

PT FREEPORT INDONESIA

MANGROVE

DI MIMIKA – PAPUA TENGAH, INDONESIA



GESANG SETYADI
AGUNG FAIZ DARMAWAN
ADITYA SUKMA BAHARI

BUKU KE 11 DARI SERI PANDUAN LAPANGAN FLORA DAN FAUNA DI MIMIKA, PAPUA TENGAH

Diterbitkan Oleh:



PT Freeport Indonesia
Environmental Department
Jl. Mandala Raya Selatan No. 1
Kuala Kencana, Mimika 99968
Papua Tengah

Desain:
Gesang Setyadi
Agung F. Darmawan
Hilman

Dicetak Oleh:
Aksara Buana

© Gesang Setyadi, Agung F. Darmawan, Aditya S. Bahari, 2023

Semua materi dalam buku ini mengandung hak cipta dan tidak boleh diproduksi kecuali dengan izin tertulis dari penerbit

ISBN 978-602-8859-61-5

Ilustrasi Sampul: *Rhizophora mucronata* Lamk.

Saran Sitiran: Setyadi, G., Darmawan, A.F., Bahari, A.S., 2023. Mangrove di Mimika – Papua Tengah, Indonesia. Divisi Lingkungan, PT Freeport Indonesia, Mimika, Indonesia.

Kata Pengantar

Hutan mangrove di Papua tercatat sebagai hutan mangrove terluas di Indonesia, dengan luasan hampir 1,5 juta hektar atau sekitar 58% dari total hutan mangrove yang ada di Indonesia. Hutan mangrove di Papua juga menyumbang sekitar 12% dari hutan mangrove di dunia. Kabupaten Mimika, sebagai salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Papua Tengah, mempunyai ekosistem mangrove yang masih alami, dengan luasan setidaknya 186.000 hektar.

Hutan mangrove mempunyai nilai ekologis, lingkungan dan sosial yang penting, dan sering dianggap sebagai *blue carbon* karena kemampuannya sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Namun, kajian ilmiah mengenai ekosistem dan Keanekaragaman mangrove di Kabupaten Mimika belum banyak dilakukan oleh para peneliti baik nasional maupun internasional. Oleh karena itu, sangat penting untuk bisa mendokumentasikan keanekaragaman hayati hutan mangrove di Papua, sehingga bisa dijadikan referensi untuk pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

Buku ini tidak hanya menyajikan komposisi jenis mangrove yang ada di Kabupaten Mimika, namun berisi informasi terkait kondisi lingkungan dan keragaman ekosistem yang ada di Kabupaten Mimika. Buku ini juga menyajikan informasi terkait ekosistem mangrove, distribusinya, karakter fisik yang paling berbeda dengan vegetasi lain, manfaatnya bagi manusia dan lingkungan serta bagaimana mengelola ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

Informasi yang disajikan buku ini merupakan hasil kegiatan penelitian dan pengumpulan berbagai informasi oleh penulis dari kegiatan pemantauan oleh Divisi Lingkungan PT Freeport Indonesia sejak tahun 2000. Buku ini merupakan buku ke-11 dari seri panduan lapangan flora dan fauna di Mimika, Papua Tengah yang diproduksi PT Freeport Indonesia. Buku ini menjadi bukti komitmen PT Freeport Indonesia dalam melakukan kegiatan pengelolaan dan pemantauan serta dukungannya terhadap keanekaragaman hayati di Papua pada umumnya, khususnya di Papua Tengah. Semoga buku ini bisa menjadi sumbangsih bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan serta bisa menjadi inspirasi bagi peneliti dan pemangku kepentingan yang memiliki perhatian dalam pengelolaan dan pelestarian ekosistem mangrove.

Timika, 4 November 2023

Tony Wenas

Presiden Direktur PT Freeport Indonesia





Penghargaan

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan karuniaNya sehingga buku “Mangrove di Mimika - Papua Tengah, Indonesia” ini dapat selesai dikerjakan dan diterbitkan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah memberikan dukungan sehingga pembuatan buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih ditujukan terutama kepada tim *Coastal and Marine Monitoring Section* yang selalu kompak dan siap membantu dalam pengumpulan informasi di lapangan, kepada Tumpal Sinaga, *Superintendent Coastal and Marine Monitoring Section* yang selalu mendukung dan memberikan fasilitas, Wellem Pussung sebagai koordinator *boat maintenance and operation* yang selalu siap menyediakan transportasi boat kapan pun dibutuhkan dan Tim biologi yaitu Demianus Tekege, Arini Korowa, Yafet Kayame, Ezra Nussy, Ongen Manuputty, Toto Simaha dan Yohanes Makamo yang selalu siap tenaga untuk membantu pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan.

Terima kasih juga kepada Erwin Hilmy yang telah membuat desain halaman desain cover, serta berbagai pihak yang telah membantu dan tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
EKOSISTIM MANGROVE	9
Pengertian Mangrove	9
Distribusi Mangrove	11
Sistem Perakaran Mangrove.....	12
Manfaat Mangrove.....	17
MANGROVE DI PAPUA.....	21
Kondisi Lingkungan	21
Distribusi Mangrove	24
Zonasi Mangrove.....	28
Fauna di Hutan Mangrove	29
PENGELOLAAN DAN KONSERVASI MANGROVE	33
Panduan Identifikasi Mangrove	43
Persiapan Lapangan.....	43
Pengumpulan Data Lapangan.....	44
Petunjuk Penggunaan Buku Identifikasi Ini	45
MANGROVE MAYOR.....	47
ARECACEAE.....	48
<i>Nypa fruticans</i> Wurmb.	48
ACANTHACEAE.....	51
<i>Avicennia alba</i> Blume	51
<i>Avicennia lanata</i> Ridley	54
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.....	57
<i>Avicennia officinalis</i> L.	60
COMBRETACEAE.....	64
<i>Lumnitzera littorea</i> (Jack) Voigt.	64
<i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.....	68
MELIACEAE	71
<i>Xylocarpus granatum</i> Koen.....	71
<i>Xylocarpus moluccensis</i> (Lamk) M. Roem.	75
RHIZOPHORACEAE	78
<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lamk.....	78

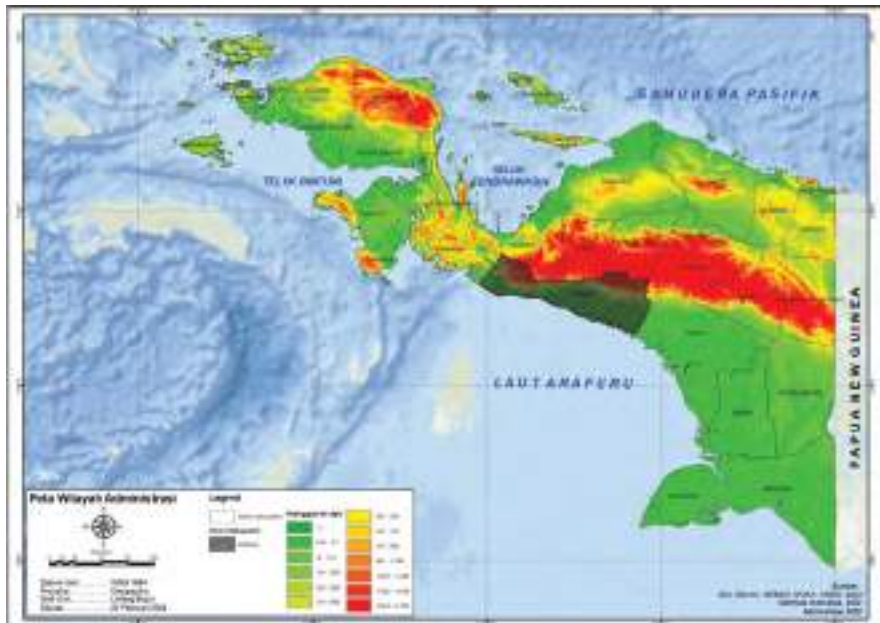
<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.) W. & A. ex Griff.....	81
<i>Bruguiera sexangula</i> (Lour.) Poir.....	85
<i>Ceriops decandra</i> (Griff.) Ding Hou.....	88
<i>Ceriops tagal</i> (Perr.) C.B. Rob.	92
<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.	94
<i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	98
SONNERATIACEAE	102
<i>Sonneratia alba</i> J.E. Smith	102
<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl	105
MALVACEAE	108
<i>Heritiera littoralis</i> Dryand.	108
MANGROVE MINOR	113
ACANTHACEAE	114
<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl.	114
<i>Acanthus ilicifolius</i> L.	117
APOCYNACEAE	120
<i>Secamone maritima</i> (Blume) Backer ex K. Heyne	120
MALVACEAE	123
<i>Camptostemon schultzei</i> Mast	123
CONVOLVULACEAE	126
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	126
EBENACEAE	129
<i>Diospyros maritima</i> Blume	129
EUPHORBIACEAE	132
<i>Excoecaria agallocha</i> L.....	132
FABACEAE	135
<i>Derris trifoliata</i> Lour	135
PRIMULACEAE	138
<i>Aegiceras corniculatum</i> Lour.....	138
POLYPODIACEAE	142
<i>Acrostichum aureum</i> Linné.....	142
RUBIACEAE	145
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaertn.f.....	145
GLOSARIUM	155
DAFTAR PUSTAKA	156





1. Pendahuluan

Kabupaten Mimika merupakan Kabupaten di Provinsi Papua Tengah yang berada di sebelah selatan Pulau Papua. Awalnya Kabupaten Mimika merupakan kecamatan dari wilayah administrasi Kabupaten Fakfak. Pada Tahun 1996, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 1996, Kecamatan Mimika ditetapkan sebagai Kabupaten Administratif. Kemudian berdasarkan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 1999, Mimika berubah menjadi Kabupaten Otonom. Secara geografis letak Kabupaten Mimika berada pada 134°31'-138°31' Bujur Timur dan 4°60'-5°18' Lintang Selatan, dengan luas wilayah 21.693,51 km² atau 4,75 persen dari luas wilayah Provinsi Papua.



Lokasi Kabupaten Mimika di Provinsi Papua Tengah

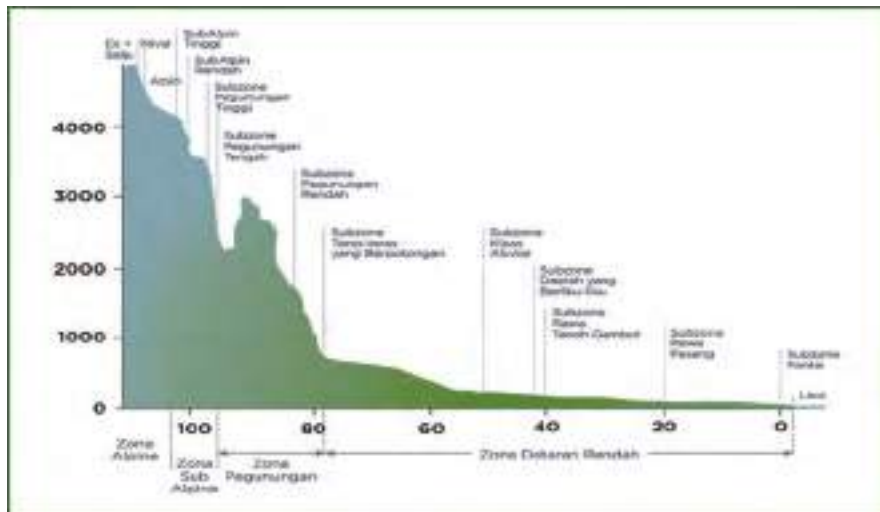
Kabupaten Mimika memiliki batas administrasi di sebelah utara dengan Kabupaten Nabire (Kecamatan Uwapa, Kecamatan Mapia dan Kecamatan Kamu), dengan Kabupaten Paniai (Kecamatan Tigi, Kecamatan Tigi Timur dan Kecamatan Paniai Timur), serta dengan Kabupaten Puncak Jaya (Kecamatan Ilaga dan Kecamatan Beoga). Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Kaimana, dan sebelah Timur dengan Kabupaten Asmat. Sementara di sebelah selatan berbatasan dengan Laut Arafura.

Penduduk di Kabupaten Mimika sangatlah dinamis, terutama dari sisi pertumbuhan yang melampaui angka nasional. Jumlah penduduk Kabupaten Mimika pada tahun 2019 berjumlah 215.493 jiwa.

Secara topografi, Kabupaten Mimika dimulai dari permukaan laut hingga ketinggian kurang lebih 4.884 m di atas permukaan laut, di jajaran Pegunungan Sudirman. Sepertiga wilayah Kabupaten Mimika merupakan rawa-rawa yang ditumbuhi mangrove dan pohon sagu, sementara sepertiga wilayah terletak di tengah-tengah daerah landai dengan hutan-hutan rimba alami dan beberapa pemukiman penduduk. Sisanya merupakan pegunungan dengan lereng-lereng terjal dan puncak bersalju.



