



e-ISSN: 2722-3787

Tomini Journal of Aquatic Science

Homepage: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/tjas>



# Characteristics of *Avicennia lanata* (Ridley) Species for mangrove restoration on the coast of North Gorontalo

Faizal Kasim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Negeri Gorontalo

\*Corresponding author: [faizalkasim@ung.ac.id](mailto:faizalkasim@ung.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Habitat affinity; Mangrove endangered species; IUCN; Mixed-species restoration; Co-planting management

### How to cite:

Kasim, F. (2022). Characteristics of *Avicennia lanata* (Ridley) species for mangrove restoration on the coast of North Gorontalo. *Tomini Journal of Aquatic Science*, 3(1), 8–20

## ABSTRACT

Research on the rare mangrove *Avicennia lanata* (Ridley) is based on the habitat affinity of this species on the coast of North Gorontalo observed during 2017-2019. The current search was carried out in geographically isolated areas (land and islands) using a combination of tracking and Point Centered Quarter (PCQ) techniques to observe the substrate condition and elevation of the mangrove patch habitat, as well as to observe the morpho-anatomical character of the stand. The results showed that the habitat affinity of *A. lanata* species in North Gorontalo covers a wide range of substrate types, including mud, sandy mud, sand, muddy sand, and sandy and muddy soil on land with an elevation of 5.11–6.57 MDPL. The morpho-anatomical character as a distinguishing feature of *A. lanata* species from other *Avicennia* species found in leaves, stems, and fruit, could only be observed clearly in individual stands and trees. This study recommends restoration/monitoring of mangrove species *A. lanata* (Ridley) with a mixed-species restoration approach and community-based co-planting in a long-term mangrove restoration program in the coastal area of North Gorontalo.



## PENDAHULUAN

Mangrove adalah vegetasi yang toleran terhadap garam, mendominasi lahan basah pesisir daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Habitat mereka adalah zona intertidal pantai terlindung, muara, sungai pasang surut, daerah terpencil (*backwaters*), laguna, rawa-rawa dan dataran lumpur dari garis lintang tropis dan subtropis. Mangrove memiliki kepentingan ekologis dan sosio-ekonomi yang sangat penting sebagai pusat biotope laut tropis, juga merupakan salah satu gudang keanekaragaman hayati dan genetik terkaya di dunia (Kuenzer *et al.*, 2011; Sandilyan & Kathiresan, 2012; Bryan-Brown *et al.*, 2020).

Walaupun tidak seluas daerah lain, *patch* mangrove yang tersebar tidak merata dan relatif sempit di kawasan pesisir Gorontalo Utara memiliki keanekaragaman spesies mangrove sejati

yang cukup tinggi. Sebanyak 20 spesies mangrove sejati telah berhasil diinventarisasi sebagai kekayaan sumberdaya hayati pesisir Gorontalo Utara; Sebanyak 18 di Bagian Timur pesisir Gorontalo Utara, meliputi wilayah pesisir Kecamatan Atinggola hingga Kecamatan Tomilito; Juga 13 spesies yang tersebar di wilayah Pulau Dudepo dan Ponelo (Kasim *et al.*, 2018; Kasim *et al.*, 2019). Menurut data DKP Gorontalo bahwa hingga akhir 2015 sejumlah 3.084,64 ha (sekitar 17,9% dari total luas mangrove di Gorontalo) mengalami kerusakan. Ini termasuk kerusakan di pesisir Gorontalo Utara seluas 1.107,93 ha (35,9% total kerusakan). Hal ini tentunya menjadi ancaman bagi keberadaan sumberdaya mangrove yang ada, terutama spesies-spesies mangrove yang penting dalam konservasi.

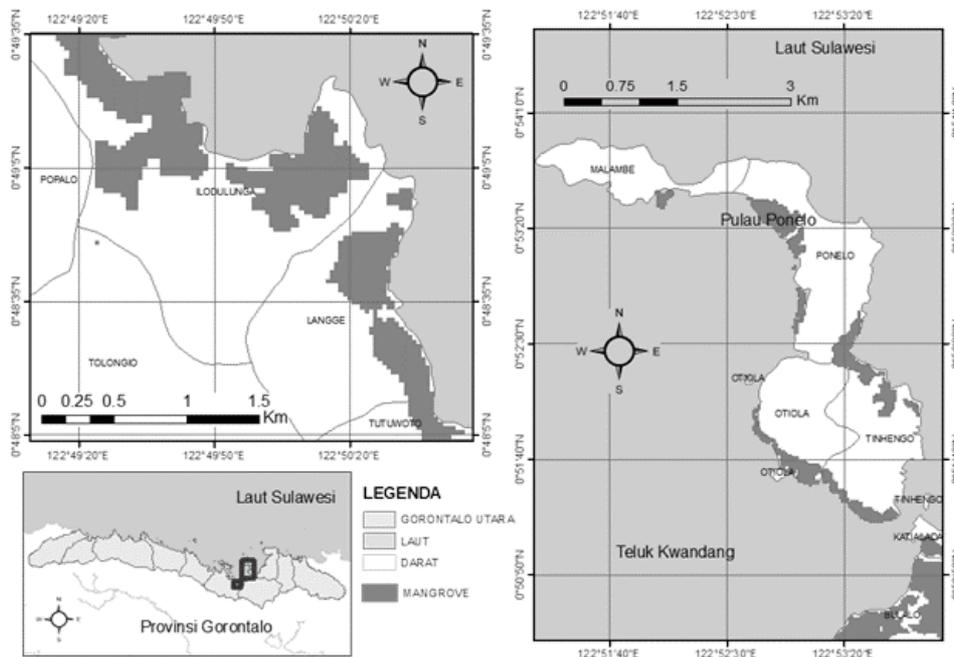
*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* disingkat IUCN didirikan pada tahun 1948 dan berpusat di Gland, Switzerland. Beranggotakan 78 negara, 112 badan pemerintah, 735 organisasi non-pemerintah dan ribuan ahli dan ilmuwan dari 181 negara. Organisasi ini bertujuan membantu komunitas di seluruh dunia dalam konservasi alam untuk melestarikan keanekaragaman hayati global. Secara rutin IUCN menerbitkan kategori status konservasi, disebut *IUCN Red List* spesies terancam (daftar merah IUCN) yang mencantumkan status kelangkaan untuk spesies yang terancam punah. Pengkriteriaan tersebut selain untuk mengevaluasi kelangkaan spesies di dunia, juga secara eksplisit mengatur sekaligus menjadi panduan yang memiliki pengaruh paling besar di bidang konservasi (IUCN, 2014).

