlu dilakukan, untuk memperbaharui data dan informasi terhadap keanekaragaman jenis di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Informasi

yang diperoleh sangat penting dalam pengawasan terhadap komunitas mangrove yang saat ini sedang mengalami penurunan luasan serta kerusakan ekosistem. Di sisi lain Teluk Balikpapan berada di dalam dan sekitar areal Ibu Kota Nusantara (IKN) dan Kota Balikpapan, sedangkan Delta Mahakam berdekatan dengan Ibu Kota Provinsi Kalimantan Timur, Kota Samarinda, sehingga berpotensi rentan terjadi kerusakan dan alih fungsi lahan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman dan komposisi spesies mangrove di kedua area kajian.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Pengambilan sampel dilakukan di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, Provinsi Kalimantan Timur yang dilakukan mulai Agustus - September 2022. Identifikasi dan analisis data dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Alat dan Bahan

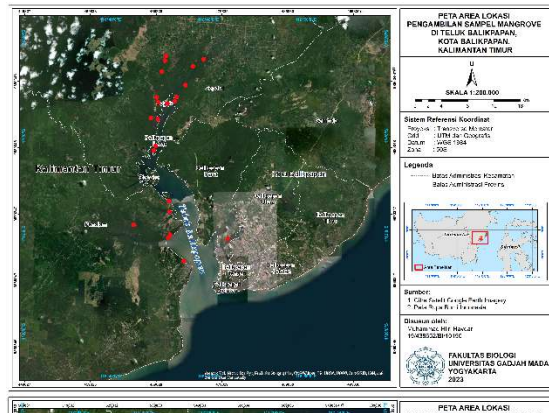
Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok, yaitu pengambilan sampel adalah kamera smartphone 12MP, GPS smartphone, kertas *waterproof* berukuran 40x30 cm, kertas koran, gunting stek, *plastic box* volume 60x40 cm, dan etiket gantung berukuran 6x3 cm. Alat untuk pembuatan herbarium meliputi penggaris (panjang 50 cm), kertas koran, alat pengempa (sasak kayu) berukuran 50x30 cm, tali pengikat berupa sabuk, kertas kapsul atau amplop berukuran 7x4 cm, lakban bening 19mm x 33mm, gunting, etiket tempel berisikan informasi sampel, dan pinset.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel tumbuhan mangrove, alkohol 70%, akuades, dan kertas plan (*mounting paper*) berukuran 45 x 30 cm.

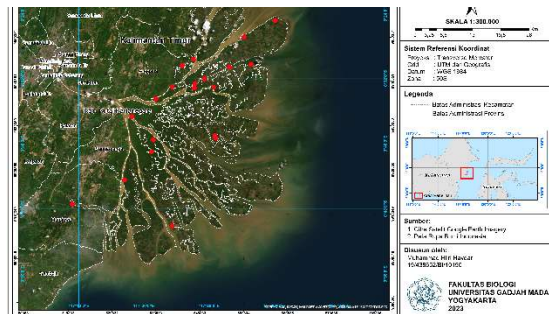
Pengambilan sampel mangrove

Tahap pengambilan sampel mangrove dilakukan dengan menelusuri jalur air di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam. Pengoleksian sampel tumbuhan lengkap berupa batang, daun, bunga, buah, dan biji. Setiap koleksi diberi catatan: nomor koleksi, tanggal koleksi, lokasi, habitat, kolektor, dan deskripsi singkat. Proses

pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*.



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel di Teluk Balikpapan



Gambar 2 Lokasi pengambilan sampel di Delta Mahakam

Preparasi spesimen herbarium mangrove

Spesimen yang sudah terkoleksi diproses menjadi herbarium kering. Pembuatan herbarium dimulai dari membersihkan spesimen, pengeringan dan pengepresan serta penataan. Pembersihan sampel menggunakan alkohol 70%, kemudian sampel dikeringkan dalam oven. Sampel yang berupa daun dan bunga dilakukan pengepresan menggunakan triplek, koran dan karton serta diikat menggunakan strap, sementara sampel buah tidak dilakukan pengepresan.

Sebelum digunakan, oven disterilasi dengan alkohol 70% dan dinyalakan hingga mencapai suhu maksimum, kemudian susunan sampel dimasukkan ke dalam oven selama 5-7 hari. Pengecekan sampel di dalam oven dilakukan setiap hari untuk memastikan sampel telah kering secara merata.

Sampel yang telah kering dilanjutkan tahap mounting menggunakan paper tape

berukuran kecil di atas kertas herbarium. Terakhir, ditempelkan etiket tempel yang berisi informasi nama ilmiah, nama lokal, identitas identifikator dan kolektor spesimen, deskripsi singkat, nomor koleksi, lokasi, dan waktu pengambilan.

Identifikasi mangrove

Identifikasi mangrove dilakukan menggunakan buku panduan Giesen *et al.* (2007) dan Noor *et al.* (1999). Hasil identifikasi digunakan untuk menelusuri data mengenai persebaran spesies yang ditemukan dan nama lokalnya. Data tersebut digunakan untuk menganalisis komposisi keanekaragaman dan komposisi spesies mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam.

Analisis data

Analisis dilakukan secara deskriptif dalam bentuk daftar jenis, kunci identifikasi buatan dan indeks similaritas Sørensen. Analisis perbandingan komposisi mangrove menggunakan perhitungan indeks Sørensen, dengan persamaan sebagai berikut (Chasani and Suyono, 2020):

$$C_s = \frac{2C}{(A + B)}$$

Keterangan:

C_s = Indeks similaritas Sorensen

A = Jumlah spesies mangrove pada lokasi A

B = Jumlah spesies mangrove pada lokasi B

C = Jumlah spesies mangrove sama dikedua lokasi

Struktur komposisi spesies mangrove dari kedua lokasi dinilai memiliki kesamaan jika nilai indeks similaritas >50%, dan akan dianggap berbeda jika nilai indeks similaritas <50%.

Hasil dan Pembahasan

Keanekaragaman spesies mangrove

Jumlah spesies mangrove dari lokasi dua lokasi studi teridentifikasi sebanyak 44 spesies. Hasil identifikasi spesies tumbuhan mangrove tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar spesies mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam Kalimantan Timur

Ordo	Familia	Spesies	IUCN <i>Red List</i>	Kategori	Lokasi		Nama Lokal
					DM	TB	
Asterales	Asteraceae	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	NE	MA	✓	–	Beluntas, Lamutasi
Celastrales	Celastraceae	<i>Elaeodendron viburnifolium</i> (Juss.) Merr.	LC	MA	–	✓	Landing-landing, Rambai laut
Dilleniales	Dilleniaceae	<i>Dillenia suffruticosa</i> Martelli	NE	MA	✓	–	Simpoh air
Ericales	Primulaceae	<i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco	LC	MS	–	✓	Teruntun, Perpat Kecil
		<i>Ardisia elliptica</i> Thunb.	NE	MS	–	✓	Buah letus, Lampeni
Fabales	Fabaceae	<i>Derris trifoliata</i> Lour.	NE	MA	✓	–	Kamulut, Tuba laut
		<i>Pongamia pinnata</i> (L.) Pierre	LC	MA	–	✓	Awakal, Kacang Kayu Laut
Genitiales	Apocynaceae	<i>Cerbera manghas</i> L.	LC	MA	✓	–	Bintaro, Kayu susu
	Rubiaceae	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaertn. f.	LC	MS	✓	✓	Duduk Rayap, Perepat Lanang
		<i>Uncaria</i> sp. 1	NE	MA	✓	–	-
		<i>Uncaria</i> sp. 2	NE	MA	–	✓	-
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia alba</i> Blume	LC	MS	✓	✓	Api-api
		<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	LC	MS	–	✓	Api-api jambu
	Lamiaceae	<i>Teijsmanniodendron holrungii</i> (Warb.) Kosterm.	LC	MA	✓	–	-
Malpighiales	Calophyllaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	LC	MA	✓	–	Nyamplung, Punaga
		<i>Blumeodendron</i> sp.	NE	MA	–	✓	Kamulut, Tuba laut
	Euphorbiaceae	<i>Excoecaria</i> sp.	NE	MA	–	✓	Awakal, Kacang Kayu Laut
		<i>Glochidion littorale</i> Blume	LC	MA	✓	✓	Bintaro, Kayu susu