Jajaran pegunungan Sudirman di bagian utara Kabupaten Mimika



Topografi dan tipe ekosistem di Kabupaten Mimika

Kondisi iklim di wilayah studi dipengaruhi oleh ketinggian. Area dataran rendah dan pesisir cenderung beriklim panas, basah dan lembab. Untuk dataran tinggi (termasuk zona Alpin), iklim cenderung basah dan memiliki suhu sedang hingga rendah, dengan kisaran rata-rata antara 0,8 - 23,27 °C. Pada dataran rendah, suhu berkisar antara 19 - 43 °C.



Puncak Cartentz di Jajaran Pegunungan Sudirman

Pola suhu udara di dataran rendah menunjukkan adanya penurunan suhu udara normal yang terjadi setiap akhir triwulan kedua. Hal ini disebabkan oleh pengaruh musim dingin di Benua Australia yang mencapai titik suhu terendah pada pertengahan bulan Juli yang kembali normal di bulan September.

Kisaran curah hujan di Kabupaten Mimika berkisar antara 3 – 13 m dimana curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Agustus. Rata-rata curah hujan tahunan di dataran tinggi sebesar 9.182 mm dan di dataran rendah sebesar 8.140 mm.

Tanah di Kabupaten Mimika sebagian besar berkembang dari material-material sedimen aluvium undak terumbu koral di bagian tengah dan selatan serta batuan sedimen Jurassic di bagian utara. Terdapat empat endapan permukaan dan zonasi tanah, yaitu zona endapan daerah pantai, zona tanah organik, zona tanah alluvial dan regosol serta zona tanah regolith dan tanah residual.

Zona Endapan Daerah Pantai terdiri atas sedimen tidak padat (pasir, lumpur, lempung dan bahan-bahan organik) dan berada di sepanjang daerah pesisir atas. Ciri-ciri endapan tanah ini memiliki porositas yang tinggi dan dipengaruhi oleh kondisi pasang-surut laut. Zona Tanah Organik berada di daerah pesisir dan bersifat jenuh sepanjang tahun, memiliki warna abu-abu hingga hitam dan mengandung lapisan organik. Zona Tanah Aluvial dan Regional mempunyai ciri agak tebal, landai dan tidak teratur serta memiliki tinggi muka antara 2 – 6 m. Kesuburan tanah ini rendah namun dapat diperbaiki dengan pengairan dan pemupukan. Zona Tanah Regolith berasal dari lereng-lereng terjal yang memisahkan daerah aliran sungai. Lereng-lereng terjal tersebut merupakan bagian dari punggung topografi pada gunung-gunung di lereng Selatan. Ciri-ciri tanah ini terdiri dari bahan tumbuh-tumbuhan membusuk yang berwarna hitam dan memiliki ketebalan 1 – 5 cm yang dilandasi oleh batuan lapuk (ketebalan sampai 30 cm). Bahan tumbuh-tumbuhan yang membusuk tersebut juga mengandung pasir, tanah liat dan pecahan batu. Di daerah-daerah batuan yang lebih lunak akan terjadi pembentukan tanah residual yang berwarna coklat kemerahan dan mengandung kerikil dan batuan bulat dalam matriks tanah liat.

Kabupaten Mimika mempunyai ekosistem yang lengkap, mulai dari ekosistem mangrove, ekosistem hutan rawa, ekosistem hutan hujan tropis, ekosistem hutan kerangas, ekosistem pegunungan, dan ekosistem Sub-Alpin dan Alpin. Oleh karena itu, beberapa kawasan di Kabupaten Mimika dimasukkan ke dalam bagian Taman Nasional Lorentz.

Salah satu ekosistem penting di Kabupaten Mimika adalah ekosistem mangrove, yang mempunyai luasan 186.000 hektar (Aslan, 2018). Ekosistem mangrove yang berada di sepanjang pesisir Kabupaten Mimika mempunyai ketebalan hingga 20 km dari garis pantai. Beberapa kawasan

mangrove di Kabupaten Mimika sudah ditetapkan menjadi Hutan Lindung berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.782/ Menhut-II/2012 dan sebagian juga masuk ke dalam Taman Nasional Lorentz (Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 154.Kpts-II/1997).



Status kawasan hutan Kabupaten Mimika

Kawasan pesisir di Kabupaten Mimika menerima input sedimen alami yang relatif besar yang berasal dari banyak sungai yang mengalir dari jajaran pegunungan yang tinggi, dimana tingkat erosi dan transportasi sedimen sangat tinggi (Milliman, 1995). Beberapa sungai besar di Kabupaten Mimika diantaranya sungai Urumuka, sungai Iwaka-Kamora, sungai Otomona-Ajkwa, sungai Minajerwi, sungai Otakwa, dan sungai Agimuga. Jajaran pegunungan yang tinggi, dengan ketinggian sampai 4,9 km di atas permukaan laut, terjadi karena pertemuan antara lempeng Pasifik dan Indo-Australia (Davies, 1992), dimana pada bagian selatan dari jajaran pegunungan yang tinggi berubah menjadi dataran rendah aluvial dengan yang membentuk kumpulan delta (Pieters, 1982). Mangrove dijumpai di semua garis pantai dan estuaria di Papua, terutama di delta-delta, teluk dan estuaria yang terlindung dari aksi ombak yang tinggi, pada lokasi dimana terjadi akumulasi lumpur dengan curah hujan yang tinggi (Johnstone & Frodin, 1982).

Kajian mengenai ekosistem dan keanekaragaman mangrove di Selatan Papua belum banyak dilakukan oleh para peneliti baik nasional maupun internasional dan jurnal internasional yang membahas ekosistem mangrove dan beberapa



aspek ekologi juga masih sangat terbatas. Padahal hutan mangrove di Papua merupakan kawasan mangrove terluas di Indonesia, yaitu antara 1,4 - 1,6 juta hektar (Hanum *et al.*, 2014). Oleh karena itu, sangat penting untuk bisa mendokumentasikan kekayaan hutan mangrove di Papua, sehingga bisa dijadikan referensi untuk pengelolaan secara berkelanjutan.



Pohon mangrove jenis *Rhizophora apiculata* yang menjulang tinggi sampai ketinggian 40 m



2. Ekosistem Mangrove

Pengertian Mangrove

Mangrove adalah ekosistem intertidal yang sangat produktif yang ditemukan terutama di lingkungan pantai, estuaria, dan delta yang terlindung, di mana sering membentuk unit vegetasi yang berbeda, yang berada di pertemuan antara daratan dan lautan. Karena merupakan habitat intertidal, mangrove sangat dipengaruhi oleh pasang surut dan mengalami fluktuasi lingkungan yang tinggi, terutama perubahan salinitas, yang dikendalikan oleh faktor iklim yaitu curah hujan dan penguapan (Tomascik *et al.*, 1997). Menurut Kathiresan & Bingham (2001), karena hidup diantara antara darat dan laut, mangrove beradaptasi dengan baik terhadap stres alami (misalnya suhu, salinitas, anoksia, Ultra Violet).



Hutan mangrove di muara Kamora, Mimika

Ekosistem mangrove juga memiliki nilai ekologis, lingkungan, dan sosial ekonomi yang signifikan. Diantaranya adalah pemeliharaan kualitas air pesisir; pengurangan keparahan akibat topan di kawasan pantai dan tenaga gelombang; merupakan tempat area pemijahan, pertumbuhan dan tempat



mencari makan untuk ikan komersial; serta merupakan habitat penting dan tempat mencari makan berbagai biota laut lainnya dan juga spesies burung (Wilkinson *et al.*, 1997). Akar nafas mangrove berfungsi untuk menstabilkan lingkungan dan menyediakan tempat hidup bagi banyak spesies tumbuhan dan hewan. Di atas air, pohon-pohon mangrove dan kanopi menyediakan habitat penting bagi berbagai spesies burung, serangga, mamalia dan reptil. Sementara di bawah air, akar mangrove ditumbuhi tunicate, spons, ganggang, dan bivalvia. Substratum lunak di hutan mangrove membentuk habitat bagi berbagai spesies infaunal dan epifaunal, sementara ruang antara akar menyediakan tempat berlindung dan makanan untuk fauna motil seperti udang, kepiting dan ikan (Nagelkerken *et al.*, 2008).

Tomlinson (1986) membagi mangrove menjadi tiga kelompok: spesies mangrove mayor, spesies mangrove minor dan asosiasi mangrove. Spesies mayor adalah mangrove sejati, yang dicirikan sebagai berikut:

1. Muncul secara eksklusif dalam mangal,
2. Memainkan peran utama dalam struktur komunitas dan memiliki kemampuan untuk membentuk tegakan murni,
3. Memiliki spesialisasi morfologis, terutama akar nafas dan mekanisme pertukaran gas,
4. Memiliki mekanisme fisiologis pemisahan garam dan/atau ekskresi,
5. Memiliki reproduksi vivipar, dan
6. Taksonomi terisolasi dari kerabat terestrial.

Menurut Hogarth (2015), dari 110 spesies mangrove yang diakui, hanya sekitar 54 spesies dalam 20 genera dari 16 famili yang merupakan mangrove sejati, yaitu spesies yang secara eksklusif hanya ada di habitat hutan mangrove.

Distribusi Mangrove

Menurut Giri *et al.*, (2000), total luas hutan mangrove di dunia pada tahun 2000 adalah 137.760 km² yang berada di 118 negara dan teritori di wilayah tropis dan subtropis dunia. Sekitar 75% dari hutan mangrove dunia ditemukan hanya di 15 negara, dan hanya 6,9% dilindungi di bawah kawasan lindung yang ada. Distribusi biogeografi mangrove adalah umumnya terbatas pada daerah tropis dan subtropis dan persentase terbesar mangrove ditemukan antara 5 ° Lintang Utara dan 5 ° Lintang Selatan.

Hutan mangrove di Indonesia termasuk yang mempunyai nilai keanekaragaman yang sangat tinggi dan merupakan yang terluas di dunia, mewakili sekitar 20% - 23,5% hutan mangrove dunia (Choong *et al.*, 1990; Wilkinsons *et al.*, 1997; Kathiresan dan Bingham, 2001, Murdiyarso *et al.*, 2009, Giri *et al.*, 2010, Ilman *et al.*, 2011). Total luasan hutan mangrove Indonesia berkisar antara 2,4 - 7,8 juta

ha (Hinrich *et al.*, 2009; 2011, Hanum *et al.*, 2014, Kusmana 2015, Rizal *et al.*, 2018) dengan angka yang diterima dengan baik adalah sekitar 3 juta ha. Luasan tersebut konsisten dengan data tahun 2009 dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional Republik Indonesia yang melaporkan luas hutan mangrove di Indonesia sekitar 3.244.018 ha.

Sistem Perakaran Mangrove

Mangrove beradaptasi dengan sangat baik pada lingkungan pesisir, dengan perakaran nafas yang terbuka serta akar penopang yang luas, daun yang dapat mengeluarkan garam, dan propagul untuk berkembang biak yang dapat terbawa oleh arus air laut (Kathiseran & Bingham, 2001). Pohon-pohon mangrove beradaptasi secara fisiologi dan morfologi terhadap keadaan habitat yang dipengaruhi oleh genangan air pasangsurut dengan amplitudo salinitas yang tinggi serta suasana lumpur tebal dan anaero-bik (Sukarjo 1984), dan adaptasi ini dapat terlihat dalam bentuk sistem perakaran yang khas tumbuhan mangrove. Perakaran ini berfungsi antara lain untuk membantu tumbuhan mangrove bernafas dan tetap tegak berdiri.

Terdapat sekitar 8 jenis perakaran mangrove (<http://www.mangrove.at>; <https://mangrovemagz.com>; Sukardjo, 1984), yaitu sebagai berikut:

- a. **Akar Gantung (*aerial-roots*):** Dijumpai pada spesies *Rhizophora* spp dimana sistem perakarannya mencuat dari batang, mengarah ke tanah dan menggantung dan kemudian masuk ke tanah dan berakar lagi lebih lanjut. Akar gantung ini tumbuh pula dari cabang-cabang dan dapat mencapai panjang sampai lebih dari 10 m. Akar gantung ini sering bercabang dua secara berulang. Akar-akar tersebut sering pula disebut akar tunjang, karena selain berfungsi sebagai penyerap bahan makanan dari tanah dan air tampak berfungsi juga sebagai penunjang.



- b. **Akar Lutut (*knee-roots*):** Dijumpai pada spesies *Bruguiera* spp yang berupa akar horisontal yang tersembul ke permukaan dan melengkung seperti lutut. Akar lutut dapat memanjang dalam radius sekitar 10 meter dan dapat mencapai ketinggian 60 cm. Akar lutut dari berbagai spesies *Bruguiera* berbeda dalam ukuran, bentuk dan frekuensi dan dapat bervariasi tergantung pada lokasi dan kondisi pertumbuhan. Sebagian besar akar lutut memiliki banyak *lenticel* dengan kemampuan untuk bertukar gas.