Keberadaan mangrove di kawasan pesisir Gorontalo Utara memiliki pola keanekaragaman yang unik. ini mencakup kompleksitas struktur habitat yang menyusun tingkat keanekaragaman spesies pada beberapa wilayah (Kasim *et al.*, 2018), juga perbedaan distribusi spesies *Avicennia lanata* (Ridley) yang terkategori *vulnerable species* (Vu) menurut daftar *redlist* IUCN. Frekuensi dan kelimpahan spesies ini pada habitat di pesisir wilayah Pulau Dudepo relatif rendah dengan afinitas habitat pada kondisi substrat lumpur (Usman *et al.*, 2013; Kasim *et al.*, 2019). Di wilayah pesisir daratan utama, spesies ini memiliki frekuensi yang tinggi dengan kisaran lingkungan substrat yang lebar. Perbedaan afinitas habitat jenis mangrove ini di kedua wilayah isolatif (daratan dan pulau) tersebut menunjukkan pola sebar sporadik yang menyulitkan mereka terdata dalam inventarisasi mangrove menggunakan metode kuadaran jalur transek pada sabuk mangrove Upaya pendataan dan menginventarisasi yang tepat bagi spesies ini adalah menggunakan kombinasi dari metode telusur menggunakan *Point Centered Quarter* (PCQ), sebagaimana ditunjukkan penerapannya dalam menginventarisasi dan menghitung potensi serapan karbon spesies ini di wilayah pesisir Selatan Gorontalo oleh Kasim dan Lamalango (2019).

Kurangnya informasi dan publikasi tentang biologi dan ekologi spesies mangrove langka menyebabkan kesulitan dalam memahami spesies ini (Kathiresan & Qasim, 2005). Di sisi lain, untuk menguraikan keberadaan spesies langka dalam sistem alami adalah paling sering berdasarkan atribut distribusi dan kelimpahan spesies bersangkutan (Ragavan *et al.*, 2014). Memahami konteks hubungan kawasan-kekayaan spesies dapat melalui pendekatan dinamika kolonisasi-kepunahan, yaitu makin kecil suatu situs maka kemampuannya menampung populasi bagi spesies yang lebih rentan punah juga lebih kecil dibandingkan situs yang lebih besar (Van Noordwijk *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan memaparkan karakteristik spesies dan hasil pengamatan afinitas habitat spesies *A. lanata* (Ridley) pada beberapa lokasi terdeteksi yang mewakili wilayah daratan utama (Desa Langge dan Desa Iلودlunga) serta wilayah pulau yang terisolir dari keduanya (Pulau Ponelo). Penelitian ini juga mengkaji potensi spesies *A. Lanata* dalam program restorasi mangrove di Gorontalo Utara

## **METODE PENELITIAN**

**Waktu dan lokasi penelitian.** Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019. Lokasi penelusuran spesies langka *A. lanata* (Ridley) dipilih secara purposif, berdasarkan kehadiran spesies ini pada pengamatan dan laporan lain sebelumnya, yaitu: Desa Langge, Desa Iلودlunga (Kecamatan Anggrek) dan Desa Ponelo (Kecamatan Ponelo Kepulauan). Lokasi penelitian berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Gorontalo, ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di Kecamatan Angrek Kabupaten Gorontalo Utara.

**Metode pengumpulan dan analisis data.** Pengumpulan data secara purposif dilakukan melalui kegiatan survei pelacakan (*tracking*) keberadaan spesies *A. lanata* (Ridley). Pencarian atas individu dan atau koloni *A. lanata* (Ridley) dilakukan pada bagian tepi dan tengah komunitas mangrove dengan bantuan peta sebaran mangrove (Kasim *et al.*, 2018; 2019), Kompas, dan GPS, didasarkan pada teknik penelusuran merujuk pada Kasim & Lamalango (2019). Analisis data penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif atas hasil observasi. Tiap individu dan/atau koloni *A. lanata* (Ridley) yang ditemukan dilakukan observasi dan pendokumentasian meliputi morfo-anatomi spesies, kondisi titik kehadiran, dan afinitas substrat spesies *A. lanata* (Ridley). Serta pengaruh antropogenik pada individu/koloni *A. lanata* (Ridley).

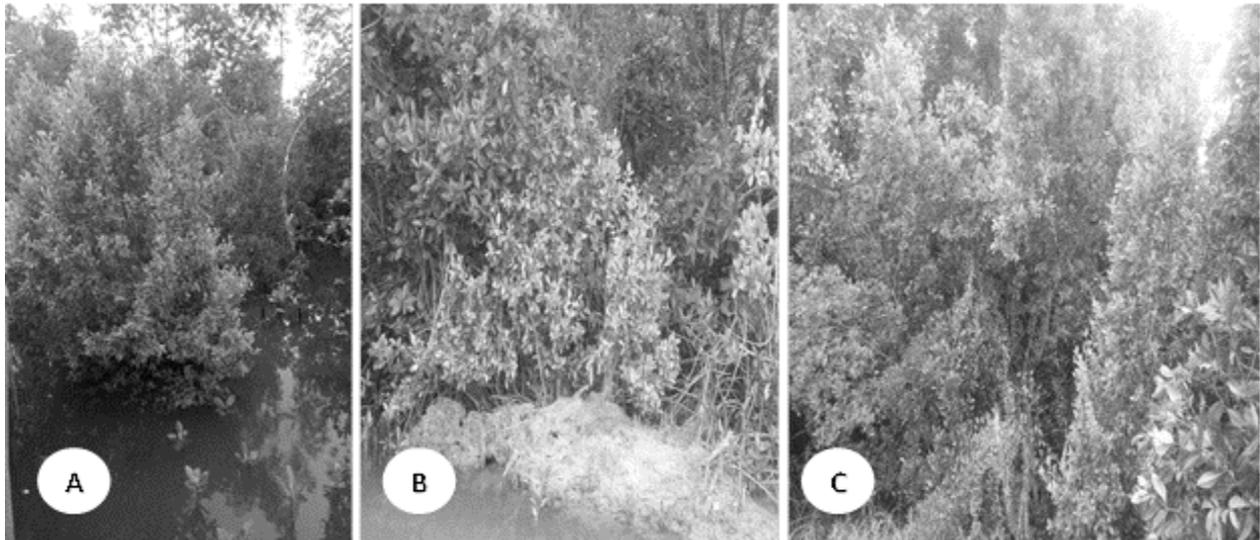
## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Kondisi geografis Desa Iludulunga dan Desa Langge.** Jika Dibandingkan dengan kawasan mangrove di Pulau Ponelo yang sebagian besar masih alami, kawasan sebaran mangrove di pesisir Desa Iludulunga dan Langge termasuk dalam zona pertumbuhan daerah di kawasan Barat Kabupaten Gorontalo Utara, hal ini disebabkan oleh kedekatan kawasan tersebut dengan beberapa sarana penting, seperti transportasi laut (Pelabuhan Angrek), dan transportasi darat (Trans Sulawesi), serta pertumbuhan kawasan lain seperti permukiman dan industri (gudang) dan wisata. Kondisi yang beresiko merubah landscape dan ekosistem akibat berbagai kepentingan ini akan mempengaruhi keberadaan sumberdaya pesisir di kawasan ini, termasuk keberadaan sumberdaya mangrove.