Ordo	Familia	Spesies	IUCN Red List	Kategori	Lokasi		Nama Lokal
					DM	TB	
	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera cylindrica</i> (L.) Blume	LC	MS	–	✓	Duduk Rayap, Perepat Lanang
		<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lam.	LC	MS	–	✓	Lindur, Tanjung
		<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) W.& A. ex Griff.	LC	MS	✓	✓	Lindur, Tanjung
		<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour.) Poir.	LC	MS	–	✓	Lindur, Tanjung
		<i>Ceriops decandra</i> (Griff.) W.Theob.	LC	MS	–	✓	Bido-bido, Palun
		<i>Ceriops tagal</i> (Perr.) C.B. Rob.	LC	MS	–	✓	Bido-bido, Tangar
		<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	LC	MS	✓	✓	Bakau
		<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	LC	MS	–	✓	Bakau
Malvales	Malvaceae	<i>Camptostemon philippinensis</i> (Vidal) Becc.	EN	MS	–	✓	Kayu baluno
		<i>Heritiera littoralis</i> Dryand.	LC	MS	✓	✓	Dungun. Bayur Laut
		<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	LC	MA	✓	✓	Siron, Waru Lot
Myrtales	Combretaceae	<i>Lumnitzera littorea</i> (Jack) Voigt.	LC	MS	–	✓	Teruntum merah
		<i>Terminalia catappa</i> L.	LC	MA	✓	–	Ketapang, Lisa
	Myrtaceae	<i>Osbornia octodonta</i> F.Muell.	LC	MS	–	✓	Dulok-dulok, Tualis
	Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	LC	MS	✓	✓	Pedada, Bogem
		<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	LC	MS	✓	✓	Pedada, Bogem
Oxidales	Elaeocarpaceae	<i>Elaeocarpus serratus</i> L.	NE	MS	✓	✓	-
Rosales	Moraceae	<i>Ficus curtipes</i> Corner	NE	MA	✓	–	Ara, Beringin
Santalales	Loranthaceae	<i>Amyema gravis</i> Danser.	NE	MS	✓	–	-

Ordo	Familia	Spesies	IUCN Red List	Kategori	Lokasi		Nama Lokal
					DM	TB	
Sapindales		<i>Amyema mackayensis</i> (Blake.) Dans.	NE	MS	–	✓	-
	Anacardiaceae	<i>Gluta renghas</i> L.	NT	MA	✓	–	-
	Rutaceae	<i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.	LC	MA	–	✓	Kayu Semidra, Sarirah
		<i>Aglaia cucullata</i> (Roxb.) Pellegr.	DD	MS	✓	–	-
	Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i> J.Koenig	LC	MS	✓	✓	Nyirih, Niri
Solanales	Convolvulaceae	<i>Xylocarpus rumphii</i> (Kostel.) Mabb.	LC	MS	–	✓	Nyirih, Niri
		<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet.	LC	MA	✓	✓	Batata Pantai, Kabai-kabai

Keterangan: Red List IUCN: EN=Endangered, NT=Near threatened, LC= Least Concern, DD= Data Deficient, NE=Not evaluated; Kategori: MS=Mangrove Sejati, MA=Mangrove Asosiasi; Lokasi: TB=Teluk Balikpapan, DM=Delta Mahakam

Pada Tabel 1, menunjukkan tumbuhan mangrove masing – masing tergolong ke dalam 1 kelas, 15 ordo, 24 familia, 35 genus dan 44 spesies. Ordo dengan anggota familia dan spesies yang banyak ditemukan adalah Malpighiales, dan Myrtales. Pada ordo Malpighiales ditemukan 12 spesies yang terbagi ke dalam 4 familia, yaitu Calophyllaceae, Euphorbiaceae, Phyllantaceae, dan Rhizophoraceae. Pada ordo Myrtales ditemukan 5 spesies yang terbagi ke dalam 3 familia, yaitu Combretaceae, Myrtaceae, dan Lythraceae. Pada ordo Sapindales ditemukan 5 spesies ynag terbagi ke dalam 3 familia, yaitu Anacardiaceae, Rutaceae, dan Meliaceae. Berikut adalah deskripsi untuk masing – masing spesies yang berhasil teridentifikasi.

Acronychia pedunculata (L.) Miq.

Pohon, tinggi 9 – 25 m. Daun tunggal, elips, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 3 – 5 petals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 4 petals, berwarna putih; stamen 8 filaments. Buah berbentuk globosa, hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Aegiceras corniculatum (L.) Blanco

Pohon, tinggi 2 – 7 m. Daun tunggal, obovate, ujung daun tumpul (*obtuse*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 6 petals, berwarna putih – kehijauan; corolla 5 petals, berwarna putih; stamen 5 filaments. Buah berbentuk seperti tanduk, hijau – kemerahan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Aglaia cucullata (Roxb.) Pellegr.

Pohon, tinggi 6 – 15 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun runcing (*cuneate*), pangkal daun runcing (*acute*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 3 sepals, berwarna hijau kekuningan; corolla 3 petals, berwarna kuning, stamen 3 – 5 filaments. Buah berbentuk globosa, berwarna kuning kemerahan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*)

Amyema gravis Danser

Epifit, panjang 0,5 – 1 m. Daun tunggal, obovate, ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun membundar (*rounded*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 3 – 5 sepals, berwarna merah; corolla 4

petals, berwarna merah; stamen tidak ditemukan. Buah berbentuk elips membulat, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar berbonggol (*tuberous roots*).

Amyema mackayensis (Blake.) Dans.

Epifit, panjang 0,5 – 2 m. Daun tunggal, bulat telur (*ovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 6 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 5 petals, berwarna merah – kekuningan; stamen tidak ditemukan. Buah berbentuk elips membulat, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar berbonggol (*tuberous roots*).

Ardisia elliptica Thunb.

Semak, tinggi 3 – 5 m. Daun tunggal, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 5 petals, berwarna putih – merah muda; stamen 5 filaments. Buah berbentuk globosa, berwarna ungu kemerahan – hitam. Sistem perakaran: akar tunjang (*stilt-root*).

Avicennia alba Blume

Pohon, tinggi 10 – 25 m. Daun tunggal, lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 5 sepals, berwarna kuning terang; corolla 4 petals, berwarna kuning – keorenan; stamen 4 filaments. Buah berbentuk bulat telur mengerucut dan berparuh, berwarna hijau – kekuningan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Avicennia marina (Forssk.) Vierh.

Pohon, tinggi 9 – 18 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 5 sepals, berwarna kuning gelap; corolla 4 petals, berwarna kuning cerah; stamen 4 filaments. Buah berbentuk bulat telur dan tidak berparuh, berwarna hijau – keabu-abuan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Blumeodendron sp.