- c. **Akar Pensil (*pencil-roots*):** Dijumpai pada spesies *Avicennia*, merupakan akar nafas (*pneumatophore*). Akar pensil memiliki banyak *lenticel* yang memungkinkan pertukaran gas langsung di atas permukaan. Akar pensil menyediakan oksigen tambahan yang dibutuhkan yang tidak dapat diambil dari tanah. Perakaran ini yang tumbuh secara horizontal yang tingginya mencapai 30 cm, diukur dari tanah hingga ujung akar pensil dan memiliki diameter 4 mm hingga 7 mm serta dapat tumbuh dalam radius 10 meter di sekitar batang.



- d. **Akar kerucut (Cone Root):** Dijumpai pada spesies *Sonneratia alba*/*Sonneratia caseolaris* dan *Xylocarpus moluccensis*, merupakan *Pneumatophore* yang tumbuh secara vertikal dari sistem akar bawah tanah. Mangrove *Sonneratia alba*/*Sonneratia caseolaris* mengembangkan sistem akar datar, akar bawah tanah, yang tumbuh secara horizontal menumbuhkan batang dan mengembangkan akar kerucut secara berkala yang biasanya mencapai ketinggian 40 hingga 60 cm, diukur dari tanah hingga ujung akar kerucut. Akar kerucut memiliki kemampuan untuk mengembangkan cabang dan biasanya memiliki diameter 2 hingga 6 cm dalam kondisi pertumbuhan sempurna hingga 15 cm. Lapisan luar dari akar pensil mengandung klorofil, akar kerucut memang memiliki kemampuan untuk melalui proses fotosintesis. Akar kerucut dari spesies *Sonneratia alba*/*Sonneratia caseolaris* dapat tumbuh dalam radius lebih dari 10 meter di sekitar batang.



- e. **Akar Banir (*buttress-roots*):** Akar berbanir dikembangkan oleh banyak pohon, terutama *Heritiera littoralis* yang terkenal karena akarnya yang berbanir. Akar batang pohon memberikan stabilitas pohon besar, terutama di daerah tropis, dan akar batang pohon dapat tumbuh hingga 10 meter di ketinggian. Akar banir tidak melanjutkan pertumbuhannya di bawah tanah seperti yang mereka lakukan di atas, penopang bawah tanah mengembangkan sejumlah besar akar kecil yang tumbuh di tanah di bawah akar penopang.



- f. **Akar Papan (*plank-roots*):** Dijumpai pada *Xylocarpus granatum*. Akar papan hampir sama dengan akar tunjang, tetapi akar ini melebar menjadi bentuk lempeng, mirip struktur silet. Akar ini juga tumbuh secara horisontal, berbentuk seperti pita di atas permukaan tanah, bergelombang dan berliku-liku ke arah samping seperti ular.



- g. **Akar Menyebar (*spreading-roots*):** Dijumpai pada spesies *Ceriops* spp, dimana akar yang menyebar memberikan stabilitas dan biasanya tidak melebihi 1 meter. Akar yang menyebar tumbuh serupa dengan yang dilakukan akar berbanir dengan banyak akar kecil di bawah tanah.



- h. **Tanpa Akar Udara (*non aerial-roots*):** Mangrove yang tidak mengembangkan akar udara seperti spesies *Barringtonia asiatica* misalnya, biasanya tumbuh lebih banyak di daratan di mana tanahnya lebih kaya oksigen dan terhindar dari pasang surut. Kondisi pertumbuhan tidak membutuhkannya untuk mengembangkan akar udara untuk mendukung sistem akar bawah tanah dengan oksigen tambahan. Beberapa contoh spesies mangrove dengan perakaran seperti ini adalah jenis *Aegiceras corniculatum*, *Lumnitzera racemosa* dan *Xylocarpus rumphii*.

Manfaat Mangrove

Mangrove telah banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu konsep yang digunakan untuk menilai manfaat suatu ekosistem adalah Jasa Ekosistem atau *Ecosystem Services*. Istilah “jasa ekosistem” (ES) terdiri dari semua barang dan jasa yang disediakan oleh ekosistem baik alami maupun yang dimodifikasi yang dapat memberikan manfaat and dapat mendukung kesejahteraan manusia (Vo *et al.*, 2012). Menurut Friess (2020), jasa ekosistem paling sering dikonseptualisasikan menjadi tiga kelompok manfaat bagi manusia: jasa penyediaan (bahan yang diambil langsung dari ekosistem, seperti kayu dan produk obat), jasa pengatur (pengaturan proses ekosistem seperti gelombang redaman dan penyerapan karbon), dan jasa budaya (mulai dari pariwisata dan rekreasi hingga nilai estetika dan spiritual). Jasa ini dipertahankan melalui berbagai layanan ekosistem pendukung, seperti penyerbukan dan fotosintesis.

Constanza *et al.*, (1997) awalnya memperkirakan bahwa ekosistem menyediakan rata-rata USD\$33 triliun per tahun dalam bentuk jasa, dibandingkan dengan GNP global pada saat itu sebesar \$18 triliun per tahun. Namun, perkiraan yang lebih baru pada tahun 2011 menunjukkan bahwa ekosistem sebenarnya menyediakan layanan setara dengan \$125 triliun per tahun (Costanza, *et al.*, 2014).



Wanita suku Kamoro dengan kepiting bakau yang siap untuk dijual. Kepiting bakau (*Scylla olivacea*) merupakan komoditas penting yang didapatkan dari hutan mangrove di Kabupaten Mimika

Menurut Barbier (2011), dari jasa ekosistem mangrove, terdapat tiga yang paling mendapat perhatian dalam hal menentukan nilainya bagi komunitas pesisir. Ketiganya adalah:

1. Penggunaannya oleh masyarakat pesisir untuk berbagai produk, seperti kayu bakar, kayu, bahan baku, madu dan damar, serta kepiting dan kerang;
2. Perannya sebagai habitat pembibitan dan pembiakan untuk perikanan lepas pantai;
3. Kecenderungannya untuk berfungsi sebagai 'penghalang badai pesisir', angin dan gelombang atau gelombang badai yang terjadi secara berkala, seperti badai tropis, banjir pesisir, topan, dan tsunami.

Mitsch, *et al.*, (2015) merangkum nilai ekosistem mangrove pada tahun 2011 sebesar US\$193.843 ha/tahun. Perhitungan didasarkan pada Jasa Penyediaan (Pendukung Perikanan, Produksi Gambut untuk Bahan Bakar dan Hortikultura, Furbearer dan pemanenan hewan lainnya, Produksi kayu, Produksi pangan langsung), Jasa pengaturan (Peningkatan kualitas air, Mitigasi banjir sungai, Perlindungan garis pantai dari tsunami, siklon, dan gelombang badai pantai lainnya, Penyerapan karbon, Habitat untuk spesies langka dan terancam punah), Jasa budaya (Estetika lanskap, Situs untuk relaksasi manusia, Pendidikan ekologi, Pemeliharaan budaya manusia, Ekowisata, pengamatan burung), dan Jasa Pendukung (Lahan Basah) fungsi seperti pengembangan tanah hydric, produktivitas primer, berfungsi sebagai sumber kimia, sink, dan transformer, dan penyimpanan air).

Studi jasa ekosistem mangrove untuk wilayah Papua pernah dilakukan di Kota Jayapura oleh Rumahorbo *et al.*, (2020). Penelitian ini bertujuan untuk menilai dan mengkuantifikasi nilai ekonomi jasa ekosistem pesisir (CES) di wilayah pesisir Kota Jayapura berdasarkan persepsi masyarakat adat Papua. Nilai CES di Kota Jayapura diperkirakan US\$4.447.802,85/ tahun atau US\$19.079,46/ha/tahun.



3. Mangrove di Papua

Kondisi Lingkungan

Salah satu kondisi lingkungan yang mempengaruhi distribusi mangrove adalah pasang surut. Hal ini disebabkan oleh kemampuan mangrove untuk beradaptasi secara fisiologis dan morfologis dengan kondisi habitat, yang dipengaruhi oleh genangan air pasang surut dan amplitudo salinitas yang tinggi. Beberapa daerah di pesisir selatan Pulau Papua mengalami pasang surut yang tinggi, seperti Kabupaten Mimika, dengan kisaran pasang surut 3,3 – 4,45 m (Aslan *et al.*, 2018; Setyadi *et al.*, 2021c). Sebuah studi oleh Alifdini *et al.*, (2018) menggunakan data satelit altimetri menunjukkan bahwa pasang maksimum di Teluk Bintuni adalah 4,57 m, di Papua Tenggara di dekat Laut Arafura adalah 4,98, dan di Papua Selatan di dekat Laut Arafura adalah 4,87 m. Rentang pasang surut yang tinggi kemungkinan menjadi faktor utama yang berkontribusi terhadap luasnya hutan bakau di selatan Papua.



Hutan mangrove di Otakwa, Mimika

Hutan mangrove merupakan akumulator sedimen (Alongi *et al.*, 2005), dan memainkan peran utama sebagai perangkap sedimen (Kathiresan, 2003),

sehingga tidak hanya mendorong pembentukan habitat baru yang cocok untuk kolonisasi mangrove alami dan perluasan hutan mangrove yang ada, tetapi juga menyediakan stabilisasi zona pesisir (Phan *et al.*, 2015) . Mangrove juga dapat memfasilitasi pengendapan sedimen pada saat air pasang, sehingga meningkatkan luas permukaan pantai (Willemsen *et al.*, 2016) dan dengan adanya konsentrasi nutrisi dapat meningkatkan produktivitas flora dan fauna (Ewel *et al.*, 2008).



Koloni baru mangrove yang terbentuk akibat pengendapan sedimen

Laju sedimentasi yang dilakukan di hutan mangrove Kabupaten Mimika sudah pernah diukur oleh Setyadi *et al.*, (2021c) dengan menggunakan tongkat sedimen (*sediment stake*) dan perangkap sedimen (*sediment trap*). Laju sedimentasi yang diukur dengan metode tongkat sedimen adalah sebesar 8,4–12,3 mm/tahun, sedangkan laju sedimentasi yang diukur dengan metode perangkap sedimen adalah sebesar 18,5–25,4 mm/tahun atau sebesar 1,88–2,98 gram/cm² /tahun. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian serupa di ekosistem mangrove lainnya, namun masih konsisten jika dibandingkan dengan penelitian di Papua Nugini, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Laju sedimentasi yang tinggi ini kemungkinan yang menjadi penyebab luasnya hutan mangrove di pantai selatan Papua. Perluasan hutan mangrove disebabkan adanya daerah yang menerima pasokan sedimen yang besar dan perluasan pantai (Adame *et al.*, 2010). Laju sedimentasi yang tinggi di pantai selatan Papua, khususnya di Kabupaten Mimika akan meningkatkan kemampuan hutan mangrove dalam merespon kenaikan

muka air laut, yang berkisar antara 2,6 hingga 3,4 mm per tahun (Krauss *et al.*, 2017; Saintilan *et al.*, 2020).

Tabel 1. Ringkasan laju sedimentasi di hutan mangrove

Lokasi	Laju Sedimentasi (mm/tahun)	Referensi
Papua, Indonesia	18.5 – 25.4	Setyadi <i>et al.</i> , 2021
Vietnam	2.44	MacKenzie <i>et al.</i> , 2016
Palau	0.47	MacKenzie <i>et al.</i> , 2016
Everglades National Park, Florida	2.5 - 3.6	Smoak <i>et al.</i> , 2013
New Zealand	17–41	Swales & Lovelock., 2020
Deep Bay, China	1.38	Li <i>et al.</i> , 2016
Bangladesh	1.32 -2.16	Bomer <i>et al.</i> , 2019
Papua New Guinea	15 - 44	Walsh and Nittrouer, 2004



Foto citra satelit yang menunjukkan sedimentasi alami di selatan Papua

Laju sedimentasi yang tinggi juga berkontribusi terhadap akumulasi karbon organik total yang tinggi. Penelitian Setyadi *et al.*, (2021c) menemukan bahwa total akumulasi karbon organik di Kabupaten Mimika adalah 736,8 g m² tahun⁻¹, yang relatif tinggi dibandingkan dengan rata-rata penguburan karbon mangrove global sebesar 174 g m² tahun⁻¹ (Alongi, 2012). Taberima *et al.*, (2014), mengukur total simpanan karbon di Kabupaten Teluk Bintuni, Sorong dan Mimika, ditemukan berkisar antara 853 hingga 1.312 mg ha⁻¹. Sementara itu, Sasmito *et al.*, (2020) menemukan hasil yang konsisten 1.087 ± 584 mg C ha⁻¹ di Provinsi Papua Barat. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian menyimpulkan bahwa simpanan karbon di Papua tergolong tinggi dibandingkan dengan hutan mangrove di wilayah lain.



Pengukuran laju sedimentasi dengan sedimentation stake

Distribusi Mangrove

Sebagian besar hutan mangrove di Indonesia berada di Papua (58%), Kalimantan (16%) dan Sumatra (19%) dan sisanya berada di Sulawesi, Jawa dan Maluku

(Giesen, 1993; Hanum *et al.*, 2014). Hutan mangrove di Papua mencakup area seluas 16.340 km² atau 1,6 juta hektar (Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, Republik Indonesia 2009) dan menyumbang 12% dari hutan mangrove di dunia (Warren & Darusman, 2013).