**Deskripsi dan klasifikasi.** Api-api merupakan salah satu tumbuhan mangrove yang termasuk ke dalam Famili Avicenniaceae/Verbeceae yang banyak ditemukan di ekosistem mangrove yang terletak paling luar atau dekat dengan laut. Api-api Hidup di tanah berlumpur agak lembek atau dangkal, dengan substrat berpasir, sedikit bahan organik dan kadar garam tinggi (Afzal *et al.*, 2011). Sebagai anggota kelompok Api-api, klasifikasi *A. lanata* (Ridley) menurut Katimura (1997) sebagai berikut:

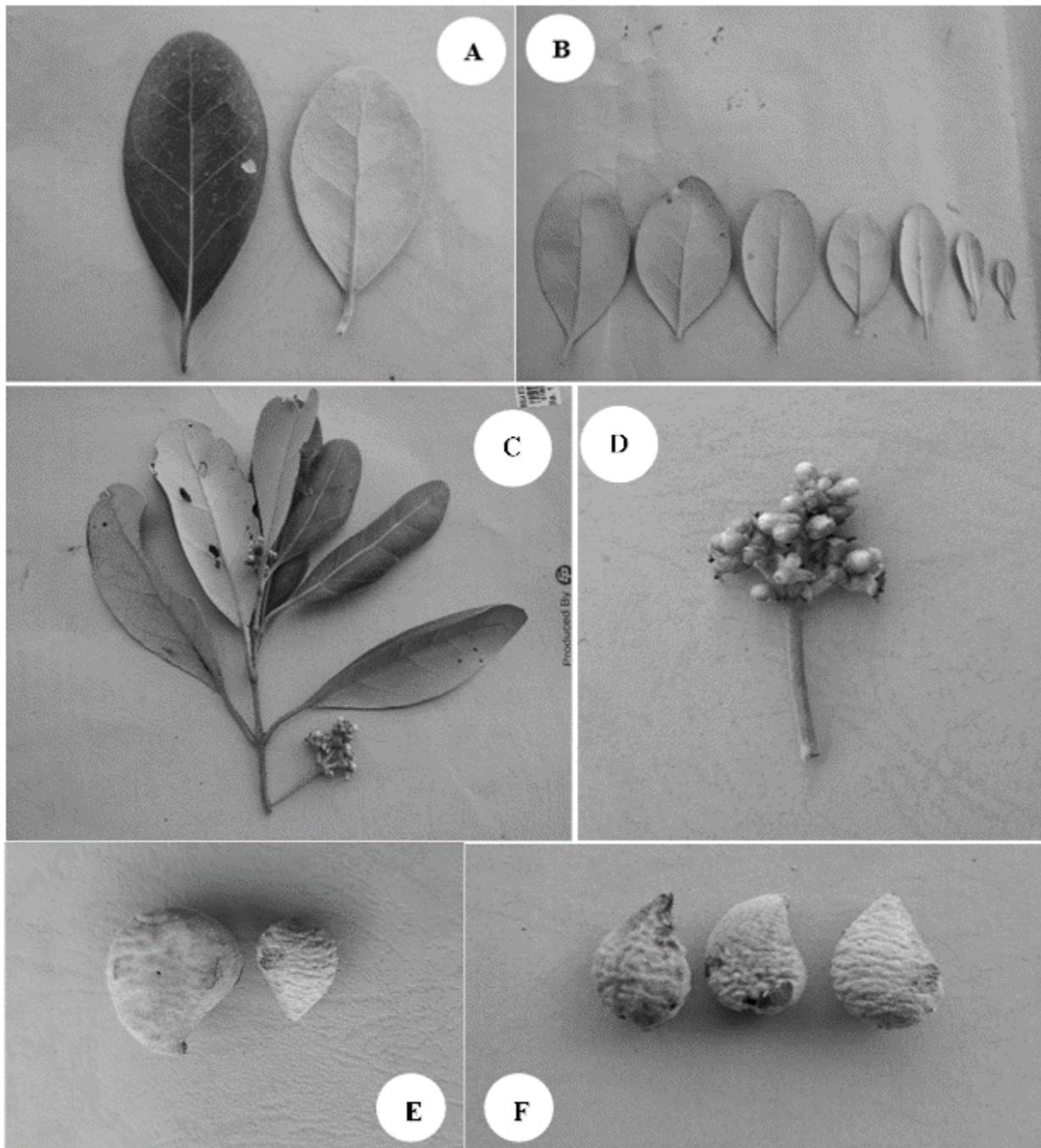
Kingdom: Plantae  
 Divisi: Magnoliophyta  
 Kelas: Magnoliopsida  
 Ordo: scrophulariales  
 Family: Acanthacea  
 Genus: Avicennia  
 Spesies: *Avicennia lanata* (Ridley)

**Morfologi daun.** Bagian daun tebal, dicirikan oleh warna keputihan pada bagian bawah daun yang bergaram dengan ujung daun berbentuk elips (bundar lonjong). Bentuk tersebut cenderung melengkung dari arah bagian dorsal daun ke ventral daun yang memberi ciri khusus ketika diamati dari dekat Ciri ini menjadi fitur khas *A. lanata* (Ridley) di antara jenis marga Avicenniaceae, bahkan rimbunan dedaunan pada tegakan individu menjadi petunjuk awal pembeda spesies *A. lanata* dengan *A. marina* dan *A. officinalis* yang sangat mirip jika diamati dari kejauhan (Gambar 2). Bagian ventral daun terasa asin, sebagai ciri utama mangrove sejati (true mangrove) terkait mekanisme eksklusi garam. Secara umum bentuk jari jari daun sejajar dengan corak yang simetris serta bagian bawah yang berkerut (Gambar 3).



**Gambar 2.** Ciri penampakan individu spesies *A. lanata* (Ridley) di antara anggota marga *Avicennia* lainnya (A) Lokasi Desa Langge, (B) lokasi Desa Iludlunga, (C) Lokasi Desa Ponelo.

**Morfologi bunga.** Bunga spesies *A. lanata* cenderung bertumpuk pada ujung tandan dan bergerombol dengan 4 benang sari dan daun mahkota 4 buah yang bagian bawah dibungkus 5 kelopak berbentuk cawan. Namun pada batang kelopak bunga *A. lanata* (Ridley) dengan *A. officinalis* memiliki kesamaan warna yaitu agak kecoklatan dan memiliki tekstur yang halus. Sebaliknya, bentuk bunga *A. marina* dengan *A. lanata* (Ridley) hampir mirip, perbedaan mencolok terdapat pada perbedaan warna batang kelopak bunga dan juga bentuk koloni bunga yang menyatu, dimana bunga spesies *A. marina* cenderung memanjang.



**Gambar 3.** Ragam bentuk ukuran, bentuk daun, bentuk bunga dan buah *A. lanata* (Ridley) di Pesisir Gorontalo Utara (A) bagian dorsal (atas) dan ventral (bawah) daun, (B) ukuran dan bentuk bagian bawah, (C) pucuk, (D) tangkai dan cabang koloni bunga, (E) perbandingan bentuk ukuran buah *A. officinalis* (kiri) dengan buah *A. lanata* (Ridley) (kanan), (F) ragam ukuran buah *A. lanata* (Ridley).