Pohon, tinggi 5 – 17 m. Daun tunggal, elips – oblong, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga dan buah tidak didapatkan. Sistem perakaran: akar banir/papan (*buttress*).

Brugueira cylindrica (L.) Blume

Pohon, 4 – 15 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 8 sepals, berwarna hijau – kecoklatan; corolla 8 petals, berwarna putih – kecoklatan; stamen 3 – 5 filaments. Buah berbentuk lonceng, berwarna hijau – kecoklatan, hipokotil berbentuk cerutu, berwarna hijau, panjang 8 – 15 cm. Sistem perakaran: akar lutut (*knee-root*).

Bruguiera gymnorhiza (L.) Lam.

Pohon, tinggi 7 – 25 m. Daun tunggal, elips, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 8 – 10 sepals, berwarna merah – merah muda; corolla 8 – 10 petals, berwarna putih – coklat; stamen 8 – 10 filaments. Buah berbentuk loceng, berwarna merah – kuning kecoklatan, hipokotil silindris, berwarna hijau tua, panjang 14 – 25 cm. Sistem perakaran: akar lutut (*knee-root*).

Bruguiera praviiflora (Roxb.) W. & A. ex Griff.

Pohon, tinggi 4 – 15 m. Daun tunggal, elips, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 8 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 8 petals, berwarna hijau – kekuningan; stamen 8 filaments. Buah berbentuk silindris, berwarna hijau, hipokotil berbentuk cerutu, berwarna hijau – kekuningan, panjang 8 – 15 cm. Sistem perakaran: akar lutut (*knee-root*).

Bruguiera sexangula (Lour.) Poir.

Pohon, tinggi 12 – 30 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*) – tumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 10 – 12 sepals, berwarna kuning; corolla 10 – 11 petals, berwarna putih;

stamen 10 – 12 filaments. Buah berbentuk lonceng, berwarna hijau – kekuningan, hipokotil silindris, berwarna hijau, panjang 7 – 12 cm. Sistem perakaran: akar lutut (*knee-root*).

Calophyllum inophyllum L.

Pohon, tinggi 8 – 24 m. Daun tunggal, oblong – bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna putih; corolla 4 petals, berwarna putih. Buah berbentuk globosa, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar banin/papan (*buttress*).

Camptostemon philippinensis (Vidal) Becc.

Pohon, tinggi 6 – 15 m. Daun tunggal, elips – bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 2 – 5 sepals, berwarna putih – kehijauan; corolla 5 petals, berwarna putih; stamen 5 filaments. Buah berbentuk buah pir (*pyriform*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunjang (*stilt-root*).

Cerbera manghas L.

Pohon, tinggi 3 – 7 m. Daun tunggal, berbentuk memanjang (*lanceolate*), ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga terminal, calyx 5 – 6 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 5 petals, berwarna putih di luar, kuning – kemerahan di dalam; tidak ada stamen. Buah berbentuk bulat telur, berwarna hijau – kemerahan. Sistem perakaran: akar banir/papan (*buttress*).

Ceriops decandra (Griff.) W. Theob.

Pohon, tinggi 3 – 7 m. Daun tunggal, berbentuk bulat telur terbalik (*obovate*), ujunghelain daun tumpul (*obtuse*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna putih – coklat (saat tua). Buah berbentuk bulat telur, berwarna hijau – merah tua, hipokotil berbentuk silindris, berwarna hijau – kecoklatan, panjang 7 – 15 cm. sistem perakran: akar lutut (*knee-root*).

Ceriops tagal (Perr.) C.B. Rob.

Pohon, tinggi 3 – 8 m. Daun tunggal, oblong – bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun terbelah (*retuse*) – tumpul (*obtuse*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna putih – kecoklatan. Buah berbentuk bulat telur terbalik, berwarna hijau – merah tua, hipokotil berbentuk silindris, berwarna hijau – kecoklatan, panjang 6 – 20 cm. Sistem perakaran: akar lutut (*knee-root*).

Derris trifoliata Lour.

Liana, panjang 4 – 15 m. Daun majemuk, bulat telur (*ovate*) – elips, ujung daun meruncing (*acuminate*), pangkal daun tumpul – membundar (*rounded*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx ditemukan, berwarna hijau; corolla 2 – 3 petals, berwarna putih – merah muda; stamen 1 filament. Buah berbentuk seperti ginjal, berwarna hijau – kecoklatan. Sistem perakaran: *root-suckers*.

Dillenia suffruticosa Martelli.

Semak, tinggi 3 – 7 m. Daun tunggal, elips – bulat telur (*ovate*), ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun membundar (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga terminal, calyx 6 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla 5 petals berwarna kuning. Buah berbentuk globosa, berwarna hijau – kekuningan. Sistem perakaran: akar tunggang.

Eleocarpus serratus (L.)

Pohon, tinggi 6 – 18 m. Daun tunggal, lanset, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna putih; stamen ditemukan. Buah berbentuk telur (*ovoid*), berwarna hijau – kekuningan. Sistem perakaran: akar tunggang.

Elaeodendron vibrunifolium (Juss.) Merr.

Pohon, tinggi 3 – 10 m. Daun tunggal, elips – bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla tidak ditemukan; stamen 4 filaments. Buah berbentuk bulat telur terbalik

(*obovoid*), berwarna hijau – kekuningan. Sistem perakaran: akar tunggang.

Excoecaria sp.

Pohon, tinggi 6 – 14 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga tidak didapatkan. Buah berbentuk seperti sabit (*crescent-like*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Ficus curtipes Corner

Pohon, tinggi 5 – 10 m. Daun tunggal, elips – oblong, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga tidak didapatkan. Buah berbentuk globosa, berwarna merah – keunguan. Sistem perakaran: akar udara (*aerial-root*).

Glochidion littorale Blume

Pohon, tinggi 2 – 7 m. Daun tunggal, bulat telur (*ovate*) – elips, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun tumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 6 sepals, berwarna hijau – kekuningan; corolla tidak ditemukan; stamen 5 – 6 filaments. Buah berbentuk globosa, berwarna kemerahan. Sistem perakaran: akar tunggang.

Gluta renghas L.

Pohon, tinggi 6 – 15 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 5 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna putih; stamen 5 – 6 filaments. Buah berbentuk globosa, berwarna kecoklatan. Sistem perakaran: akar menyerupai ular (*snake-like*).

Heritiera littoralis Dryand.

Pohon, tinggi 5 – 15 m. Daun tunggal, oblong, ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar atau terminal, calyx 5 sepals, berwarna kemerahan; corolla tidak ditemukan; stamen ditemukan. Buah berbentuk bulat lonjong (*prolate*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar banir/papan

(*buttress*).

Hibiscus tiliaceus L.

Pohon, tinggi 3 – 15 m. Daun tunggal, seperti hati (*cordate*), ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun berbentuk hati (*cordate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals, berwarna hijau – keunguan; corolla 5 petals, berwarna kuning, di tengah berwarna coklat – keunguan; beberapa stamens menyatu. Buah berbentuk bulat (*globose*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Ipomoea pes-carpa (L.) Sweet.

Herba, tinggi 5 – 18 m. Daun tunggal, bulat telur menyerupai hati (*obcordate*), ujung daun terbelah (*bilobed*), pangkal daun membundar (*rounded*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 5 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna merah muda bagian luar, merah – keunguan bagian dalam; stamen hanya satu filament. Buah berbentuk bulat (*globose*), berwarna coklat. Sistem perakaran: akar tunggang.