Total luas kawasan hutan mangrove di Papua – baik Provinsi Papua Barat maupun Provinsi Papua – adalah 1.497.724 ha (Ditjen PDASHL, 2020). Tabel 2 menunjukkan luas hutan mangrove di setiap kabupaten di pesisir selatan Pulau Papua. Total area yang diperkirakan adalah 1.267.449 ha, lebih besar dari hutan bakau di Sundarbans, Teluk Benggala Utara, yang mencakup sekitar 1 juta ha (Gosh *et al.*, 2015; Payo *et al.*, 2016).

Tabel 2. Luasan Hutan mangrove di Selatan Papua

Regency	Province	Area (Ha)	Reference
Sorong	West Papua	55,740	Murtiningsih, 2020
Sorong Selatan	West Papua	75,170	Murtiningsih, 2020
Teluk Bintuni	West Papua	259,718	Murtiningsih, 2020
Fak-Fak	West Papua	5,850	Murtiningsih, 2020
Kaimana	West Papua	54,704	Murtiningsih, 2020
Mimika	Papua	186,291	Aslan <i>et al.</i> , 2018
Asmat	Papua	305,172	Widiastuti, 2018
Mappi	Papua	30,026	Budhiman and Hasyim, 2005
Merauke	Papua	296,778	Widiastuti, 2018
Total		1,267,449	

Tinggi pohon mangrove bervariasi dari 2,7 sampai 45 m (Pribadi, 1998; Aslan *et al.*, 2018; Setyadi, 2021). Sebagian besar pohon bakau yang lebih tinggi ditemukan adalah *Bruguiera gymnorhiza* dan *Rhizophora apiculata*, sebagian besar di zona intertidal tengah, sedangkan pohon bakau yang lebih pendek berada di lahan baru di muara muara atau di daerah kolonisasi baru. Kerapatan pohon mangrove di Bintuni berkisar antara 372 hingga 544 batang ha⁻¹ dengan luas dasar berkisar antara 28,3 hingga 36,9 m² ha⁻¹ (Pribadi, 1998), sedangkan di Mimika berkisar antara 577 hingga 1.345 batang ha⁻¹ dan 24 batang. masing-masing menjadi 90 m² ha⁻¹ (Setyadi *et al.*, 2021). Di wilayah kolonisasi baru di Mimika, kerapatan pohon mangrove berkisar antara 219 hingga 277 batang ha⁻¹ (Fajri, 2012).

Sebagian besar penelitian di pantai selatan Pulau Papua menyimpulkan bahwa *R. apiculata* dan *B. gymnorhiza* merupakan spesies yang paling dominan. Di Teluk Bintuni, *R. apiculata* adalah yang paling umum dan ditemukan di semua zona, meskipun kurang padat di dekat laut. *B. gymnorhiza* dan *Bruguiera parviflora* yang lebih merata juga kurang padat di dekat laut (Pribadi, 1998). Kajian Lekitoo dan Tambing (2018) juga mencatat bahwa *B. gymnorhiza* merupakan spesies yang paling dominan di Sumuri, Teluk Bintuni.

Penelitian Kusmana *et al.*, (1998) di Muara Tipuka Mimika ditemukan dua tipe komunitas mangrove, yaitu komunitas *Bruguiera cylindrica* – *R. apiculata* dan komunitas *B. gymnorhiza* – *C. schultzei* – *R. apiculata*, dimana *R. apiculata* menunjukkan kerapatan tertinggi. Studi lain oleh Ellison (2005) di Muara Ajkwa Mimika mengklasifikasikan lima distribusi komunitas mangrove: hutan *Nypa fruticans* dan hutan mangrove campuran di tepi air tawar; *Bruguiera* mendominasi hutan di ketinggian yang sedikit lebih tinggi dan di bagian dalam tikungan sungai; *Rhizophora stylosa* – *B. gymnorhiza* mendominasi hutan di selatan muara dan lekukan-lekukan sungai; dan *Avicennia* dan *Sonneratia* mendominasi hutan di komunitas pionir menuju laut dengan ketinggian terendah. Aslan *et al.*, (2016) melakukan pengukuran inventarisasi hutan dan teridentifikasi delapan asosiasi mangrove: *Avicennia* – *Sonneratia*; *Rhizophora*; *Campostemon* - *Rhizophora* - *Lumnitzera*; *Cerip*; Transisi (Pesisir); Peralihan (menuju daratan), dan Sagu. Studi terbaru oleh Setyadi *et al.*, (2021) mencatat jenis yang paling dominan adalah *R. apiculata*. Penulis membagi zona mangrove menjadi empat zona, yaitu zona pasang surut tinggi yang didominasi oleh *N. fruticans*, zona pasang surut sedang yang didominasi oleh *R. apiculata*, dan *B. gymnorhiza*, zona pasang surut sedang yang didominasi oleh *B. gymnorhiza*, *R. apiculata* dan *B. parviflora*, serta zona pasang surut yang didominasi oleh *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba*. Studi lain oleh Fajri *et al.*, (2012) di Mimika juga menyimpulkan bahwa *S. alba* merupakan spesies yang paling dominan di daerah kolonisasi baru.

Sebuah penelitian di Muara Sinagoi, Sorong Selatan (Rahawarin, 2005) mencatat bahwa *S. alba* merupakan spesies yang paling dominan. Sementara itu, penelitian di Merauke oleh Sunarni *et al.*, (2019) menyimpulkan bahwa *Avicennia* mendominasi daerah terganggu dengan bahan berpasir, sedangkan *Rhizophora* mendominasi daerah yang lebih stabil dengan substrat lanau.

Kajian ekologi mangrove di Bintuni (Pribadi, 1998) menemukan 19 spesies mangrove dari komponen mayor dan 7 spesies dari komponen minor menggunakan klasifikasi Hogarth (2015). Studi lain oleh Lekitoo dan Tambing (2018) mencatat 9 spesies mangrove dari komponen utama dan 2 spesies dari komponen minor. Sebuah penelitian di Mimika oleh Kusmana *et al.*, (1998) mencatat 8 spesies dari komponen utama dan 2 spesies dari komponen minor, Ellison (2005) mencatat 14 spesies mangrove dari komponen utama, Aslan *et al.*, (2016) mencatat 20 jenis mangrove, dan Setyadi *et al.*, (2021) ditemukan 21 jenis mangrove dari komponen utama dan 10 jenis dari komponen minor. Penelitian di hutan mangrove Merauke oleh Sunarni *et al.*, (2019) mencatat 10 spesies dari komponen utama dan 4 spesies dari komponen minor. Penelitian di Sorong Selatan oleh Rahawarin (2005) mencatat 10 spesies dari komponen utama dan 2 spesies dari komponen minor. Secara total, 42 spesies tumbuhan, 27 dari komponen utama dan 15 dari komponen minor, yang termasuk dalam 16 famili tercatat di hutan bakau pantai selatan Pulau Papua, Indonesia (lihat Tabel 3).

Tabel 3. Komponen utama dan minor spesies mangrove beberapa kabupaten di Pantai Selatan Pulau Papua, Indonesia menggunakan klasifikasi Hogarth (2015): (1) Pribadi, 1998; (2) Lekitoo & Tambing, 2018; (3) Kusmana *et al.*, 1998; (4) Ellison, 2005; (5) Setyadi *et al.*, 2021; (6) Sunarni *et al.*, 2016; (7) Rahawarin, 2005.

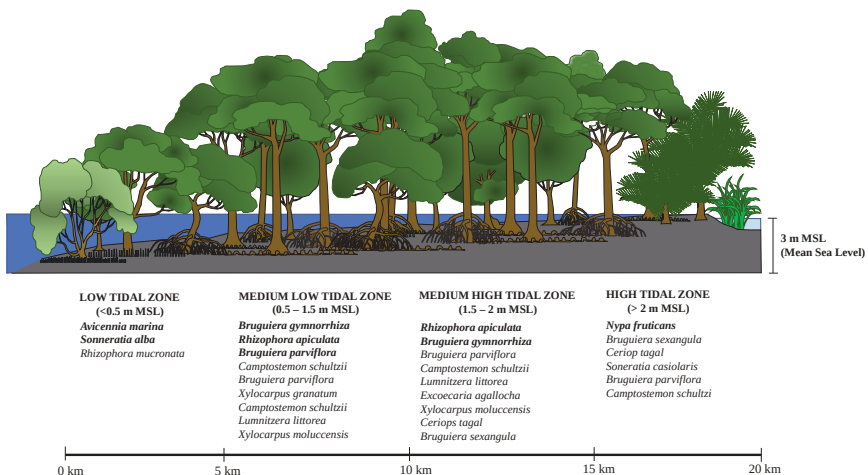
Family	Species	Growth Form	Category	Bintuni	Mimika	Me-rauke	So-rong
Arecaceae	<i>Nypa fruticans</i>	Palm	Major	1	4,5		7
Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>	Tree	Major	1,2	5	6	7
Avicenniaceae	<i>Avicennia eucalyptifolia</i>	Tree	Major	1	4	6	
Avicenniaceae	<i>Avicennia lanata</i>	Tree	Major		5		
Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i>	Tree	Major	1,2	3,4,5		7
Avicenniaceae	<i>Avicennia officialis</i>	Tree	Major	1	4,5		
Combretaceae	<i>Lumnitzera littorea</i>	Tree	Major	1	5		
Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Tree	Major		5		
Combretaceae	<i>Lumnitzera rosea</i>	Tree	Major		5		
Meliaceae	<i>Xylocarpus australasicus</i>	Tree	Major		3		
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	Tree	Major	1,2	3,4,5		7
Meliaceae	<i>Xylocarpus mekongensis</i>	Tree	Major	1	4		
Meliaceae	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Tree	Major	2	5		
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera cylindrica</i>	Tree	Major		3,4,5	6	
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Tree	Major	1,2	3,4,5	6	7
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera hainesii</i>	Tree	Major			6	
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera parviflora</i>	Tree	Major	1	4,5		
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera sexangula</i>	Tree	Major	1,2	5	6	
Rhizophoraceae	<i>Ceriops decandra</i>	Tree	Major	1	5	6	
Rhizophoraceae	<i>Ceriops tagal</i>	Tree	Major	1,2	3,5		7
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	Tree	Major	1,2	3,4,5		7
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>	Tree	Major	1,2	3,4,5	6	7
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora stylosa</i>	Tree	Major	1,2	4,5	6	7
Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>	Tree	Major	1	5	6	7
Sonneratiaceae	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Tree	Major	1	4,5		
Sterculiaceae	<i>Heritiera littoralis</i>	Tree	Major	1	3,4		
Bignoniaceae	<i>Dolichandrone spathacea</i>	Tree	Minor	1			
Acanthaceae	<i>Acanthus ebracteatus</i>	Shrub	Minor			6	
Acanthaceae	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Shrub	Minor	1	5	6	7
Acanthaceae	<i>Acanthus volubilis</i>	Shrub	Minor		5		
Ebenaceae	<i>Diospyros maritima</i>	Tree	Minor	1,2	3		
Ebenaceae	<i>Diospyros papuana</i>	Tree	Minor		5		
Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	Tree	Minor	1	5		
Bignoniaceae	<i>Dolichandrone spathacea</i>	Tree	Minor		5		
Bombacaceae	<i>Camptostemon schultzei</i>	Shrub/Tree	Minor		3,5		
Myrsinaceae	<i>Aegiceras corniculatum</i>	Shrub/Tree	Minor	1	5	6	7
Myrsinaceae	<i>Aegiceras floridum</i>	Shrub/Tree	Minor			6	
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	Fern	Minor	1	5		
Rubiceae	<i>Nauclea papuana</i>	Shrub	Minor		5		
Rubiceae	<i>Schyphiphora hydrophyllacea</i>	Shrub	Minor	1	5		

Jumlah spesies mangrove bervariasi di seluruh dunia. Kathiresan dan Bingham (2001) mengenali 65 spesies mangrove dalam 22 genera dan 16 famili. Hogarth (2015) mengklasifikasikan mangrove sejati sebagai 70 spesies yang termasuk dalam 20 famili, dengan 47 spesies mewakili komponen utama mangrove. Di Indonesia, Rizal *et al.*, (2018) mencatat 89 spesies, 35 di antaranya adalah pohon. Jumlah spesies yang lebih tinggi, yaitu 202 spesies tumbuhan mangrove, tercatat oleh Hanum (2014), dimana 89 spesies adalah pohon, dengan mangrove sejati sebanyak 43 spesies. Kajian mangrove di Papua Nugini mencatat 29 spesies tumbuhan mangrove, meskipun hanya ada tiga tipe hutan utama di delta tersebut, yaitu hutan *Rhizophora-Bruguiera*, hutan *Nypa* dan hutan *Avicennia-Sonneratia* (Robertson *et al.*, 1991). Oleh karena itu, mangrove di Pulau Papua Indonesia memiliki jumlah jenis mangrove yang lebih banyak, dengan 42 jenis tumbuhan dari 27 jenis komponen utama dan 15 jenis dari komponen minor.