**Morfologi buah.** Buah *A. lanata* (Ridley) memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan bentuk buah anggota marga Avicenniaceae lainnya. Karakteristik buah *A. lanata* cenderung halus dan terasa berkerut jika disentuh, warna buah hijau kecoklatan dan bentuk bulat melonjong dan sedikit lancip pada ujung buah. Secara khas, terdapat kesamaan bentuk buah jenis *A. lanata* (Ridley) dengan *A. officinalis* yang seperti hati di bandingkan *A. marina*, namun keduanya berbeda ukuran, dimana ukuran lebih besar terdapat pada buah *A.*

*officinalis*. Perbedaan lainnya adalah tekstur halus dan tidak berkerut pada buah *A. officinalis* dibandingkan buah *A. lanata* (Ridley).

**Morfologi batang.** Batang pohon jenis *A. lanata* (Ridley) bertekstur halus, dan berwarna keputihan. Pada pengamatan secara visual, pohon yang berukuran lebih dari 70 cm terdapat totol yang berwarna hijau dan kebiruan, terkadang batang *A. lanata* (Ridley) mengeluarkan getah pohon yang berwarna coklat kemerahan. Batang pohon yang berukuran lebih besar sering membentuk jari batang bertekstur halus jika disentuh dan merambat serta membentuk ujung cabang yang berwarna merah (Gambar 4).



**Gambar 4.** Bentuk jenis akar (ATAS) dan batang pohon (BAWAH) mangrove *A. lanata* (Ridley) di lokasi penelitian. (A) Desa Langge, (B) Desa Ponele, (C) Desa Iludulunga.

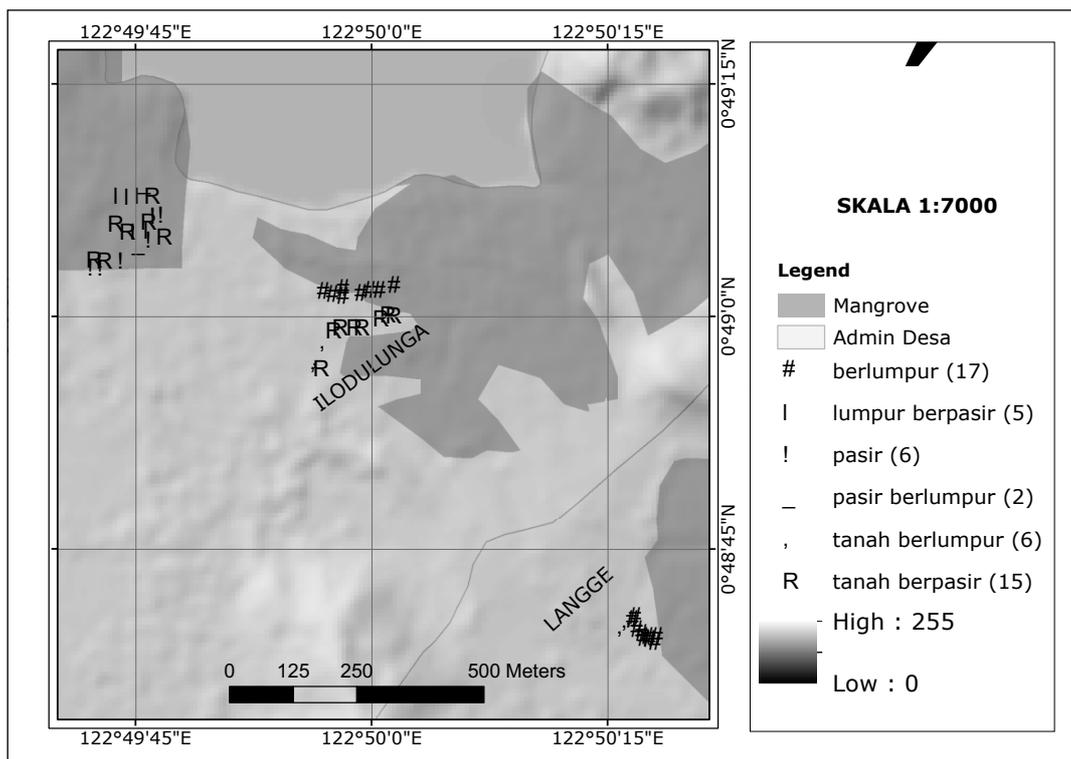
**Morfologi akar.** Akar pohon spesies *A. lanata* (Ridley) berkategori akar *pencil*, dan mampu merambat ke dalam tanah sehingga tampak seperti akar yang baru yang merupakan jenis akar napas (pensil). Merambatnya akar pohon *A. lanata* (Ridley) hanya muncul pada ukuran pohon dan tidak teramati pada tegakan pancang. Jenis akar yang ditemukan melekat pada substrat berlumpur yang umum ditemukan pada habitat yang terlindung dari angin dan ombak yang keras. Akarnya berwarna hitam kecoklatan dengan tekstur yang keras dan bercabang memanjang.

**Karakteristik struktur tegakan.** Bentuk kategori semai *A. lanata* (Ridley) berukuran tinggi kurang dari 1 m mirip dengan semai jenis *A. alba*. Perbedaan daun diantara kedua jenis tersebut terdapat pada warna daun dimana warna daun *A. lanata* (Ridley) yang spesifik. Yaitu, warna khas bagian ventral (bawah) daun *A. lanata* (Ridley) berwarna putih pucat, dan bentuk tulang daun yang simetris lebih teramati dibandingkan pada *A. alba*. Semai *A. lanata* (Ridley) hidup bergerombol bersama pohon indukannya.

pancang spesies *A. lanata* (Ridley) memiliki ciri khas warna daun agak pucat dari kejauhan. pancang *A. lanata* (Ridley) banyak ditemukan bersama jenis mangrove lain dan organisme air. Ukuran pancang *A. lanata* (Ridley) dapat dibedakan dari jenis *Avicennia* lain, namun belum ada ciri khas pembeda pada batang pancang dengan jenis *Avicennia* lainnya.