Lumnitzera littorea (Jack) Voigt.

Pohon, tinggi 5 – 20 m. Daun majemuk, bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun terbelah (*retuse*) – membundar (*rounded*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga terminal, calyx 5 – 6 sepals, berwarna hijau; corolla 5 petals, berwarna merah muda; stamen 7 – 10 filaments. Buah berbentuk vas memanjang (*urceolate*), berwarna hijau – keunguan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Osbornia octodonta F.Muell.

Pohon, tinggi 2 – 7 m. Daun tunggal, bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 8 sepals, berwarna hijau; corolla tidak ditemukan; stamen ditemukan. Buah berbentuk lonceng terbalik (*cupuliform*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar seperti ular (*snake-like*); terkadang akar nafas (*pneumatophore*).

Pluchea indica (L.) Less.

Semak, tinggi 2 – 3 m. Daun majemuk, elips, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga terminal, calyx 5 – 7 sepals, berwarna hijau – keputihan; corolla 5 petals, berwarna putih – merah muda; stamen ditemukan. Buah berbentuk bulat telur terbalik (*ovoid*), berwarna putih. Sistem perakaran: akar tunggang.

Pongamia pinnata (L.) Pierre

Pohon, tinggi 5 – 16 m. Daun majemuk, bulat telur (*ovate*) – oblong, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun membundar (*rounded*) – menumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx berwarna hijau – kecoklatan; corolla berwarna putih – merah muda; stamen 10 filaments. Buah berbentuk polong pipih, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Rhizophora apiculata Blume

Pohon, tinggi 5 – 30 m. Daun tunggal, lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna kuning – kecoklatan; corolla 4 petals, berwarna kuning – keputihan; stamen 11 – 12 filaments. Buah berbentuk lonceng, berwarna coklat; kotiledon berbentuk silindris, berwarna kuning – kemerahan; hipokotil berbentuk silindris, berwarna hijau – keunguan, panjang 7 – 30 cm. Sistem perakaran: akar tunjang (stilt-root) dan akar udara (aerial-root).

Rhizophora mucronata Poir.

Pohon, tinggi 5 – 30 m. Daun tunggal, elips – bulat telur (*ovate*), ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna kuning – kecoklatan; corolla 4 petals, berwarna kuning – keputihan; stamen 8 filaments. Buah berbentuk lonceng, berwarna coklat; kotiledon berbentuk silindris, berwarna hijau; hipokotil berbentuk silindris, berwarna hijau – kekuningan, panjang 12 – 35 cm. Sistem perakaran: akar tunjang (stilt-root) dan akar udara (aerial-root)

Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn. f.

Pohon, tinggi 1 – 3 m. Daun tunggal, bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, stipule, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 4 – 5 sepals, berwarna hijau; corolla 4 – 5 petals, berwarna putih – merah; stamen 4 – 6 filaments. Buah berbentuk bulat telur memanjang, berwarna hijau – kecoklatan. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Sonneratia alba Sm.

Pohon, tinggi 5 – 15 m. Daun tunggal, elips – bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*rounded*), pangkal daun runcing (*cuneate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 6 – 8 sepals, berwarna hijau di luar, hijau – kekuningan di dalam; corolla berwarna merah; stamen ditemukan. Buah berbentuk bulat pipih (*oblate*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Sonneratia caseolaris (L.) Engl.

Pohon, tinggi 5 – 15 m. Daun tunggal, elips – lanset, ujung daun meruncing (*attenuate*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 6 – 8 sepals, berwarna hijau di luar, hijau – kekuningan di dalam; corolla berwarna merah; stamen ditemukan. Buah berbentuk bulat pipih (*oblate*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar nafas (*pneumatophore*).

Teijsmanniodendron hollrungii (Warb.) Kosterm.

Pohon, tinggi 4 – 18 m. Daun tunggal, oblong, ujung daun memanjang berekor (*caudate*), pangkal daun menumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga terminal, calyx 5 sepals, berwarna putih – kekuningan; corolla tidak ditemukan; stamen ditemukan. Buah berbentuk globosa, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Terminalia catappa L.

Pohon, tinggi 7 – 25 m. Daun tunggal, bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun membundar (*obtuse*), pangkal daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, duduk daun *alternate*. Bunga aksilar, calyx 5 sepals,

berwarna hijau keputihan; corolla tidak ditemukan; stamen 6 – 10 filament. Buah berbentuk bulat telur, berwarna hijau – kemerahan. Sistem perakaran: akar tunggang.

Uncaria sp.1

Liana, tinggi 5 – 15 m. Daun tunggal, bulat telur (*ovate*) – elips, ujung daun meruncing (*acute*), pangkal daun menumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Tidak terdapat cakar (*cat's claw*). Bunga tidak didapatkan. Buah berbentuk vas terbalik (*urceolate*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Uncaria sp.2

Liana, tinggi 5 – 15 m. Daun tunggal, bulat telur (*ovate*) – elips, ujung daun meruncing (*acute*), pangkal daun menumpul (*obtuse*), petiole, stipule, duduk daun *opposite*. Terdapat cakar (*cat's claw*). Bunga tidak didapatkan. Buah berbentuk vas terbalik (*urceolate*), berwarna hijau. Sistem perakaran: akar tunggang.

Xylocarpus granatum J.Koenig

Pohon, tinggi 6 – 14 m. Daun majemuk, elips - bulat telur terbalik (*obovate*), ujung daun runcing (*acute*), pangkal daun menumpul (*obtuse*), petiole, estipulate, duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna kuning; corolla 4 petals, berwarna putih – kehijauan; stamen ditemukan. Buah berbentuk globosa, berwarna hijau – kecoklatan. Sistem perakaran: akar udara (*aerial-root*).

Xylocarpus rumphii (Kostel.) Mabb.

Pohon, tinggi 4 – 12 m. Daun majemuk, bulat telur (*ovate*), ujung daun meruncing (*attenuate*), petiole, estipulate, pangkal daun menumpul (*obtuse*), duduk daun *opposite*. Bunga aksilar, calyx 4 sepals, berwarna putih – kekuningan; corolla 4 petals, berwarna putih – kekuningan; stamen ditemukan. Buah berbentuk globosa, berwarna hijau. Sistem perakaran: akar udara (*aerial-root*).

Berdasarkan keterangan deskripsi morfologi yang telah dibuat, sebagai berikut kunci dikotomi mangrove.