Zonasi Mangrove

Zonasi mangrove di Kabupaten Mimika dari hutan rawa sampai ke garis pantai, bentangan daratan sepanjang 20 km, ditunjukkan pada Gambar. Kawasan mangrove dapat diklasifikasikan menjadi empat zona pasang surut: rendah, sedang-rendah, sedang-tinggi, dan tinggi. Klasifikasi ini didasarkan pada data elevasi yang diperoleh LIDAR di mana zona pasang surut rendah <0,5m; zona pasang surut sedang adalah 0,5-1,5 m; zona pasang surut sedang-tinggi adalah 1,5-2 m; dan zona pasang tinggi >2 m. Dengan menggunakan Tabel Pasang Surut 2019 yang disediakan oleh www.pushidrosal.id, perkiraan genangan di zona pasang surut adalah >4.800 hr.yr-1 atau >55% dalam setahun (8.760 jam); 1.600-4.800 hr.yr-1 untuk zona pasang surut sedang-rendah; 600-1.600 hr.yr-1 untuk zona pasang surut sedang-tinggi; dan < 600 hr.yr-1 untuk zona pasang tinggi.

Setiap zona pasang surut didominasi oleh satu atau dua spesies. Zona pasang surut, terutama daerah yang baru diijajah, didominasi oleh *A. marina* dan *S. alba*. *R. mucronata* yang banyak ditemukan di sepanjang bantaran sungai. Contoh representatif yang baik dari zona ini adalah AJK-3 di tepi laut Muara Ajkwa di mana *R. apiculata* diikuti oleh *B. gymnorhiza* adalah spesies yang paling dominan. *B. parviflora* tersebar luas dan dapat ditemukan di tiga zona, (yaitu, zona pasang surut sedang-rendah, zona pasang surut sedang-tinggi, dan zona pasang surut tinggi). Zona pasang surut memiliki salinitas rendah dan menandai titik transisi hutan bakau menjadi hutan rawa. Zona ini didominasi oleh *N. fruticans*.



Zonasi ekosistem mangrove di Kabupaten Mimika, Papua Tengah

Fauna di Hutan Mangrove

Krustasea merupakan fauna di ekosistem mangrove dengan kelimpahan dan keanekaragaman tertinggi, khususnya kepiting sejati (Brachyura) (Hogarth, 2015). Pemantauan mangrove muara Kabupaten Mimika, Rahayu dan Setyadi (2009) mencatat 103 spesies kepiting yang termasuk dalam tiga infraordo (Anomura, Brachyura, dan Thalassinidea). Dua famili utama kepiting adalah Ocypodidae, yang biasanya hidup di pantai bawah dekat muara, dan Sesarmidae, yang mampu bertahan di lingkungan yang kering dan hidup di pantai atas, sering memanjat akar dan batang pohon bakau. Penelitian Setyadi *et al.*, (2021b) di Kabupaten Mimika ditemukan 41 jenis krustasea, terdiri dari 37 jenis kepiting, 3 jenis udang, 1 jenis kelomang, dan 1 jenis lobster lumpur. Menurut Setyadi *et al.*, (2021b), jumlah jenis krustasea di Kabupaten Mimika relatif lebih banyak dibandingkan dengan hutan bakau lainnya di dunia. Kelimpahan total kepiting tertinggi ditemukan untuk *Parasesarma indiarum*, *Parasesarma cricotum*, *Sarmatium germaini*, *Clistocoeloma amamaparense* dan *Sesarmoides borneensis*.

Menurut Ravichandran *et al.*, (2011), lebih dari 300 spesies kepiting Brachyuran telah dilaporkan dari mangrove di seluruh dunia. Artinya, sekitar 30% spesies kepiting bakau yang diketahui ditemukan di hutan bakau di pantai selatan Pulau Papua, Indonesia. Daerah tersebut berpotensi untuk penemuan spesies baru, dan memang berdasarkan pemantauan intensif, total ditemukan 20 spesies kepiting baru dari tahun 2000 hingga 2019. Daftar spesies baru yang telah dipublikasikan di jurnal internasional disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesies kepiting baru yang ditemukan di ekosistem mangrove Mimika

No	Species	Author/s	Year	Locality
1	<i>Clistocoeloma amamaparense</i>	Rahayu & Takeda	2000	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
2	<i>Neodorippe simplex</i>	Ng & Rahayu	2002	Otakwa, Mimika Regency, Papua
3	<i>Paracleistotoma laciniatum</i>	Rahayu & Ng,	2003	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
4	<i>Paracleistotoma quadratum</i>	Rahayu & Ng	2003	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
5	<i>Parasesarma cricotus</i>	Rahayu & Davie	2003	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
6	<i>Parasesarma foresti</i>	Rahayu & Davie	2003	Kamora, Mimika Regency, Papua
7	<i>Amarinus pristes</i>	Rahayu & Ng	2004	Kamora, Mimika Regency, Papua
8	<i>Haberma kamora</i>	Rahayu & Ng	2004	Kamora, Mimika Regency, Papua
9	<i>Neorhyncoplax elongata</i>	Rahayu & Ng	2004	Kamora, Mimika Regency, Papua
10	<i>Parasesarma charis</i>	Rahayu & Ng	2004	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
11	<i>Philyra bicornis</i>	Rahayu & Ng	2004	Kamora, Mimika Regency, Papua
12	<i>Neosarmatium bidentatum</i>	Rahayu & Davie	2006	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
13	<i>Neosarmatium papuense</i>	Rahayu & Davie	2006	Kamora, Mimika Regency, Papua
14	<i>Macrophthalmus fusculatus</i>	Rahayu & Nugroho	2012	Ajkwa, Mimika Regency, Papua
15	<i>Hexapus timika</i>	Rahayu & Ng	2014	Otakwa, Mimika Regency, Papua,
16	<i>Mariaplax cyrtophallus</i>	Rahayu & Ng	2014	Otakwa, Mimika Regency, Papua,
17	<i>Parasesarma gracilipes</i>	Li, Rahayu & Ng	2018	Timika, Mimika Regency, Papua
18	<i>Elamenopsis gracilipes</i>	Rahayu & Ng	2019	Mimika Regency, Papua, Indonesia
19	<i>Clibanarius harisi</i>	Rahayu	2003	Timika, Mimika Regency, Papua
20	<i>Diogenes foresti</i>	Rahayu & Hortle	2003	Timika, Mimika Regency, Papua

Fauna akuatik lainnya yang dominan di hutan mangrove adalah moluska, khususnya gastropoda dan bivalvia. Distribusi gastropoda dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti cahaya, paparan pasang surut, salinitas, dan jenis substrat, sedangkan bivalvia sering dianggap terbatas pada zona ke arah laut yang sempit karena pembatasan makan dan pemukiman larva (Nagelkerken, 2008). Penelitian Setyadi *et al.*, (2009) di Kabupaten Mimika tercatat 6 jenis bivalvia dan 17 jenis gastropoda. Studi terbaru oleh Setyadi *et al.*, (2021b) di Kabupaten Mimika tercatat 32 jenis moluska, terdiri dari 3 jenis bivalvia dan 29 jenis gastropoda.



Kepiting dan moluska yang ditemukan di hutan mangrove Mimika

Menurut Setyadi *et al.*, (2021b), di antara kerang, total kelimpahan tertinggi ditemukan untuk *Polymesoda expansa* dan *Isognomon ehippium*. Untuk gastropoda, kelimpahan total tertinggi adalah untuk *Ellobium aurisjudae*, *Terebralia palustris* dan *Neritina violacea*. Dari jumlah total individu, *Nerita balteata* merupakan yang tertinggi, diikuti oleh *E. aurisjudae*, *N. planospira*, dan *N. violacea*. Penelitian di Pantai Payum, Kabupaten Merauke, oleh Merely dan Elviana (2017) mengidentifikasi 13 spesies gastropoda, yaitu *Cassidula angulifera*, *Littoraria scabra*, *Terebralia sulcata*, *Cerithidea obtusa*, *Neripteron violaceum*, *Indothais rufotincta*, *Nassarius unicolor*, *Tanea lineata*, *Nerita balteata*, *Turritella terebra*, *Glossaulax bicolor*, *Mitra* sp. dan *Telescopium telescopium*. Studi lain di Kabupaten Samkai Merauke oleh Masiyah dan Monika (2017) mencatat 1 spesies bivalvia dan 14 spesies gastropoda.



Burung Pelican (kiri) dan Elang (kanan) yang merupakan burung migran dari Australia yang berada di sekitar Hutan mangrove di Muara Ajkwa, Kabupaten Mimika

Mangrove menyediakan habitat bagi banyak spesies burung. Penelitian Cita dan Budiman (2019) di Kabupaten Teluk Bintuni menemukan 54 jenis burung dengan 28 famili yang didominasi oleh Laridae. Yudha *et al.*, (2021) mencatat 103 jenis burung yang mewakili 40 famili. Sebelas spesies ditemukan paling dominan, di antaranya *Todiramphus chloris*, *Chamosyna placentis*, *Geoffroyus geoffroyi* dan *Filemon buceroides*.



4. Pengelolaan dan Konservasi Mangrove

Hutan mangrove sebagai sumber daya yang terbarukan harus dikelola secara berkelanjutan untuk memberikan manfaat ekologi, ekonomi dan sosial (Kusmana, 2015). Namun, pengelolaan mangrove secara ekologi dan ekonomi yang berkelanjutan membutuhkan intervensi multi-disiplin, dimana merupakan hal yang sulit dicapai akibat kurangnya konsistensi dan koordinasi antara sektor-sektor pemerintah (Datta *et al.*, 2010; Carter *et al.*, 2015).

Masalah terbesar bagi ekosistem mangrove saat ini adalah hilangnya hutan mangrove. Setidaknya 35 - 50% hutan mangrove telah hilang selama setengah abad terakhir (Valiela *et al.*, 2001; Donato *et al.*, 2011; Romanach, 2018). Sekitar seperempat tutupan mangrove dunia telah rusak dan tingkat kehilangan hutan mangrove masih sangat tinggi, diperkirakan sekitar 2 sampai 5 kali lebih tinggi dari rata-rata tingkat kehilangan semua hutan (Kristian & Oktorie, 2018). Perusakan mangrove biasanya berkorelasi positif dengan perubahan iklim, kenaikan permukaan laut dan kepadatan penduduk (Bhomia *et al.*, 2016), dimana alasan utama perusakan mangrove adalah untuk pembangunan perkotaan, budidaya, pertambangan dan eksploitasi berlebihan untuk kayu, ikan, krustasea dan kerang (Alongi, 2016).



Hutan mangrove yang sudah berubah fungsi menjadi tambak

Kehilangan mangrove lebih lanjut perlu dicegah untuk mempertahankan nilai ekologi, lingkungan dan sosial ekonominya. Salah satu upayanya adalah dengan melaksanakan restorasi mangrove. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi dan memulihkan ekosistem tersebut. Ekosistem mangrove yang direstorasi dapat dengan sengaja dirancang dan direkayasa untuk menyediakan jasa ekosistem, serta dapat beradaptasi dengan perubahan iklim (Ellison *et al.*, 2020). Namun, ketika keputusan untuk restorasi telah dibuat, kita harus membedakan antara penanaman di lokasi terdegradasi dan tidak terdegradasi, serta membedakan antara penanaman kembali, rehabilitasi, restorasi, dan penghijauan. Penekanan diberikan pada perlunya pemilihan lokasi dan spesies yang tepat, pendekatan berbasis ekosistem untuk penanaman, dan pengelolaan mangrove yang mendukung regenerasi alami dan proses alami lainnya (Scmitt dan Duke, 2015).

Field (1998) membedakan antara rehabilitasi ekosistem, yaitu penggantian sebagian atau seluruh karakteristik struktural dan fungsional ekosistem dan restorasi ekosistem total, yaitu tindakan untuk mengembalikan ekosistem ke kondisi semula. Dalam skema ini, restorasi merupakan salah satu titik akhir dari upaya rehabilitasi yang berhasil (Ellison, 2000). Istilah rehabilitasi diterapkan secara lebih umum untuk menunjukkan aktivitas apapun (termasuk restorasi dan penciptaan habitat) yang bertujuan untuk mengubah sistem yang terdegradasi menjadi alternatif yang lebih stabil (Stevenson *et al.*, 1999).

Salah satu alasan utama untuk merehabilitasi ekosistem mangrove adalah untuk mengubah ekosistem (Hogart, 2015), melestarikan bentang alam, memproduksi sumber daya alam yang berkelanjutan, dan perlindungan wilayah pesisir (Field, 1998). Rehabilitasi ekosistem mangrove bertujuan untuk mengembalikan suatu kawasan ke kondisi sebelumnya setelah melihat adanya peningkatan kegagalan. Rehabilitasi juga bisa direkomendasikan ketika suatu sistem telah diubah sedemikian rupa sehingga tidak dapat mengoreksi diri sendiri atau memperbaharui diri (Stevenson *et al.*, 1999) atau terjadi konflik dengan tujuan pengelolaan atau konservasi yang ditetapkan sebelumnya (Kairo *et al.*, 2001).