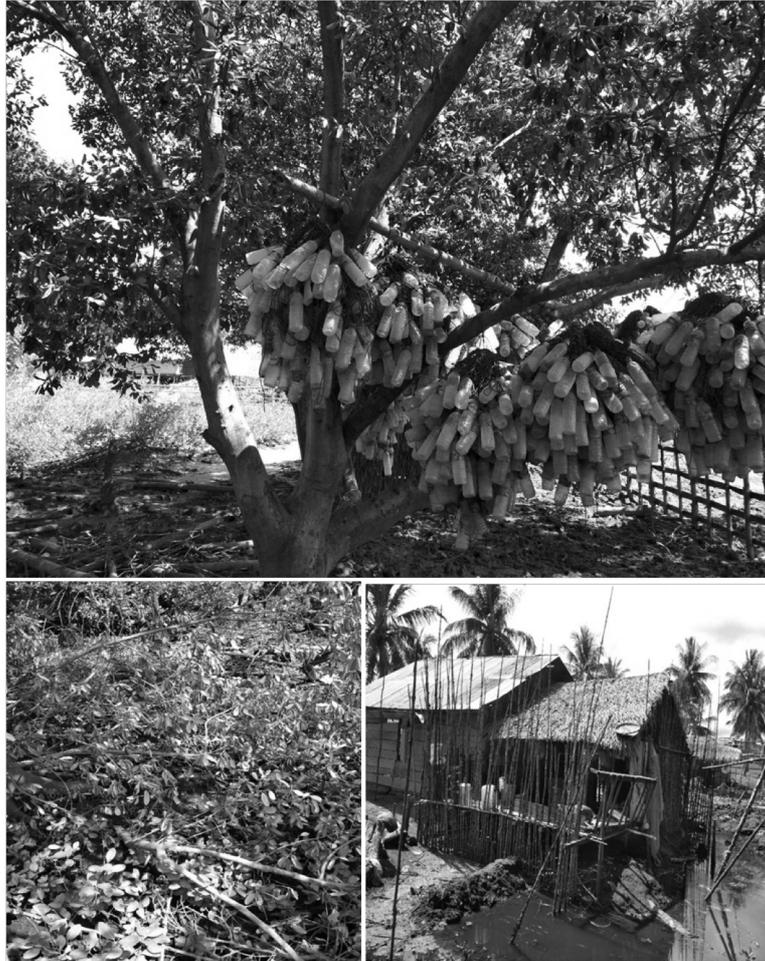
**Asosiasi antar spesies mangrove.** Jenis asosiasi *A. lanata* (Ridley) dengan spesies mangrove lain di tiap titik lokasi bervariasi. *A. lanata* ditemukan berasosiasi dengan anggota marga *Avicenniaceae* dan anggota Genera *Sonneratia* dari marga *Lythraceae* seperti *Sonneratia sp.*, dan juga anggota marga *Rhizophoraceae* yaitu *Bruguiera sp.* dan *Rhizophora sp.* Selama pengamatan, dari ketiga lokasi tidak ditemukan asosiasi antara *A. lanata* (Ridley) dengan *Nipah fruticans*.

**Kondisi lingkungan habitat *A. lanata* (Ridley).** Selama observasi, habitat di tiga lokasi ditemukan bahwa *A. lanata* (Ridley) hidup secara berkoloni. Koloni *A. lanata* (Ridley) tersebar tidak merata (sporadis) dan tidak berpola zona seperti spesies lain dalam komunitas hutan mangrove. Habitat tempat tumbuh spesies *A. lanata* (Ridley) umumnya berbentuk dataran lumpur, tepi sungai, daerah yang kering dan toleran terhadap kadar garam yang tinggi (Noor et al., 2006). Jenis substrat habitat memiliki kisaran luas, meliputi: lumpur, lumpur berpasir, pasir, pasir berlumpur, serta tanah berpasir dan berlumpur (Gambar 5). Afinitas elevasi lahan penyebaran *A. lanata* (Ridley) berkisar antara 5,11–6,57 MDPL (meter di atas permukaan laut). Tercatat pula bahwa afinitas *A. lanata* (Ridley) pada daerah sungai atau *creek* (aliran air temporer yang terkoneksi dengan mangrove) dekat laut, umumnya berjarak lebih dari 2-meter dari *waterline* (garis badan air).



**Gambar 5.** Afinitas habitat spesies *A. lanata* (Ridley) berdasarkan jenis substrat.

**Interaksi antropogenik pada habitat *A. lanata* (Ridley).** Umumnya ditemukan hal memprihatinkan selama penelusuran habitat jenis *A. lanata* (Ridley), yang dimanfaatkan oleh aktivitas masyarakat lokal. Di beberapa titik ditemukan kondisi *A. lanata* (Ridley) yang ditebang dengan sengaja bahkan ada yang digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan rumah. Di beberapa lokasi tercatat bahwa habitat spesies berada di pekarangan rumah warga dengan kondisi substrat pasir berlumpur dan tanah berpasir (Gambar 6).



**Gambar 6.** Beberapa bentuk interaksi masyarakat terhadap mangrove *A. lanata* (Ridley) di lokasi penelitian; keberadaan di pekarangan masyarakat (ATAS), Kondisi *A. lanata* (Ridley) dikeringkan setelah ditebang (KIRI BAWAH), dan pemanfaatan batangnya oleh masyarakat sebagai bagian dari konstruksi rumah (KANAN BAWAH).

Terdapat dua alasan utama untuk menjadikan *A. lanata* (Ridley) sebagai alternatif jenis spesifik dalam program restorasi dalam mengembalikan fungsi-fungsi ekosistem mangrove, yaitu biodiversitas

**Biodiversitas restorasi mangrove pesisir Gorontalo Utara.** Sepanjang observasi penelitian tahun 2017 hingga 2019, terdapat upaya LSM dan pemerintah daerah untuk merestorasi kawasan mangrove Kabupaten Gorontalo Utara, mencakup kegiatan: reboisasi, penyuluhan, pelarangan akses masyarakat terhadap kawasan mangrove, hingga upaya preventif pembalakan dengan melepas buaya ke kawasan mangrove di beberapa titik kawasan sebagai bagian dari pencegahan oleh otoritas pengelola kawasan terhadap kerusakan mangrove di pesisir Gorontalo Utara oleh masyarakat. Khusus pada kegiatan reboisasi, jenis mangrove yang ditanam adalah dari kelompok Rhizophora (Kasim *et al.*, 2018).

Kelompok Rhizophora (terutama *R. stylosa* dan *R. mucronata*) merupakan kelompok utama penyusun kekayaan spesies mangrove (banyak tersebar) di Gorontalo Utara (Kasim *et al.* 2017a; 2017b; 2018; 2019). Demikian pula program restorasi mangrove di Filipina dan Sri Lanka lebih banyak diterapkan pada jenis mangrove Rhizophora melalui penanaman monogenerik. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan yang cepat, ukuran propagul yang besar dan memanjang serta buah/spesies/mangrove mudah dikumpulkan dan hanya dapat ditanam dengan penyisipan sederhana ke dalam substrat, disamping bahwa (Famili Rhizophoraceae) memang dikenal menjadi jenis "keluarga mangrove sejati", yaitu kelompok pionier pembentuk kawasan hutan mangrove (Barik & Chowdhury, 2014; Kodikara *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2019).

Hal tersebut menjadi alasan bagi pengelola kawasan untuk menetapkan pilihan mangrove *Rhizophora* sebagai spesies spesifik pada kawasan reboisasi di Kabupaten Gorontalo Utara.

Restorasi bertujuan untuk memperbaiki keanekaragaman mangrove yang terdegradasi serta mengembalikan fungsi dan jasa ekosistem mangrove (Holl & Aide, 2011; Ferreira *et al.*, 2015). Terkait hal ini, para ahli berpendapat bahwa penanaman campuran spesies (*mixed-species*) yang cocok, sangat penting untuk memenuhi fungsi ekologis dan fisik mangrove yang direstorasi. Sebaliknya, penanaman spesies tunggal (*monogeneric planting*) memiliki potensi terbatas untuk menampung keanekaragaman hayati, di samping juga lebih mungkin terserang hama (barnakel dan ganggang laut) yang berdampak kegagalan pada banyak kasus (Bosire *et al.*, 2008; Gunathilaka, 2017; Juliet & Dorothee, 2017; Hai *et al.*, 2020; Su *et al.*, 2022). Belum jelasnya manfaat jangka panjang dari sistem penanaman monogenerik yang cepat pada kawasan yang luas, serta pentingnya restorasi untuk menciptakan konektivitas bentang habitat mangrove melalui afinitas species pada habitat yang tepat dengan memperhatikan suhu, salinitas, substrat, dan elevasi area (Leong *et al.*, 2018; Lee *et al.*, 2019; Su *et al.*, 2022), maka perlu mengadopsi kebijakan restorasi mangrove kawasan Kabupaten Gorontalo Utara melalui metode penanaman *mixed-species* antara *Rhizophora* yang telah ada selama ini dengan *A. lanata* (Ridley) sebagai alternatif atau spesies tambahan dalam program penanaman, berdasarkan afinitas habitat masing-masing di tiap lokasi rencana penanaman.