1. a. Terdapat daun penumpu..... 2

- b. Tidak terdapat daun penumpu.....20
2. a. Daun majemuk.....3
- b. Daun tunggal4
3. a. Daun ovate-elips, ujung meruncing, buah menyerupai ginjal.....*Derris trifoliata*
- b. Daun ovate-oblong, ujung meruncing, buah berbentuk polong *Pongamia pinnata*
4. a. Daun oblong*Heritiera littoralis*
- b. Daun tidak oblong5
5. a. Sistem perakaran lutut6
- b. Sistem perakaran bukan lutut9
6. a. Hipokotil seperti cerutu7
- b. Hipokotil berbentuk silindris.....8
7. a. Daun elips, buah silindris
.....*Bruguiera parviflora*
- b. Daun elips-lanset, buah lonceng.....
.....*Bruguiera cylindrica*
8. a. Daun elips, calyx 8-10 sepals
.....*Bruguiera gymnorhiza*
- b. Daun elips-lanset, calyx 10-12 sepals
.....*Bruguiera sexangula*
9. a. Adaksial daun hijau mengkilap10
- b. Adaksial daun tidak hijau mengkilap ...14
10. a. Buah bulat.....11
- b. Buah tidak bulat13
11. a. Ujung daun meruncing
.....*Dillenia suffruticosa*
- b. Ujung daun tidak meruncing.....12
12. a. Daun elips-oblong*Ficus curtipes*
- b. Daun ovate-elips.....*Glochidion littorale*
13. a. Daun obovate, ujung membandar.....
.....*Schphiphora hydrophllacaea*
- b. Daun lanset, ujung runcing.....
.....*Elaeocarpus serratus*
14. a. Adaksial daun hijau tua15
- b. Adaksial daun tidak hijau tua18
15. a. Terlihat kotiledon16
- b. Tidak terlihat kotiledon17
16. a. Daun lanset, calyx hijau-kecoklatan.....
.....*Rhizophora apiculata*
- b. Daun elips-ovate, calyx hijau
.....*Rhizophora mucronata*
17. a. Daun seperti hati..... *Hibiscus tiliaceus*
- b. Daun obovate.....*Osbornia octodonta*
18. a. Terdapat cakar kucing*Uncaria* sp.2
- b. Tidak terdapat cakar kucing19
19. a. Daun elips-lanset, buah seperti sabit
.....*Excoecaria* sp.
- b. Daun ovate-elips, buah seperti vas terbalik
.....*Uncaria* sp.1
20. a. Calyx hijau21

b. Calyx tidak hijau.....	30
21. a. Petal > 5	22
b. Petal < 5	26
22. a. Diameter buah > 2cm.....	23
b. Diameter buah < 2cm.....	25
23. a. Pangkal daun tumpul.....	24
b. Pangkal daun tidak tumpul	
..... <i>Camptostemon philippinensis</i>	
24. a. Daun obovate, calyx 4-6 sepal	
..... <i>Aegiceras corniculatum</i>	
b. Daun elips-oblong, calyx 5 sepal.....	
..... <i>Blumeodendron</i> sp.	
25. a. Daun elips, calyx 5-7 sepal	
..... <i>Pluchea indica</i>	
b. Daun oblong, calyx 5 sepal.....	
..... <i>Teijsmanniodendron holrungii</i>	
26. a. Corolla kuning	27
b. Corolla putih	28
27. a. Daun lanset, pangkal meruncing.....	
..... <i>Avicennia alba</i>	
b. Daun lanset, pangkal runcing.....	
..... <i>Avicennia marina</i>	
28. a. Stamen > 8	29
b. Stamen < 8	<i>Calophyllum inophyllum</i>
29. a. Daun ovate, corolla putih-kekuningan.....	
..... <i>Xylocarpus rumphii</i>	
b. Daun elips-obovate, corolla putih-kehijauan.....	<i>Xylocarpus granatum</i>
30. a. Bunga tumbuh aksilar	31
b. Bunga tumbuh terminal	40
31. a. Bunga di-atau monochlamydeous.....	32
b. Bunga dichlamydeous.....	33
32. a. Daun elips-ovate, ujung runcing	
..... <i>Elaeodendron viburnifolium</i>	
b. Daun obovate, ujung membundar	
..... <i>Terminalia catappa</i>	
33. a. Habitus pohon	34
b. Habitus epifit, semak atau herba.....	38
34. a. Lebar daun > 3cm	35
b. Lebar daun < 3cm	37
35. a. Tinggi tumbuhan > 10m.....	
..... <i>Acronychia pendunculata</i>	
b. Tinggi tumbuhan < 10m	36
36. a. Daun elips-lanset, calyx 3 sepal.....	
..... <i>Aglaia cucullata</i>	
b. Daun elips-lanset, calyx 4-5 sepal	
..... <i>Gluta reinghas</i>	
37. a. Daun obovate	<i>Ceriops decandra</i>
b. Daun oblong.....	<i>Ceriops tagal</i>
38. a. Tumbuh memerlukan inang	
..... <i>Amyema mackayensis</i>	

b. Tumbuh tidak memerlukan inang.....	39
39. a. Daun elips.....	<i>Ardisia elliptica</i>
b. Daun menyerupai hati	
..... <i>Ipomoea pes-carpae</i>	
40. a. Panjang daun > 10cm ..	<i>Cerbera manghas</i>
b. Panjang daun < 10cm	41
41. a. Duduk daun alternate	
..... <i>Lumnitzera littorea</i>	
b. Daun opposite.....	42
42. a. Corolla putih.....	<i>Sonneratia alba</i>
b. Corolla merah.....	43
43. a. Daun obovate, calyx 4 sepal	
..... <i>Amyema gravis</i>	
b. Daun elips-lanset, calyx 6-8 sepal.....	
..... <i>Sonneratia caseolaris</i>	

Komposisi vegetasi mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam

Dari 66 spesimen mangrove yang diperoleh dari lokasi pengambilan sampel di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, diketahui 44 spesies mangrove yang tergolong dalam 15 ordo, 24 familia, dan 35 genus, yang berhasil teridentifikasi. Jumlah keseluruhan dari komposisi spesies, 61% (n=27) dikategorikan sebagai mangrove sejati sementara sisanya 39% (n=17) merupakan mangrove asosiasi. Tipe habitus yang paling banyak ditemukan adalah pohon meliputi 35 spesies (80%), 3 spesies semak (7%), 3 spesies liana (7%), 2 spesies epifit (5%), dan 1 spesies herba (2%). Komposisi vegetasi mangrove Teluk Balikpapan terdiri atas 17 familia dan 32 spesies, sementara di Delta Mahakam terdiri atas 18 familia dan 24 spesies. Spesies anggota familia yang banyak ditemukan di Teluk Balikpapan antara lain Rhizophoraceae sebanyak 8 spesies, Euphorbiaceae, Lythraceae, Malvaceae, Meliaceae, Acanthaceae, Primulaceae, dan Rubiaceae masing-masing 2 spesies. Spesies anggota familia Euphorbiaceae yang ditemukan meliputi *Blumeodendron* sp. dan *Excoecaria* sp. *Blumeodendron* sp. yang ditemukan pada zona mangrove payau (*brackish stream mangrove*) atau rawa gambut. Spesies ini cukup jarang ditemukan karena merupakan tumbuhan darat. *Excoecaria* sp. ditemukan pada zona belakang mangrove (*rear mangrove*) dengan kawasan tergenang 3 – 4 m. Spesies anggota familia Malvaceae yang ditemukan adalah *Camptostemon philippinensis* dan *Hibiscus tiliaceus*, dapat ditemukan pada zona

belakang mangrove (*rear mangrove*) – mangrove payau (*brackish stream mangrove*), kawasan tergenang dengan ketinggian 3 – 4 m dan berada diperbatasan dengan aliran pasang surut. Spesies anggota Meliaceae yang ditemukan adalah *Xylocarpus granatum* dan *Xylocarpus rumphii*, dapat ditemukan pada zona mangrove tengah (*center mangrove*) yang memiliki substrat berupa lumpur dan kawasan tergenang setinggi 2,5 – 3 m.