Salah satu kisah sukses proyek rehabilitasi mangrove adalah di Bangladesh, dengan penanaman terutama satu spesies (*Sonneratia apetala*) lebih dari 1600 km² di dataran baru yang terbentuk oleh sedimen lumpur. Perkiraan kelangsungan hidup dari penanaman ini untuk saat ini mencakup sekitar 800 km² setelah kehilangan sekitar 50% akibat angin topan dan wabah hama serangga (Lewis III, 2005).

Upaya rehabilitasi mangrove lainnya dilakukan di Srilanka (Kodikara *et al.*, 2017). Sekitar 1.000-1.200 ha hutan mangrove, yang mewakili 23 lokasi proyek dengan 67 upaya penanaman, telah direstorasi dengan partisipasi beberapa organisasi pemerintah dan non-pemerintah. Namun, hanya sekitar 200–220 ha menunjukkan restorasi mangrove yang berhasil. Sembilan dari 23 lokasi proyek menunjukkan tidak ada tanaman yang masih hidup. Tingkat kelangsungan hidup lokasi proyek restorasi berkisar antara 0 hingga 78% dan hanya tiga lokasi yang menunjukkan

tingkat kelangsungan hidup lebih tinggi dari 50%. Tingkat kelangsungan hidup secara signifikan berkorelasi dengan pasca perawatan. Penanaman bibit mangrove pada topografi yang tidak tepat seringkali menyebabkan kondisi tanah yang tidak sesuai untuk mangrove. Tingkat kelangsungan hidup menunjukkan korelasi yang signifikan dengan berbagai parameter tanah, kecuali pH tanah. Gangguan dan stres yang disebabkan oleh injakan ternak dan manusia, akumulasi alga, serangan serangga, serta faktor-faktor yang berhubungan dengan pemilihan lokasi dengan topografi dan hidrologi yang tidak sesuai, umumnya terjadi di sebagian besar lokasi.

Pengelolaan mangrove yang lebih efektif adalah dengan melestarikan hutan mangrove yang ada daripada menanam yang baru (Scmitt dan Duke, 2015). Friess *et al.*, (2016) merekomendasikan 4 pendekatan yang dapat diterapkan di Asia Tenggara untuk memastikan mata pencaharian yang berkelanjutan dan konservasi keanekaragaman hayati. Pertama, penggabungan hutan mangrove ke dalam kawasan perlindungan laut sehingga dapat menyelesaikan beberapa konflik kebijakan dan memastikan bahwa mangrove tidak rusak akibat adanya celah kebijakan. Kedua, pengelolaan bersama antara masyarakat dan pemerintah, dimana pengelolaan bersama dalam skala besar menjadi penting dalam mendamaikan para pemangku kepentingan untuk mengatasi tujuan kebijakan yang saling bertentangan.

Ketiga, inisiatif sektor swasta dapat melindungi hutan mangrove melalui mekanisme yang ada dan baru di daerah yang terdegradasi atau daerah yang terancam di masa depan. Terakhir, pembayaran jasa ekosistem sangat menjanjikan untuk konservasi mangrove; Skema REDD (dikenal sebagai karbon biru) cukup menarik perhatian. Meskipun hambatan tetap ada pada implementasinya, potensi untuk mengimplementasikannya pada berbagai skala tetap ada.

Kegagalan pendekatan konservasi mangrove saat ini menurut Romanach *et al.*, (2018) terutama disebabkan oleh ekspansi pemukiman manusia di seluruh dunia, yang membuat orang semakin menjauh dari alam dan oleh karena itu mungkin kurang peduli dengan pelestarian alam. Selain itu, seperti banyak program konservasi, manfaat dari mangrove mungkin tidak langsung atau kurang dipahami oleh penduduk lokal atau mereka mungkin merasa bahwa mereka dikecualikan dari akses ke sumber daya yang digunakan sebelumnya.

Hutan mangrove sebagai sumber daya terbarukan harus dikelola secara berkelanjutan untuk memberikan manfaat ekologi, ekonomi dan sosial (Kusmana, 2015). Namun, pengelolaan mangrove dengan cara yang berkelanjutan secara ekologis dan ekonomi memerlukan intervensi multi-disiplin, yang merupakan proposisi yang menantang karena perlunya konsistensi, ditambah dengan koordinasi yang sering tidak memadai di antara sektor-sektor pemerintah (Datta *et al.*, 2010; Carter *et al.*, 2015).

Papua yang memiliki hutan mangrove terluas di Indonesia menjadi penting untuk terus dipertahankan kelestariannya. Upaya-upaya pengelolaan perlu dilakukan untuk menjamin bahwa hutan mangrove di Papua dapat menopang jasa ekosistem dan dapat mendukung upaya mitigasi perubahan iklim global. Berdasarkan fakta tersebut, dan juga mempertimbangkan keanekaragaman flora dan fauna mangrove, konsep pada Gambar dapat diterapkan untuk pengelolaan mangrove yang berkelanjutan.



Sebagian besar hutan mangrove di pesisir selatan Papua, khususnya di Kabupaten Mimika dan Asmat tergolong hutan mangrove lindung. Oleh karena itu, pendekatan konservasi harus menjadi fokus utama, dengan tujuan utama mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan untuk menjaga dan meningkatkan nilai jasa ekosistem dan keanekaragaman hayatinya. Kelestarian ekosistem mangrove sebagai hutan lindung dapat dipastikan melalui konservasi bernilai tinggi (*High Value Conservation*), program pemantauan, pengembangan sistem database, regulasi perikanan, dan pemetaan sumber daya Menurut Schmitt dan Duke (2015), penelitian, penilaian ekonomi, dan pemantauan jangka panjang sangat penting untuk perencanaan dan pengelolaan konservasi yang sukses.

Hutan mangrove di Kabupaten Mimika merupakan hutan yang masih asli dan kaya akan keanekaragaman, terutama krustasea mangrove. Pelestarian hutan mangrove sebagai habitat krustasea sangat penting karena peran dan fungsinya dalam ekosistem mangrove, seperti mengeksport serasah mangrove, pertukaran nutrisi, perangkap energi, dan aerasi sedimen (Ashton *et al.*, 2003; Gillikin dan Schubart, 2004; Ngo-Massou *et al.*, 2018). Salah satu krustasea mangrove terpenting di di Mimika adalah *Scylla olivacea*, atau kepiting bakau, spesies yang sangat penting secara komersial. Karena permintaan yang tinggi, pemanenan kepiting bakau yang intens dapat menyebabkan penangkapan yang berlebihan dan mengancam populasi. Oleh karena itu, memperkirakan populasi

dan tingkat eksploitasi sangat penting untuk penerapan strategi pemanfaatan dan pengelolaan yang tepat.

Komponen penting lainnya dari pengelolaan mangrove berkelanjutan adalah rehabilitasi dan restorasi. Program rehabilitasi dapat dilaksanakan pada hutan mangrove yang terdegradasi atau daerah pengendapan sedimen baru yang muncul akibat sedimentasi alam atau aktivitas manusia. Hutan mangrove yang rusak di beberapa daerah, seperti di Kabupaten Merauke (Sunarni *et al.*, 2019), dapat dipulihkan melalui program rehabilitasi yang melibatkan masyarakat setempat. Di Kabupaten Merauke, 43% masyarakat lokal telah terlibat dalam program rehabilitasi mangrove (Widiastuti, 2018).

Salah satu contoh program penanaman mangrove yang sukses adalah yang dilakukan oleh PT Freeport Indonesia, yang telah melakukan program percepatan kolonisasi mangrove di daerah pengendapan baru di Muara Ajkwa sejak tahun 2002 (Setyadi *et al.*, 2006). Tujuan dari program ini adalah membantu percepatan pembentukan ekosistem mangrove di lahan baru yang terbentuk oleh tailing dan sekaligus untuk meningkatkan retensi *tailing* di muara dan



Program penanaman mangrove dengan propagule di daerah pengendapan *tailing* di Muara Ajkwa, Kabupaten Mimika

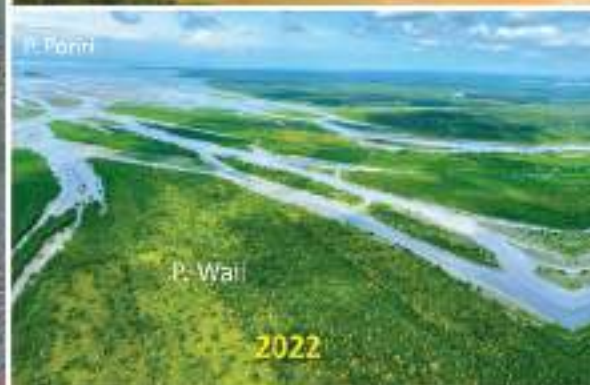
Bibit mangrove (Propagul) dikumpulkan dari ekosistem mangrove yang ada di sekitar Muara Ajkwa. Metode penanaman dilakukan dengan cara penanaman secara langsung menggunakan propagul *Rhizophora mucronata*. Sebelum

penanaman, bibit disimpan dalam kantong plastik lembab selama setidaknya tiga hari di bawah naungan alami untuk melindunginya dari sinar matahari langsung. Proses ini dilakukan untuk menurunkan palatabilitas mereka dari kepiting dan dapat meningkatkan lolos hidup. Saat ini, lebih dari 500 ha lahan baru telah ditanami mangrove dan telah membentuk ekosistem mangrove baru lebih dari 1.000 ha.



Ekosistem mangrove yang terbentuk oleh pengendapan *tailing* PT Freeport Indonesia, melalui kegiatan penanaman dan kolonisasi alami.

Strategi lain pengelolaan mangrove adalah melalui pembangunan berkelanjutan dan pendekatan budaya lokal melalui penerapan pengelolaan hutan lestari yang berbasis masyarakat, ekowisata, perikanan berkelanjutan, pemberdayaan masyarakat, dan pelestarian nilai-nilai lokal. Pemanfaatan hutan mangrove secara lestari telah dilaksanakan di Kabupaten Teluk Bintuni, dimana total mangrove seluas 82.120 ha dikelola oleh PT. Bintuni Utama Murni Wood Industries (PT. BUMWI) di bawah siklus rotasi 30 tahun untuk menghasilkan serpihan kayu, dengan kepatuhan yang ketat terhadap standar pengelolaan hutan lestari. Studi oleh Sillanpää *et al.*, (2017) yang menganalisis struktur hutan dan keanekaragaman hayati pada tegakan sekunder menyimpulkan bahwa struktur hutan pada tegakan sekunder mengikuti proses regenerasi alami selama periode rotasi. Namun, mereka juga menemukan bahwa hutan tersebut belum mencapai kondisi



ekologis yang sama dengan hutan dasar setelah 25 tahun. Lebih lanjut, studi tersebut menyarankan bahwa rotasi panen mungkin perlu diperpanjang hingga 30–40 tahun untuk tegakan sekunder sehingga mencapai komposisi, struktur, dan volume hutan yang serupa dengan hutan alami. Studi terbaru oleh Yuda *et al.*, (2021) menyimpulkan bahwa dampak penebangan terhadap hutan mangrove dapat diminimalkan dan ekosistem dapat dipulihkan secara efektif untuk menyediakan habitat yang memadai bagi flora dan fauna melalui penerapan program pengelolaan lingkungan yang tepat.