**Fungsi dan manfaat *A. lanata* (Ridley) sebagai benefit tambahan dalam program penanaman.** Selain dapat mengembalikan fungsi-fungsi berbagai struktur ekosistem, efek lanjutan lain restorasi, terutama dengan pendekatan *mixed-species* adalah berfungsi dalam menciptakan konektivitas bentang habitat mangrove (Su *et al.*, 2022). Dengan konektivitas tinggi nantinya berdampak pada meningkatnya biodiversitas, fungsi ekosistem, dan stabilitas dalam jaringan meta-komunitas (Thompson *et al.*, 2017), di samping laju akumulasi sedimen di area mangrove yang berfungsi untuk menyerap karbon, serta menjaga kestabilan pantai dari erosi.

publikasi mengenai informasi laju spesies-spesifik terkait kemampuan membentuk agregasi suspensi sedimen (*flocs*) dari tiap jenis mangrove masih terbatas. Namun, informasi komunitas mangrove di Lembar Pulau Lombok, menunjukkan peran *mixed-species* yang dihuni oleh spesies *A. lanata* (Ridley) bersama spesies lain terhadap kecepatan pembentukan *flocs* kawasan restorasi mangrove yang dipengaruhi oleh kondisi pasang surut dan lama waktu pasca restorasi (Paputungan & Koropitan, 2017). Namun, kemampuan menyimpan karbon sedimen hasil regenerasi *A. lanata* (Ridley) di habitat lahan tambak non-aktif dilaporkan Hasidu *et al.* (2021) adalah sebesar 11,26–15,38-ton C/ha, dengan nilai terbesar berada pada lapisan kedalaman sedimen 0–10 cm, atau lapisan dekat permukaan.

Selain beragam fungsi ekologis di atas, manfaat *A. lanata* (Ridley) yang telah lama dikenal oleh masyarakat, seperti: sebagai alternatif pangan (Handayani, 2019); penggunaan bagian batang untuk badan perahu di Sorong, Papua (Prayitno *et al.*, 2002; Arobaya & Pattiselanno, 2010), dan penggunaan bagian batang untuk bagian konstruksi rumah serta pemanfaatan getah pohon sebagai obat tradisional masyarakat Gorontalo Utara (Kasim *et al.*, 2018). pembuktian terkini pemanfaatan *A. lanata* (Ridley) pada bidang molekuler manfaat ekstrak daun *A. lanata* (Ridley) dan *A. marina* untuk agen antikanker terhadap sel kanker usus besar (Illian *et al.*, 2018) dan pemanfaatan senyawa aktif dari batang, akar, daun, bunga dan buah *A. lanata* (Ridley) sebagai antifertilitas (Harlis & Reininggrum, 2020). fungsi dan manfaat tersebut dapat menjadi keuntungan tambahan dalam program penanaman *mixed-species* bagi restorasi di pesisir kabupaten Gorontalo Utara.

**Kebutuhan bagi studi restorasi mangrove berikutnya di Gorontalo.** Kondisi *A. lanata* (Ridley) di Halmahera dan Kalimantan hadir melimpah dengan frekuensi tinggi sehingga menjadi spesies utama penyusun kekayaan jenis mangrove di kedua lokasi tersebut (Tolangara & Aloysius, 2014; Edwin *et al.*, 2021). Informasi tersebut sekaligus mengindikasikan bahwa kedua wilayah tersebut sebagai habitat utama *A. lanata* (Ridley). Secara biogeografi, kedua wilayah tersebut berbeda kondisi geologi, geomorfologi dan iklim

dengan Wilayah Gorontalo (Sulawesi) yang menyebabkan *A. lanata* (Ridley) di kawasan ini menjadi langka, selain pengaruh aktivitas masyarakat. Diterangkan oleh Lam (1945) dalam Fatchan (2011) bahwa afinitas tumbuhan di Sulawesi berorientasi pada wilayah timur dan barat (peralihan). Sulawesi sebagai daerah bertipe iklim Aw tumbuhannya secara khusus berkerabat dekat dengan tumbuhan di daerah bertipe iklim sama seperti Nusa Tenggara. Akan tetapi jenis-jenis tumbuhan di dataran rendah dekat pantai mirip dengan di Papua sedangkan jenis-jenis tumbuhan di dataran tinggi dan pegunungan lebih mirip dengan di Kalimantan (Indonesia Barat).

Noor *et al.* (2006) mengemukakan bahwa spesies *A. lanata* (Ridley) merupakan spesies yang mampu tumbuh di Indonesia pada dataran lumpur, tepian sungai, serta toleransi yang tinggi terhadap salinitas. Penelitian di pesisir Gorontalo Utara ini mendukung informasi tersebut pada jenis substrat yang beragam dan jenis lingkungan (sungai). Namun afinitas kedua fitur habitat di pesisir Gorontalo Utara untuk penyebaran *A. lanata* (Ridley) secara khusus dibatasi oleh elevasi. Tingkat pertumbuhan dan lulus hidup semai *A. lanata* (Ridley) pada habitat berbeda (sungai dan pantai) pada kawasan mangrove di Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat, Indonesia dilaporkan oleh Rafdinal *et al.* (2020), bahwa sifat fisik kimia substrat pada kedua habitat menunjang tingkat lulus hidup benih *A. lanata* (Ridley) berkisar antara 73.33-86.67%, dengan afinitas benih *A. lanata* (Ridley) tercatat pada habitat sekitar sungai. Terkait informasi di atas, perlu penelitian lebih lanjut untuk mengkonfirmasi afinitas *A. lanata* (Ridley) yang luas terhadap kondisi substrat. Demikian pula perlu penelitian lanjutan dari karakteristik parameter data *non-biology*, seperti aliran pasang surut, elevasi, suhu dan salinitas sebagai faktor pembatas penyebaran dan pertumbuhan optimal *A. lanata* (Ridley) dalam penanaman *mixed-species* khusus bagi kawasan mangrove di Gorontalo Utara.