Spesies anggota familia Acanthaceae yang ditemukan di Teluk Balikpapan adalah *Avicennia alba* dan *Avicennia marina*, dapat ditemukan pada zona mangrove terbuka (*exposed mangrove*). Zona mangrove terbuka merupakan kawasan tergenang 2 – 3 m, dan substrat berlumpur (*muddy shores*). Spesies anggota famili Primulaceae yang ditemukan adalah *Aegiceras corniculatum* dan *Ardisia elliptica*. *Aegiceras corniculatum* ditemukan pada zona mangrove payau (*brackish mangrove*), dengan substrat berupa pasir. *Ardisia elliptica* ditemukan pada zona belakang mangrove (*rear mangrove*) – mangrove payau (*brackish stream mangrove*), dapat tumbuh pada substrat berpasir maupun berlumpur. Spesies anggota famili Rubiaceae yang ditemukan adalah *Scyphiphora hydrophllacea* dan *Uncaria* sp.2, dapat ditemukan pada zona belakang mangrove (*back mangrove*), zona dengan substrat berupa lumpur serta cukup dekat dengan kawasan tumbuhan darat.

Familia Rhizophoraceae di Teluk Balikpapan paling banyak ditemukan dibandingkan dengan familia yang lainnya. Sebanyak delapan spesies ditemukan yaitu *B. cylindrica*, *B. gymnorhiza*, *B. parviflora*, *B. sexangula*, *C. decandra*, *C. tagal*, *R. apiculata*, dan *R. mucronata*. Pada penelitian Kusmana and Azizah (2021), Warsidi dan Endayani (2017), dan Seyaktiningsih et al (2012), menunjukkan bahwa spesies-spesies yang berasal dari familia Rhizophoraceae banyak ditemukan pada vegetasi mangrove, hal ini dikarenakan spesies tersebut mampu beradaptasi dengan baik. Zona mangrove tengah (*central mangrove*) menjadi areal yang banyak ditemukan spesies dari familia Rhizophoraceae dengan kawasan tergenang setinggi 2 – 3 m, dan substrat berupa lumpur. Sehingga, jenis *Bruguiera* dan *Rhizophora* merupakan pionir untuk vegetasi mangrove.

Spesies anggota familia Lythraceae yang ditemukan di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam sama, yaitu *Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*. *Sonneratia alba* berada di zona mangrove terbuka (*exposed mangrove*). Umumnya spesies *Sonneratia* akan tersebar pada berbagai wilayah, dapat ditemukan sendiri saat kondisi substrat terdiri atas tanah, atau berdampingan dengan *Avicennia* dan *Rhizophora* saat kondisi substrat tercampur oleh lumpur (Giesen et al., 2007).

Spesies mangrove di Delta Mahakam yang paling banyak ditemukan berasal dari familia Lythraceae, Meliaceae, Rhizophoraceae dan Rubiaceae. Spesies anggota familia Meliaceae yang ditemukan adalah *Aglaia cucullata* dan *Xylocarpus granatum*, dapat ditemukan pada zona belakang mangrove (*rear mangrove*) atau mangrove payau, dimana kedua zona tersebut berada di belakang garis mangrove sejati. *Aglaia cucullata* berada pada zona dengan kawasan tergenang mencapai 2 – 3 meter, berada lebih dekat dengan sumber air tawar. *Xylocarpus granatum* berada pada zona dengan substrat berupa lumpur dengan tinggi genangan mencapai 2,5 – 3 meter, dan jauh dari sumber air tawar (Noor et al, 2006).

Spesies familia Rhizophoraceae yang ditemukan di Delta Mahakam adalah *Bruguiera parviflora* dan *Rhizophora apiculata*, dapat ditemukan pada zona tengah mangrove (*central mangrove*), pada zona tersebut terdiri atas *Bruguiera* dan *Rhizophora*. Zona tengah mangrove dapat terbagi lagi menjadi dua, zona yang lebih menjorok ke laut dominan oleh *Rhizophora*, sebaliknya yang menjorok ke daratan didominasi oleh *Bruguiera*, karena pada zona ini substrat berupa lumpur yang tinggi dan kebutuhan air tawar terpenuhi sangat cocok untuk memenuhi kebutuhan hidup (Goutham-Bharathi et al., 2014; Henri et al., 2022). Spesies anggota familia Rubiaceae yang ditemukan adalah *Scyphiphora hydrophllacea* dan *Uncaria* sp.1, dapat ditemukan pada zona belakang mangrove (*back mangrove*), zona dengan substrat berupa lumpur serta cukup dekat dengan kawasan tumbuhan darat.

Perbedaan dalam jumlah keanekaragaman spesies mangrove antara Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam sangat dipengaruhi oleh kondisi lokasi dalam kegiatan

pengambilan sampel (Goutham-Bharathi *et al.*, 2014). *Purposive sampling* atau sebuah metode yang digunakan dalam pengoleksian sebuah sampel tanpa memperhatikan luas area dan fokus terhadap rasionalitas dalam pemilihan sampel untuk mencapai tujuan penelitian (Campbell *et al.*, 2020). Penelitian ini mengamati keanekaragaman dan komposisi spesies mangrove dengan luasan area tidak ditentukan. Kondisi fisik mangrove menjadi faktor yang berpengaruh terhadap keanekaragaman, seperti adaptasi khusus yang dimiliki oleh mangrove terhadap pengaruh salinitas tinggi, kondisi substrat, sedimentasi, serta kondisi pasang surut (Giesen *et al.*, 2007).

Pada penelitian ini, *Camptostemon philippinensis* tersebut hanya ditemukan di Teluk Balikpapan, dan termasuk dalam kategori dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri LHK RI nomor 106 tahun 2018 dan termasuk spesies terancam punah (*endangered species*) berdasarkan IUCN Red List. Spesies *C. philippinensis* atau kayu baluno memiliki distribusi yang terbatas, baik di Indonesia dan Philippina (Damayanto *et al.*, 2023; Middlejans, 2015). *C. philippinensis* terancam punah karena jumlah populasi di dunia kurang dari 1200 dan dapat terus berkurang. Keberadaan *C. philippinensis* di Indonesia menurut Damayanto *et al.* (2023) dapat diperkirakan kurang dari 200 individu. Kondisi *C. philippinensis* yang mengalami penurunan jumlah individu akibat antropogenik atau ancaman dari manusia, seperti alih fungsi lahan mangrove untuk tambak perikanan dan pemanfaatan batang kayu secara berlebih untuk kayu bakar, kontruksi rumah dan lain sebagainya. Pemanfaatan batang kayu *C. philippinensis* yang berlebih ini karena struktur yang cukup lunak tetapi cukup kuat karena memiliki kepadatan 470 – 635 kg/m³ dengan kadar air 15% (Damayanto *et al.*, 2023).

Jumlah spesies *Avicennia* yang ditemukan pada Delta Mahakam lebih sedikit dari rangkuman beberapa referensi seperti Edwin *et al.*, (2021), dan Sodikin *et al.*, (2021), ditemukan *A. officinalis*, *A. alba*, *A. lanata*, dan *A. marina*. Pada penelitian ini hanya ditemukan *Avicennia alba* di Delta Mahakam. Terjadinya degradasi spesies dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti tingkat salinitas, substrat, dan pasang-surut serta intervensi manusia

terhadap kawasan mangrove. Spesies *Avicennia* dapat tumbuh dengan baik pada tingkat konsentrasi garam sekitar 1 – 2,5% atau pada tingkat 50 – 70% salinitas air laut, serta kondisi rendah tingkat salinitas 10% - 20% atau konsentrasi garam berada di bawah <1% (Basunyi *et al.*, 2018 Cheng *et al.*, 2020; Nguyen *et al.*, 2015). Spesies *Avicennia* dikondisi tingkat salinitas rendah akan mengurangi penyerapan biomassa, karena pembentukan pembuluh baru berkurang dan daun akan mudah gugur (Nguyen *et al.*, 2015).