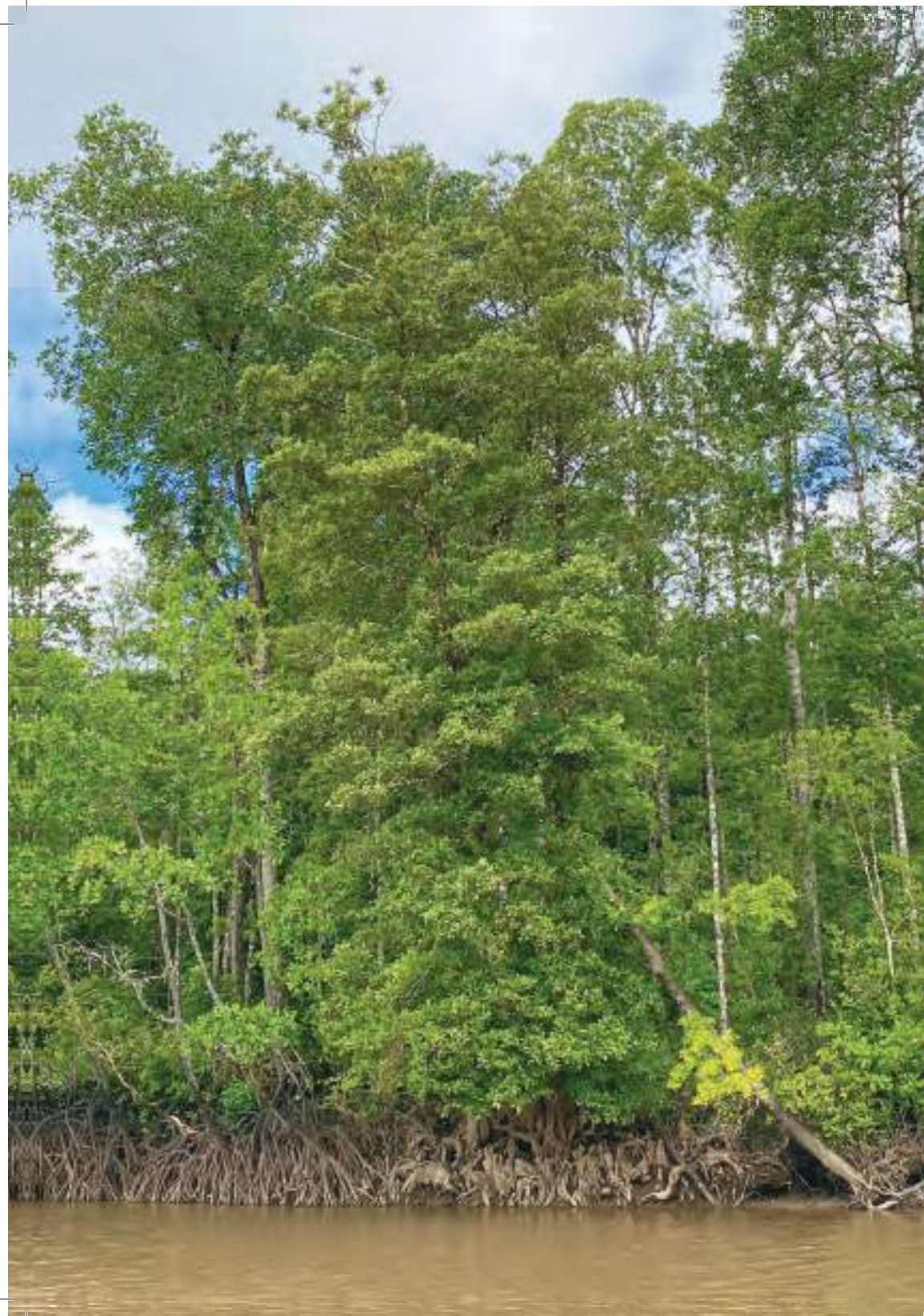


Keterlibatan masyarakat lokal dalam kegiatan penanaman dan pemeliharaan mangrove

Penelitian untuk mengkaji pemanfaatan mangrove untuk masyarakat lokal juga penting untuk meningkatkan mata pencaharian mereka. Sebagaimana diketahui bahwa buah, daun, kulit kayu dan kayu mangrove memiliki manfaat menjadi berbagai produk, baik industri, makanan dan obat-obatan yang dapat menghasilkan pendapatan bagi masyarakat sekitar. Pengelolaan mangrove berbasis masyarakat melalui ekowisata juga telah diterapkan di banyak kawasan mangrove di Indonesia, seperti di Sumatera Utara (Basuni *et al.*, 2018), Sulawesi Barat (Malik *et al.*, 2019), dan Lampung Timur (Setiawan *et al.*, 2018). *et al.*, 2017). Di Sulawesi Barat, kegiatan ekowisata sudah dilakukan meliputi tracking mangrove, pembelajaran dan rehabilitasi mangrove, memancing, mengamati burung, spot prewedding dan foto selfie, wisata kuliner, dan gazebo dengan pemandangan laut untuk wisatawan. Di Lampung Timur, kegiatan yang dilakukan antara lain berperahu di sekitar hutan mangrove, wisata penanaman mangrove,

dan mengamati burung. Kegiatan ekowisata serupa dapat diterapkan di kawasan mangrove di Kabupaten Mimika untuk berkontribusi pada kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat setempat. Ketika masyarakat mendapatkan manfaat langsung dari kawasan mangrove, maka akan meningkatkan kesadaran mereka akan perlunya melestarikan dan melindungi ekosistem mangrove lokal.

Aspek kunci terakhir dari pengelolaan mangrove berkelanjutan di Kabupaten Mimika adalah dengan tata kelola partisipatif (*Participative Governance*) yang efektif, yang dapat dilaksanakan melalui forum multi-stakeholder (MSF), pengelolaan Taman Nasional Lorentz oleh Badan Taman Nasional, forum diskusi kelompok, dan pengembangan dan implementasi kebijakan lokal. peraturan Pemerintah. MSF telah dibentuk di Kabupaten Mimika, dengan fokus pada isu-isu pelestarian lingkungan, terutama yang terkait dengan pembangunan berkelanjutan sumber daya alam dan dampak perubahan iklim (USAID IFAC, 2016). MSF terdiri dari perwakilan dari pemerintah daerah, masyarakat sipil, dan sektor swasta. Forum ini dapat memperkuat Kabupaten dengan mempromosikan langkah-langkah konservasi yang mendukung pembangunan ekonomi sekaligus meningkatkan perencanaan tata ruang dan pengelolaan dan pemantauan lingkungan untuk mengurangi deforestasi. Menurut Romanach *et al.*, (2018), pengelolaan, konservasi, dan restorasi yang berhasil memerlukan komitmen pemerintah tingkat lokal dan nasional serta masyarakat lokal.



5. Panduan Identifikasi Mangrove

Persiapan Lapangan

Sebelum melakukan kegiatan lapangan, sebaiknya bisa mempelajari terlebih dahulu buku-buku referensi tentang mangrove sehingga bisa mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terkait ekosistem mangrove dan jenis-jenisnya. Berikut ini adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipersiapkan sebelum berangkat ke lapangan:

- Pertimbangkan kondisi pasang-surut. Secara umum, kita bisa masuk ke dalam hutan mangrove di Kabupaten Mimika pada saat kondisi air berada dibawah *Mean Sea Level*, yaitu pada skala 18 dm di Tabel Pasang Surut yang dikeluarkan oleh PUSHIDROSAL (Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut). Kita bisa melakukan survei pada saat air pasang, hanya jika menggunakan boat dan dilakukan dari pinggir estuari.
- Untuk melihat ekosistem mangrove secara lengkap dibutuhkan boat. Di Kabupaten Mimika, ada kawasan ekosistem mangrove yang bisa diakses lewat jalan darat, diantaranya jalan menuju Pelabuhan Pomako, Jalan Tambang PT Freeport Indonesia menuju Pelabuhan Amamapare. Namun demikian, beberapa jenis mangrove pionir seperti *Avicennia* sp dan *Sonneratia alba* hanya ditemukan pada daerah pasang surut rendah yang berada di pesisir pantai, dimana tidak ada akses jalan.
- Persiapkan topi dan baju lengan panjang untuk menghindari panas terik matahari. Baju sebaiknya yang dari bahan yang bisa menyerap keringat. Gunakan juga celana panjang, untuk melindungi kaki dari luka akibat perakaran mangrove. Untuk sepatu, direkomendasikan untuk menggunakan *dive booties*, karena dianggap cukup efektif untuk berjalan di atas lumpur. Sebagai alternatif bisa digunakan sepatu sport yang ada talinya sehingga sepatu tidak mudah lepas pada saat tertanam ke dalam lumpur.
- *Sunblock* perlu disiapkan untuk mengurangi paparan langsung kulit terhadap matahari.
- Mengingat Kabupaten Mimika mempunyai curah hujan yang tinggi, dimana di dataran rendah kisarannya antara 5-7 m per tahun, maka perlu disiapkan jas hujan.
- Pada beberapa lokasi, terkadang cukup banyak nyamuk atau agas (serangga kecil yang gigitannya bisa membuat gatal), untuk itu perlu dibawa *lotion* anti nyamuk.

- Kamera yang dibawa, idealnya yang mempunyai kemampuan tele zoom setidaknya 200 mm. Hal ini mengingat kesulitan untuk mendapatkan sampel propagul, buah atau bunga karena mangrove di Kabupaten Mimika rata-rata ketinggiannya 30 – 40 m. Dengan adanya foto berkualitas baik akan memudahkan dalam proses identifikasi.
- Persiapkan plastik ziplock untuk penyimpanan sampel bunga dan propagul.

Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data di lapangan tergantung pada tujuannya, apakah untuk melakukan perhitungan lengkap struktur dan komposisi atau hanya untuk melakukan inventarisasi. Untuk analisis struktur dan komposisi vegetasi mangrove, yang umum digunakan adalah dengan menggunakan metoda plot transek garis (Mueller – Dumbois & Ellenberg, 1974). Kriteria yang dibutuhkan untuk memenuhi persyaratan dalam menentukan plot adalah: (1) Harus cukup besar untuk mencakup semua jenis dalam komunitas (2) Habitat haruslah seragam dan (3) Penudungan tanaman sedapat mungkin homogen. Luasan setiap transek akan tergantung pada jenis komunitas, dimana untuk hutan adalah sekitar 200 – 500 m².

Ukuran transek bisa berukuran 20 m x 20 m dan diambil tegak lurus garis pantai. Pengulangan dilakukan 3-5 kali dengan jarak interval disesuaikan dengan ekosistem mangrove, setidaknya jaraknya 100 m.

Dalam setiap plot pengukuran dan penghitungan seluas 20 m x 20 m, semua yang masuk kategori pohon dengan *diameter breast height* (dbh) atau diameter dada setinggi 1,3 m mempunyai diameter > 10 cm diukur diameter dan tinggi, serta diidentifikasi spesiesnya. Jika spesies tidak diketahui, akan diambil foto perakaran, batang, daun, bunga serta buah dengan menggunakan kamera. Contoh daun, bunga dan buah diambil untuk identifikasi lebih lanjut.

Karena pohon mangrove memiliki bentuk dan pertumbuhan yang unik sehingga menyulitkan untuk menentukan diameter, maka bisa digunakan rekomendasi Cintron & Novelli (1984) yaitu:

- a. Apabila batang bercabang di bawah ketinggian sebatas dada (1.3 m) dan tiap cabang (dbh > 10 cm) maka diukur sebagai dua pohon yang terpisah,
- b. Apabila cabang batang berada diatas setinggi dada atau sedikit di atasnya maka diameter diukur pada ukuran setinggi dada atau di bawah cabangnya,
- c. Apabila batang mempunyai akar udara, maka diameter diukur 30 cm diatas tonjolan tertinggi.

- d. Apabila batang mempunyai batang yang tidak lurus, cabang atau terdapat ketidak-normalan pada poin pengukuran maka diameter diambil pada 30 cm di atas atau di bawah setinggi dada.

Pada setiap plot untuk pengukuran dan identifikasi pohon, diambil sub-plot berukuran 5 m x 5 m untuk pengukuran dan identifikasi belta. Belta adalah vegetasi mangrove dengan diameter batang antara 2 - 10 cm dengan ketinggian > 1m. Pada setiap sub-plot juga akan dibuat sub plot lagi dengan ukuran 1 m x 1 m untuk menghitung dan mengidentifikasi *seedling* (anakan) mangrove.

Petunjuk Penggunaan Buku Identifikasi Ini

Tomlinson (1986) membagi mangrove menjadi tiga kelompok: spesies mangrove mayor, spesies mangrove minor dan asosiasi mangrove. Spesies mayor adalah mangrove sejati, yang dicirikan sebagai: 1) muncul secara eksklusif, 2) memainkan peran utama dalam struktur komunitas dan memiliki kemampuan untuk membentuk tegakan murni, 3) memiliki spesialisasi morfologis, terutama akar nafas dan mekanisme pertukaran gas, 4) memiliki mekanisme fisiologis pemisahan garam dan/atau ekskresi, 5) memiliki reproduksi vivipar, dan 6) taksonomi terisolasi dari kerabat terestrial. Menurut Hogarth (2015), dari 110 spesies mangrove yang diakui, hanya sekitar 54 spesies dalam 20 genera dari 16 famili yang merupakan mangrove sejati, yaitu spesies yang secara eksklusif hanya ada di habitat hutan mangrove.