Sebagai tambahan, dokumen kerangka rencana pengelolaan jangka panjang hutan produksi wilayah Kabupaten Gorontalo Utara memasukkan kawasan hutan mangrove sebagai tujuan ekowisata bahari dan jasa lingkungan hutan lindung mangrove (Menlhk, 2014). Studi terkait pencapaian tujuan perencanaan jangka panjang tersebut perlu dikaji lebih lanjut, yang mencakup penelitian lebih luas pada bidang sosial-ekonomi masyarakat yang berada di kawasan *mixed-species* *A. lanata* (Ridley) khususnya bagi peruntukan ekowisata bahari dan jasa lingkungan hutan lindung mangrove. Lee *et al.* (2019) berpendapat bahwa terdapat pembaharuan hubungan otoritas-masyarakat dalam restorasi khusus pada metode evaluasi restorasi, yaitu monitoring pasca penanaman yang harus dilakukan oleh otoritas yang telah melakukan restorasi sebelumnya, tanpa memberikan tanggung jawab monitoring kepada penduduk desa di sekitar lokasi restorasi. Berbeda dengan pandangan dalam restorasi tersebut yang telah diadopsi oleh otoritas pengelola konservasi mangrove di Wilayah Gorontalo Utara, metode restorasi mangrove dapat menerapkan pendekatan berbasis pengelolaan penanaman bersama masyarakat (*community-based co-planting management*) melalui stimulus motivasi masyarakat terhadap fungsi dan manfaat *A. lanata* (Ridley) serta metode *mixed-species* dalam program penanaman mandiri melalui penyuluhan dan pelatihan. Dengan model *co-planting* sebagaimana banyak diterapkan untuk *mixed-species* bagi tanaman pertanian pada lahan terbatas akan saling memberikan kebaikan antara satu sama lain dari spesies yang ditanam, di samping menyelesaikan banyak masalah. Implementasi kedua pendekatan dan/atau perbandingan kedua metode terkait tujuan ekowisata bahari dan jasa lingkungan hutan lindung mangrove sebagaimana isi dokumen rencana pengelolaan mangrove perlu dikaji lebih lanjut.

## KESIMPULAN

Karakteristik morfo-anatomi daun, batang, dan buah sebagai tipikal pembeda tegakan *A. lanata* (Ridley) dari kerabatnya *A. marina* dan *A. officinalis* hanya dapat diamati pada tahapan pertumbuhan berkategori pohon/tegakan. Spesies ini tergolong langka (terancam punah) secara global, meskipun kelimpahan dan kehadirannya di Indonesia beragam karena faktor afinitas habitat secara biogeografi. Kelimpahan dan kehadiran *A. lanata* dalam penyebaran pada tingkat lokal di pesisir Gorontalo Utara menunjukkan pola yang berkaitan dengan afinitas habitat pada substrat dan elevasi, kondisi *patch* mangrove, dan pengaruh antropogenik di

lingkungan pesisir. Penanaman restorasi mangrove di beberapa lokasi secara monogenerik menggunakan jenis *Rhizophora* oleh otoritas pengelola kawasan di pesisir Gorontalo Utara, belum terlihat dampak dan keberlanjutannya dalam jangka panjang. Penelitian ini merekomendasikan metode penanaman *mixed-species A. lanata* (Ridley) bagi rencana restorasi jangka panjang di wilayah ini, berdasarkan dua pertimbangan. Pertama, agar terbentuk konektivitas habitat bentang mangrove yang dapat mendukung biodiversitas di pesisir Gorontalo Utara, baik kekayaan jenis mangrove maupun komponen di dalam ekosistemnya. Kedua, ragam fungsi dan manfaat *A. lanata* (Ridley) baik yang telah ada di tengah masyarakat Gorontalo Utara, maupun yang diintroduksi melalui penyuluhan dan pelatihan, dapat dijadikan stimulus motivasi masyarakat untuk berperan dalam penanaman mandiri melalui *community-based co-planting management*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Aldin Lamalango dan Zulkifli Karim dari *Gorontalo Coastal Ecological and Spatial Mapping Studies Club* (GCESM) atas kebersamaan dan bantuan selama pengamatan lapang.

## REFERENSI

- Afzal, M., Mehdi, F. S., Abbasi, F. M., Ahmad, H., Masood, R., Alam, J., & Shah, A. H. (2011). Efficacy of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. leaves extracts against some atmospheric fungi. *African Journal of Biotechnology*, *10*(52), 10790-10794. <https://doi.org/10.5897/AJB10.2214>
- Arobaya, A., & Pattiselanno, F. (2010). Potensi mangrove dan manfaatnya bagi kelompok etnik di Papua. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati*, *5*(3), 493-500. <https://doi.org/10.24002/biota.v15i3.2608>
- Barik, J., & Chowdhury, S. (2014). True mangrove species of Sundarbans delta, West Bengal, eastern India. *Check List*, *10*(2), 329-334. <https://doi.org/10.15560/10.2.329>
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis Iii, R. R., Field, C., & Koedam, N. (2008). Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany*, *89*(2), 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.03.010>
- Bryan-Brown, D. N., Connolly, R. M., Richards, D. R., Adame, F., Friess, D. A., & Brown, C. J. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific Reports*, *10*(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63880-1>
- Edwin, M., Sulistyorini, I. S., Poedjirahajoe, E., Faida, L. R. W., & Purwanto, R. H. (2021). Structure and dominance of species in mangrove forest on Kutai National Park, East Kalimantan, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, *27*(1), 59-59. <https://doi.org/10.7226/jtftm.27.1.59>
- Fatchan, A. 2011. *Bahan Ajar Geografi Tumbuhan dan Hewan*. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang. Malang.
- Ferreira, A. C., Ganade, G., & de Attayde, J. L. (2015). Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: effects on plant biomass and crab communities. *Ocean & Coastal Management*, *110*, 38-45. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.03.006>
- Gunathilaka, M. D. K. L. (2017). Sustainability of mangrove restoration and conservation in Kalpitiya. *Wild Lanka*, *5*, 142-149. <http://journals.dwc.gov.lk/page.php?t=c&f=showArticle&id=93>
- Hai, N. T., Dell, B., Phuong, V. T., & Harper, R. J. (2020). Towards a more robust approach for the restoration of mangroves in Vietnam. *Annals of Forest Science*, *77*(1), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1007/s13595-020-0921-0>
- Handayani, S. (2019). Identifikasi jenis tanaman mangrove sebagai bahan pangan alternatif di Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pangan*, *12*(2), 33-46. <https://doi.org/10.33005/jtp.v12i2.1287>
- Harlis, W. O., & Reininggrum, F. (2020). Morfologi Spermatozoa Epididymis Mencit (*Mus musculus*, L.) pasca pemberian ekstrak mangrove *Avicennia lanata* (Ridley). In Adi,