Substrat berpengaruh pada pertumbuhan suatu spesies mangrove. *Avicennia* akan tumbuh pada substrat berupa tanah berlumpur sehingga jenis ini dapat ditemukan di wilayah yang terendam air laut maupun pasang surut. (Giesen *et al.*, 2007). Intervensi manusia terhadap kawasan mangrove di Delta Mahakam menjadi penyebab berkurangnya keberadaan spesies-spesies, seperti pada *Avicennia*. Kawasan mangrove di Delta Mahakam mengalami deforestasi yang disebabkan alih fungsi lahan, seperti pembukaan kawasan tambak udang, kawasan dengan produksi oli dan gas, pemukiman, dan lain sebagainya (Sodikin *et al.*, 2021). Faktor-faktor yang sudah dijelaskan memungkinkan terjadinya perubahan pada keberadaan *Avicennia* dalam kemampuan beradaptasi terhadap kondisi lingkungan di Delta Mahakam.

Analisis struktur komposisi spesies antar lokasi

Spesies mangrove yang ditemukan di Delta Mahakam berjumlah 24 spesies, dan sebanyak 12 spesies yang hanya ditemukan di Delta Mahakam. Sementara, spesies mangrove di Teluk Balikpapan berjumlah 32 spesies, dan sebanyak 20 spesies yang hanya ditemukan di Teluk Balikpapan. Indeks similaritas spesies mangrove untuk kedua lokasi adalah (40,67%), yang menjelaskan bahwa tingkat similaritas spesies penyusun vegetasi mangrove di antara keduanya rendah. Indeks Sørensen berada pada rentang 0 – 100%, jika nilai indeks tinggi menggambarkan antara lokasi yang dibandingkan memiliki unit penyusun spesies yang mirip, sementara nilai indeks rendah menggambarkan antara lokasi yang dibandingkan memiliki unit penyusun spesies

yang berbeda (Chasani and Suyono, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa, kondisi stuktur dan komposisi spesies antara Delta Mahakam dan Teluk Balikpapan menunjukkan kemiripan struktur dan komposisi spesies yang rendah.

Indeks similaritas rendah menunjukkan keanekaragaman mangrove penyusun vegetasi mangrove rendah, hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi substrat, suhu, dan salinitas. Substrat adalah tempat yang memungkinkan tumbuhan untuk tumbuh. Kondisi vegetasi mangrove dipengaruhi oleh substrat yang menyusunnya, karena setiap fisik substrat yang berbeda akan berpengaruh terhadap keberadaan spesies mangrove. Keberadaan substrat di kawasan mangrove merupakan hasil dari pengendapan material yang terjadi di akar mangrove. Tipe substrat yang ditemukan berupa campuran dari lumpur, pasir, tanah atau karang (Irawan *et al.*, 2021). Pembentukan sulfida pada substrat merupakan modifikasi khas dari sedimen hutan mangrove, dan memberikan pengaruh terhadap persebaran spesies mangrove. Tingkat sulfida yang tinggi bersifat toksik terhadap tumbuhan mangrove, sehingga mempengaruhi proses metabolisme, fungsi fisiologis, menghambat laju pertumbuhan dan kematian individu mangrove (Youssef & Saenger, 1998). Sulfida berlebih terbentuk akibat kondisi lingkungan anaerobik tanah yang karena perubahan pada topografi (pembukaan lahan hutan mangrove), genangan air, dan detritus dalam jumlah besar (Reef *et al.*, 2010). Proses dekomposisi sulfida akan terbentuk hidrogen sulfida (H_2S), senyawa tersebut dapat membahayakan bagi keberlangsungan mangrove jika akar tidak mampu melepas H_2S ke udara dalam bentuk gas. Salah satu buktinya dapat dilihat pada tren penurunan populasi *Avicennia* di wilayah Delta Mahakam. Gastadol (2010) menyebutkan bahwa wilayah delta front dari Delta Mahakam didominasi oleh lumpur (*silt*). Lumpur yang berlebih dapat menutup akar nafas (*pneumatophore*) sehingga dapat membahayakan tumbuhan mangrove, terutama pada kondisi akumulasi H_2S (sulfida).

Faktor lain yang mempengaruhi keanekaragaman adalah suhu lingkungan. Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada suhu optimal dengan rentang 28 – 32°C, sementara mangrove di kawasan tropis tumbuh pada suhu

24°C. Pada kondisi suhu yang optimal akan menguntungkan bagi mangrove karena dapat berkembang dengan maksimal, tetapi saat kondisi suhu ekstrim rentang 38 – 40°C akan mempengaruhi kondisi daun mangrove, dan juga terhambat proses fotosintesisnya. Peningkatan suhu dalam skala kecil dapat mempengaruhi waktu siklus pembungaan mangrove, sehingga akan mengganggu lama durasi pembungaan dan terhambatnya pembentukan benih baru (Kathiresan and Rajendran, 2005).

Salinitas (kadar garam) salah satu faktor penting dalam distribusi spesies, dan pertumbuhan di hutan mangrove. Tumbuhan mangrove memiliki toleransi tinggi terhadap salinitas dibandingkan dengan tumbuhan non-mangrove. Vegetasi mangrove dengan keanekaragaman melimpah memiliki kondisi salinitas optimum, sekitar 15 – 30%. Ketika mangrove berada dikondisi salinitas rendah akan mengganggu fungsi fisiologis sel, seperti turgiditas sel dan penurunan proses respirasi. Pada salinitas tinggi, mangrove akan meningkatkan penggunaan energi untuk menjaga keseimbangan air dan konsentrasi ion, meningkatkan stress osmotik, dan mengganggu keseimbangan nutrisi (Chen and Ye, 2014; Dittmann *et al.*, 2022). Salinitas tinggi selain mengganggu fisiologis dari organ mangrove, dapat mengganggu ekosistem mangrove seperti degradasi dan hilangnya spesies mangrove karena keanekaragaman endemik mangrove berkurang. Selain itu, mengalih fungsi ekosistem mangrove yang semestinya, hutan mangrove dikenal sebagai blue carbon karena penyerapan akumulasi karbon yang tinggi menjadi sumber produksi karbon (Dittmann *et al.*, 2022).

Kemiripan jenis mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam rendah menunjukkan bahawa komunitas mangrove di kedua lokasi tersusun dari jenis yang relatif berbeda. Oleh karena itu upaya perlindungan areal mangrove di kedua lokasi perlu dilakukan secara bersama-sama, karena keduanya saling melengkapi. Beberapa jenis tumbuhan yang tidak ada di Teluk Balikpapan ditemukan di Delta Mahakam, demikian juga sebaliknya. Selain itu kedua lokasi adalah areal yang strategis sebagai green area di sekitar dua kota besar (Balikpapan dan Samarinda) dan Ibu Kota Nusantara (IKN).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa spesies tumbuhan mangrove yang ditemukan di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam, Kalimantan Timur meliputi 15 ordo, 25 familia, 35 genus dan 44 spesies. Genus yang paling umum ditemukan adalah *Avicennia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Xylocarpus*. Komposisi tumbuhan mangrove di Teluk Balikpapan dan Delta Mahakam mempunyai tingkat kemiripan yang rendah dengan nilai indeks similaritas Sorensen 40,67%.

Penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan dan diperlukan pengkajian lebih lanjut, karena seiring dengan berjalannya waktu, kondisi hutan mangrove akan mengalami perubahan, baik berupa degradasi hutan ataupun penanaman kembali. Selain itu perlu dilakukan inventarisasi dengan pengambilan sampel mangrove dengan cakupan yang lebih luas dan merata, sehingga diperoleh data keanekaragaman yang lebih baik.

Referensi

- Arifanti, V. B., Novita, N., Subrano, S. & Tosiani, A. (2021). Mangrove deforestation and CO₂ emissions in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 874. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/874/1/012006>
- Asadi, M. A., Sukandar, S., Luthfi, O. M., Handayani, M., Dewi, C. S. U., Saputra, D. K. & Rahmandika, M. R. A. (2019). Mangrove forest inventory and estimation of Carbon Storage in Poteran Island, East Java, Indonesia. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 14(3): 9-16.
- Asnaenie, A., Lahjie, A. M., Simarankir, B. D. A. S. & Ruslim, Y. (2019). Kajian Pertumbuhan Restorasi Mangrove pada Kawasan Taman Nasional Kutai Kalimantan Timur. *Jurnal AGRIFOR*, 18(2): 207-216. ISSN P: 1412-6885; ISSN O: 2503-4960.
- Basyuni, M., Nuryawan, A., Yunasfi, Putri, L. A. P. & Baba, S. (2018). Effect of long-term salinity on the growth and biomass of two non-secretors mangrove plants *Rhizophora apiculata* and *Ceriops tagal*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 122, 012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012042>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, K., Young, S., Bywaters, D. & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 0(0): 1-10. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Chasani, A. R., & Suyono, E. A. (2020). Comparison of structure and composition of seaweeds population in Porok and Greweng Coasts, Gunung Kidul, Indonesia. The 6th International Conference on Biological Science ICBS 2019. <https://doi.org/10.1063/5.0016133>
- Chen, Y. & Ye, Y. (2014). Effects of salinity and nutrient addition on mangrove *Excoecaria agallocha*. *PLoS One*, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093337>
- Cheng, H., Inyang, A., Li, C.-D., Fei, J., Zhou, Y.-W. & Wang, Y. S. (2020). Salt tolerance and exclusion in the mangrove plant *Avicennia marina* in relation to root apoplastic barriers. *Ecotoxicology*. <https://doi.org/10.1007/s10646-020-02203-6>
- Damayanto, I. P. G. P., Rahmawati, K., Nurdiansah, D. ... & Mirmanto, E. (2023). A taxonomic revision of the small mangrove genus *Camptostemon* (Malvaceae). *Plant and Fungal Systematics*, 68(1), pp.207-222. <https://doi.org/10.35535/pfsyst-2023-0002>
- Dharmawan, I. W. E., Suyarso., Ulumuddin, Y. I., Prayudha, B. & Pramudji. (2020). Panduan Monitoring Struktur Komunitas Mangrove di Indonesia. PT Media Sains Nasional, Bogor. ISBN: 978-623-94306-0-3
- Dittmann, S., Mosley, L., Stangoulis J. ... &

- McGrath, A. (2022). Effects of Extreme Salinity Stress on a Temperate Mangrove Ecosystem. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.859283>
- Djamaluddin, R. (2018). *Mangrove: Biologi, Ekologi, Rehabilitasi, dan Konservasi*. Unsrat Press, Manado. ISBN 978-602-0752-28-0.
- Edwin, M., Sulistyorini, I. S., Poedjirahajoe, E., Faida, L. R. W., Purwanto, R. H. & Imanuddin, I. (2021). Structure and Dominance of Species in Mangrove Forest on Kutai National Park, East Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 27(1): 59-68. <https://doi.org/10.7226/jtfm.27.1.59>
- Gastaldo, R. A. (2010). Peat or no peat: Why do the Rajang dan Mahakam Deltas differ?. *International Journal of Coal Geology*, 83(2):162–172. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2010.01.005>
- Giesen, W., Wulffrat S., Zieren, M. & Scholten, L. (2007). *Mangrove Guidebook For Southeast Asia*. FAO and Wetlands International, Bangkok. ISBN: 974-7946-85-8
- Irma, W., Atmaja, A. T. & Marfa'i, M. A. (2020). Biodiversitas Vegetasi Mangrove di Kecamatan Concong Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 37(2): 85-90. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2020.37.2.1200>
- Goutham-Bharathi, M. P., Roy, S. D., Krishnan, P., Kaliyamoorthy, M. & Immanuel, T. (2014). Species diversity and distribution of mangroves in Andaman and Nicobar Islands, India. *Botanica Marina*, 57(6). <https://doi.org/10.1515/bot-2014-0033>
- Henri, H., Syafa'ati, R. & Randiansyah, R. (2022). Species composition and vegetation structure of mangrove forest in Baskara Bakti Village, Central Bangka Regency, Bangka Belitung. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1108(012004). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1108/1/012004>
- Irawan, A., Chikmawati, T. & Sulistijorini. (2021). Diversity and zonation of mangrove flora in Belitung Island, Indonesia. *BIODIVERSITAS*, 22(5): 2981-2992. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220563>
- IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Diakses pada [14 Oktober 2023].
- Kathiresan, K. & Rajendran, N. (2005). Mangrove ecosystems of the Indian Ocean region. *Indian Journal of Marine Sciences*, 34, 104-113.
- Kusmana, C., & Azizah, N. A. (2021c). Species Composition and Vegetation Structure of Mangrove Forest in Pulau Rambut Wildlife Reserve, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 950(012020). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012020>
- Nguyen, H. A., Vu, H. D. & Röder, A. (2021). Estimation of Above-Ground Mangrove Biomass Using Landsat-8 Data- Derived Vegetation Indices: A Case Study in Quang Ninh Province, Vietnam. *Forest and Society*, 5(2): 506-525. <https://doi.org/10.24259/fs.v5i2.13755>
- Noor, Y., Khazali, M. & Suryadiputra, I. N. N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indoneasia*. PHKA/WI-IP, Bogor. ISBN: 979-95899-0-8
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa

Dilindungi.

- Pramudji, P. (2000). Hutan Mangrove di Indonesia: Peranan Permasalahan dan Pengelolaannya. *Oseana*, 25(1): 13-20.
- Reef, R., Feller, I. C. & Lovelock, C. E. 2010. Nutrition of mangroves. *Tree Physiology*, 30(9): 1148-1160. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq048>
- Sayektiningsih, T., Ma'ruf, A. & Atmoko, T. (2012). Struktur dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove di Pulau Benawa Besar, Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian BPTKSDA*, 115-123.
- Sodikin, S., Nurkholifah. & Said, M. (2021). Spatial Modeling of Deforestation In Mahakam River Delta Kutai District Ketanegara Province of East Kalimantan. *Journal of Empowerment Community and Education*, 1(3): 189-186. e-ISSN: 2774-8308.
- Warsidi, W. & Endayani, S. (2017). Komposisi Vegetasi Mangrove di Teluk Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal AGRIFOR*, 16(1): 115- 124. ISSN P: 1412-6885 ISSN O: 2503-4960.
- Youssef, T. & Saenger, P. (1998). Photosynthetic gas exchange and accumulation of phytotoxins in mangrove seedlings in response to soil physico-chemical characteristics associated with water logging. *Tree Physiology*, 18 (5), 317-324. <https://doi.org/10.1093/treephys/18.5.317>