- D.A. & Ardiansyah (Eds.), *Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas dalam Menunjang Pembangunan Nasional Berkelanjutan* (pp. 57-64). Universitas Halu Oleo Press.
- Hasidu, L. O. A. F., Prasetya, A., & Ode, A. T. L. (2021). Karakteristik vegetasi dan simpanan karbon sedimen kawasan regenerasi mangrove *Avicennia lanata* (Ridley). di Pesisir Kabupaten Muna. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 8(2), 134-143. <http://dx.doi.org/10.33772/biowallacea.v8i2>
- Holl, K. D., & Aide, T. M. (2011). When and where to actively restore ecosystems. *Forest ecology and management*, 261(10), 1558-1563. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>
- Illian, D. N., Basyuni, M., Wati, R., & Hasibuan, P. A. Z. (2018). Polyisoprenoids from *Avicennia marina* and *Avicennia lanata* inhibit WiDr cells proliferation. *Pharmacognosy Magazine*, 14(58), 513- 518. DOI: 10.4103/pm.pm\_201\_18
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. (2014). The International Union for conservation of nature red list of threatened species. <https://www.iucnredlist.org/>
- Juliet, B., & Dorothee, H., (2017). Mass mangrove restoration: Driven by good intentions but offering limited results. (*IUCN*).
- Kementerian Lingkungan Hidup (Menlhk). (2013, Oktober). Dokumen rencana pengelolaan hutan jangka panjang KPHP Unit IV Gorontalo Utara. [http://kph.menlhk.go.id/sinpasdok/public/RPHJP/RPHJP\\_GORONTALO\\_UTARA.pdf](http://kph.menlhk.go.id/sinpasdok/public/RPHJP/RPHJP_GORONTALO_UTARA.pdf)
- Kasim, F., Nursinar, S., Panigoro, C., Karim, Z., Lamalango, A. (2017a). True mangrove of North Gorontalo District, Indonesia, their list, status and habitat-structural complexity in easternmost coast area. *AACL Bioflux*, 10(6), 1445-1455. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2017.1445-1455.pdf>
- Kasim, F., Nursinar, S., Panigoro, C., Karim, Z., Lamalango, A. (2017b). Pemanfaatan dan persepsi masyarakat sekitar hutan mangrove terhadap kerusakan hutan mangrove di Pesisir Kabupaten Gorontalo Utara, Kasus Kecamatan Tomilito. *Prosiding Seminar Nasional II Pemanfaatan dan Pengembangan Sumberdaya Perikanan Pulau-Pulau Kecil. Universitas Khairun*, 1(2) 33-44. <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/ksppk/article/download/634/457>
- Kasim, F., Nursinar, S., Kadim, M. K., Karim, Z., & Lamalango, A. (2018). *Mangrove Sejati Gorontalo Utara (Tinjauan Kawasan Pesisir Bagian Timur) Monografi Mangrove Gorontalo Utara*. CV Artha Samudera, Gorontalo.
- Kasim, F., & Lamalango, A. (2019). Kombinasi metode telusur (Tracking) dan Point Centered Quarter (PCQ) untuk analisis cadangan karbon mangrove langka Kecamatan Mananggu Kabupaten Boalemo [Laporan Akhir Penelitian Kolaboratif Dosen dan Mahasiswa, Universitas Negeri Gorontalo]. <https://repository.ung.ac.id/en/karyailmiah/show/6785/kombinasi-metode-telusur-tracking-dan-point-centered-quarter-pcq-untuk-analisis-cadangan-karbon-mangrove-langka-kecamatan-mananggu-kabupaten-boalemo.html>
- Kasim, F., Kadim, M. K., Nursinar, S., Karim, Z., & Lamalango, A. (2019). Comparison of true mangrove stands in Dudepo and Poneo islands, north Gorontalo district, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 359-366. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d200142>
- Kathiresan, K., & Qasim, S. Z. (2005). *Biodiversity of mangrove ecosystems*. Hindustan Publishing. New Delhi (India).
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., & Baba, S. (1997). *Handbook of mangroves in Indonesia-Bali & Lombok-JICA*. Saritaksu.
- Kodikara, K. A. S., Mukherjee, N., Jayatissa, L. P., Dahdouh-Guebas, F., & Koedam, N. (2017). Have mangrove restoration projects worked? An in-depth study in Sri Lanka. *Restoration Ecology*, 25(5), 705-716. <https://doi.org/10.1111/rec.12492>
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. *Remote Sensing*, 3(5), 878-928. <http://dx.doi.org/10.3390/rs3050878>

- Lee, S. Y., Hamilton, S., Barbier, E. B., Primavera, J., & Lewis, R. R. (2019). Better restoration policies are needed to conserve mangrove ecosystems. *Nature Ecology & Evolution*, 3(6), 870-872. <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-0861-y>
- Leong, R. C., Friess, D. A., Crase, B., Lee, W. K., & Webb, E. L. (2018). High resolution pattern of mangrove species distribution is controlled by surface elevation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 202, 185-192. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2017.12.015>
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Wetlands International. Indonesia Programme.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi laut*. Gramedia. Jakarta.
- Paputungan, M. S., & Koropitan, A. L. (2017). Profil akumulasi sedimen di area restorasi mangrove, Teluk Lembar Pulau Lombok. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 301-313. <https://core.ac.uk/download/pdf/230340934.pdf>
- Prayitno, S. W. M., Manusawai, J., & Witjaksono, W. (2002). Pemanfaatan tumbuhan mangrove bagi kehidupan masyarakat Suku Inanwatan di Kabupaten Sorong. *Beccariana*, 4(2), 79-92.
- Rafdinal, Rizalinda, Raynaldo, A., & Minsas, S. (2020). Growth and survival rate analysis of *Avicennia lanata* seedlings in Mempawah mangrove areas, West Kalimantan, Indonesia. *AACL Bioflux*, 13(2), 825- 832. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2020.825-832.pdf>
- Ragavan, P., Ravichandran, K., Jayaraj, R. S. C., Mohan, P. M., Saxena, A., Saravanan, S., & Vijayaraghavan, A. (2014). Distribution of mangrove species reported as rare in Andaman and Nicobar Islands with their taxonomical notes. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 15(1), 12 – 23. <http://dx.doi.org/10.13057/biodiv/d150103>
- Sandilyan, S., & Kathiresan, K. (2012). Mangrove conservation: a global perspective. *Biodiversity and Conservation*, 21(14), 3523-3542. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-012-0388-x>.
- Su, J., Yin, B., Chen, L., & Gasparatos, A. (2022). Priority areas for mixed-species mangrove restoration: the suitable species in the right sites. *Environmental Research Letters*, 17(6), 065001. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac6b48>
- Thompson, P. L., Rayfield, B., & Gonzalez, A. (2017). Loss of habitat and connectivity erodes species diversity, ecosystem functioning, and stability in metacommunity networks. *Ecography*, 40(1), 98-108. <http://dx.doi.org/10.1111/ecog.02558>
- Tolangara, A. R., & Aloysius, D. C. (2014). Species composition and utilization patterns of mangrove in the district of jailolo west halmahera province of north mollucas, Indonesia. *Environmental Science an Indian Journal*. 9(10), 359-364. <https://www.tsijournals.com/articles/species-composition-and-utilization-patterns-of-mangrove-in-the-district-of-jailolo-west-halmahera-province-of-north-mol.pdf>
- Usman, L., Syamsuddin, & Hamzah, S. N. (2013). Analisis vegetasi mangrove di pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *The NIKE Journal*, 1(1), 11-17. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/nike/article/view/1211>
- Van Noordwijk, C. G. E., Verberk, W. C., Turin, H., Heijerman, T., Alders, K., Dekoninck, W., & Bonte, D. (2015). Species–area relationships are modulated by trophic rank, habitat affinity, and dispersal ability. *Ecology*, 96(2), 518-531. <https://doi.org/10.1890/14-0082.1>