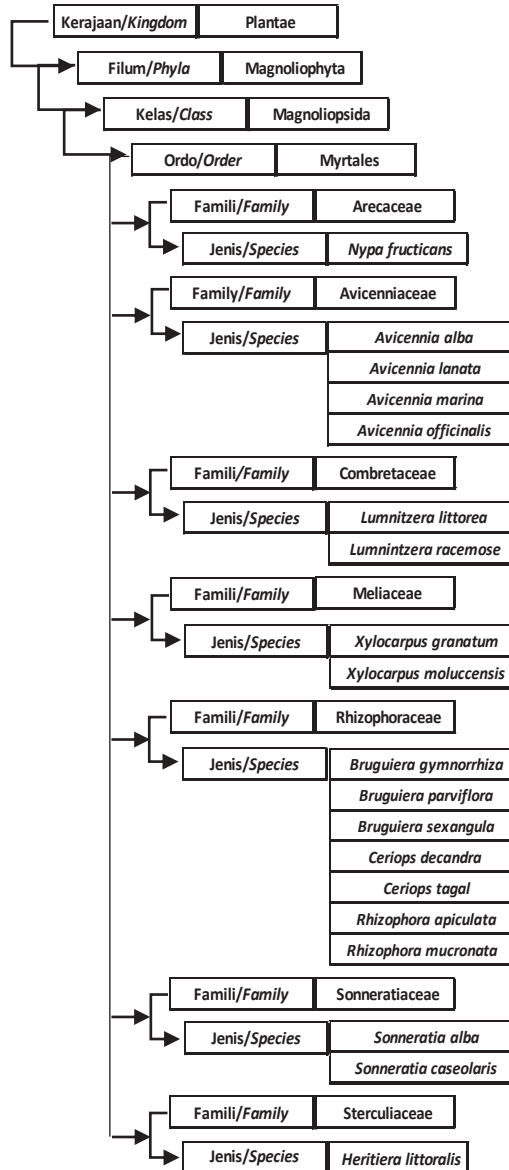
Langkah pertama untuk mengidentifikasi spesies mangrove adalah dengan melihat sistem perakarannya, karena setiap genus mangrove biasanya mempunyai ciri perakaran yang khusus. Setelah itu, jika memungkinkan mendapatkan contoh buah atau bunga. Jika buah atau bunga tidak ditemukan karena masih belum musim, maka bisa melihat ciri-ciri yang lain seperti daun dan batang, serta posisinya didasarkan pada zonasi pasang tinggi, menengah atau rendah.

Sedapat mungkin bisa mendapatkan contoh buah, bunga dan daun. Jika contoh bunga atau buah susah didapatkan karena pohon terlalu tinggi, maka bisa dilakukan pengambilan foto dengan menggunakan kamera tele.



6. Mangrove Mayor

Berikut ini adalah famili yang masuk ke salam mangrove mayor atau biasa disebut sebagai mangrove sejati.



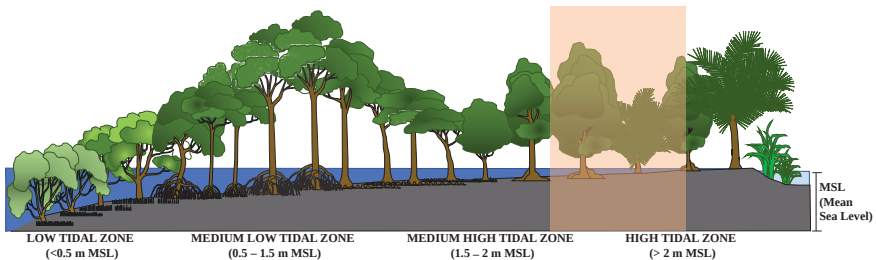
ARECACEAE

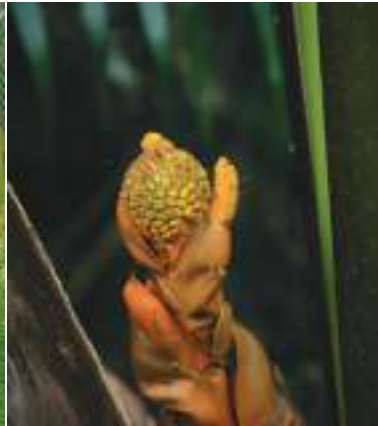
Nypa fruticans Wurm.

Nama Lokal: Nipah (Bhs)



Merupakan jenis palma yang tumbuh dengan batang di bawah substrat, sedangkan di permukaan substrat muncul tandan/gagang daun seperti susunan daun kelapa yang membentuk rumpun. Umumnya tumbuh di substrat yang halus pada Kawasan yang mendapatkan masukan air tawar yang cukup tinggi. Sangat jarang berada di bagian depan pantai. Bunga berwarna kuning cerah hingga merah bata. Bunga biseksual, tandan bunga Panjang antara 1 - 2 m yang muncul di dekat puncak batang. Bunga betina berbentuk bulat oval sedangkan bunga jantan terletak dibawah bunga betina dengan bentuk oval memanjang.

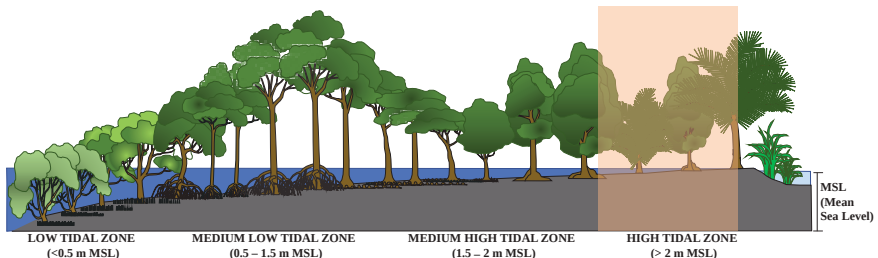




Daun berbentuk seperti susunan daun kelapa dengan panjang gagang/tandan daun bisa mencapai 8 meter, berwarna hijau mengkilat, berbentuk lanset dengan ujung meruncing.

Suku Kamoro menggunakan daun pohon *Nypa* untuk membuat rokok, atap rumah, dianyam menjadi seperti tas untuk membawa hasil berburu dari hutan mangrove seperti kerang, kepiting dan lain-lain, buahnya biasanya dimakan dengan rasa seperti kelapa muda.

Bunga betina berbentuk bulat dengan bunga jantan terletak dibawah Bunga betina dengan bentuk ovale memanjang.

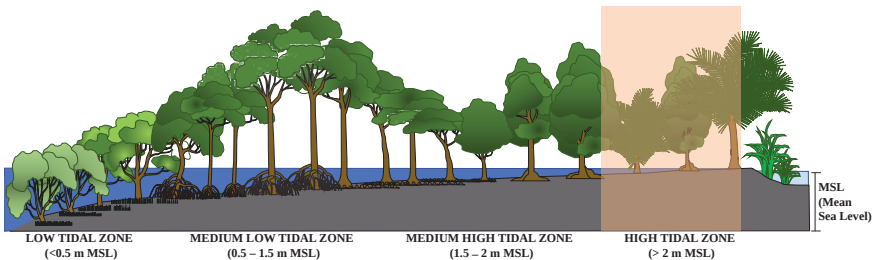




Buah mengelompok berbentuk bulat seperti bola/kelapa sawit, berwarna coklat, keras dan berserat. Pada setiap buah terdapat satu biji berbentuk seperti isi buah kelapa dengan ukuran yang kecil.



Anakan *Nypa fruticans* dapat ditemukan di beberapa kawasan mangrove baik di bagian dalam maupun dibagian luar. Persebaran buahnya cukup luas dimana buah bisa terapung dan terbawa oleh arus.



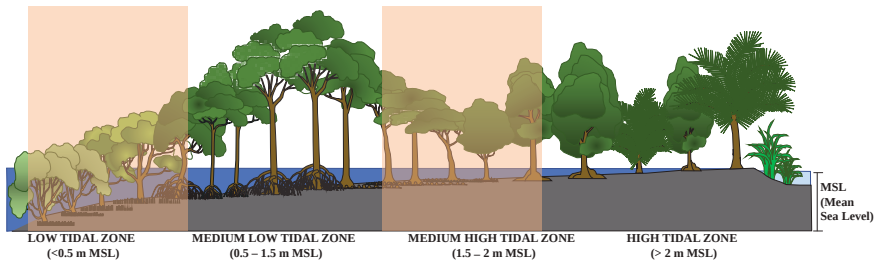
ACANTHACEAE

Avicennia alba Blume

Nama lokal: Api-api (Bhs)



Merupakan mangrove pionir yang sering ditemukan di bagian depan dimana salinitas masih tinggi dan perendaman oleh pasang surut cukup lama. Terkadang ditemukan disepanjang pinggiran sungai yang masih mendapatkan pengaruh pasang surut. Pohon *Avicennia alba* dapat tumbuh hingga sekitar 20 m. Hasil beberapa penelitian menyebutkan bahwa akarnya mampu menghambat laju arus dan membantu dalam pengikatan sedimen sehingga mempercepat proses sedimentasi dan pembentukan daratan baru.

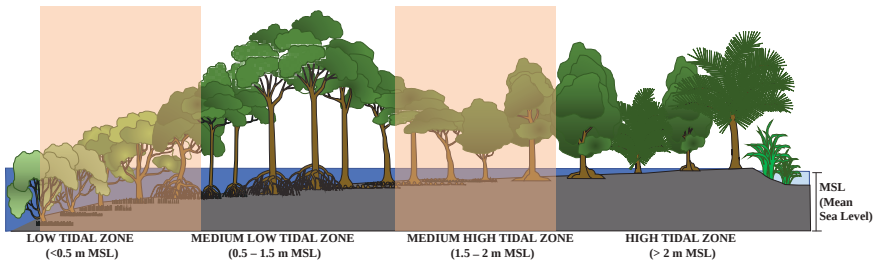




Kulit kayu berwarna keabu-abuan atau coklat gelap, beberapa terkadang ditumbuhi tonjolan-tonjolan kecil, terkadang permukaannya halus. Pada pohon yang sudah tua, terkadang seperti ada serbuk putih yang tipis. Akar nafas berbentuk pensil yang keluar dari akar horizontal menyembul ke permukaan tanah.



Daun berbentuk lanset, terkadang elips dengan bagian ujung meruncing. Bagian atas berwarna hijau mengkilat sedangkan bagian bawahnya berwarna hijau pucat. Permukaan daun halus dan tidak berambut.



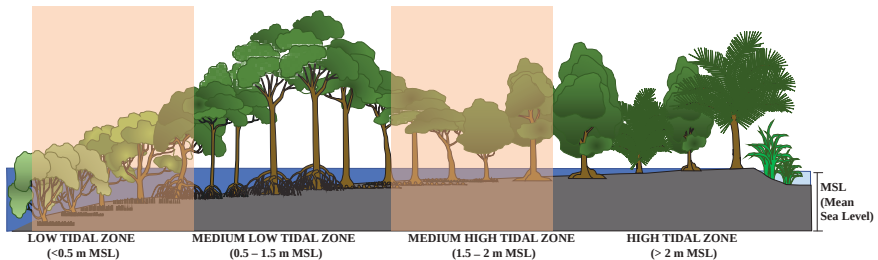


Buah berbentuk kerucut menyerupai cabe/jambu mente, warnanya hijau muda kekuningan dengan ukuran sekitar 4 x 2 cm. Foto buah diambil di lokasi Batu Karas, Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat oleh Aditya S.Bahari.

Bunga berwarna kuning cerah. Letaknya di ujung tangkai Bunga. Bunga bergerombol hampir disepanjang ruas tandan membentuk formasi seperti trisula.



Anakan *Avicennia alba* yang ditemukan di sekitar area indukan.



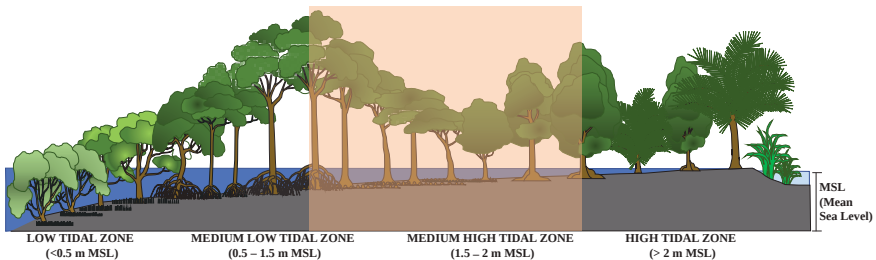
ACANTHACEAE

Avicennia lanata Ridley

Nama Lokal: Api-api (Bhs)



Memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap kadar garam. Tinggi pohon bisa mencapai 7 meter. Akar nafas berbentuk pensil yang keluar dari akar horizontal menyembul ke permukaan tanah. Biasanya menyukai dataran lumpur, tepi sungai dan daerah yang kering.





Pohonnya tumbuh tegak dan biasanya mempunyai banyak percabangan dan menyebar. Kulit kayu seperti kulit hiu berwarna gelap.



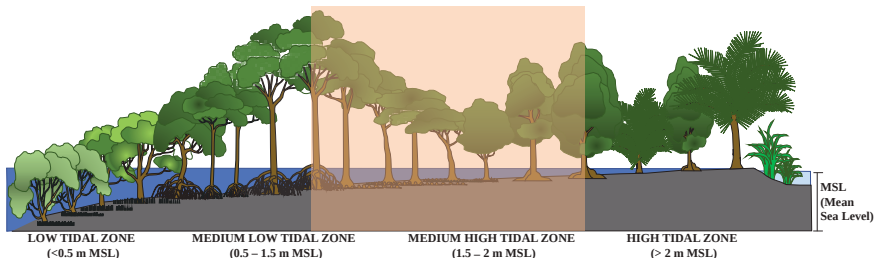
Bunga berwarna kuning pucat. Biasanya bunga bergerombol diujung atau ketiak tangkai dan tandan bunga. Bunganya mempunyai aroma khas yang cukup menyengat.



Bentuk akar sama dengan *Avicennia* yang lainnya berupa akar pilsil yang keluar dari bawah substrat. Terkadang akar nafas juga muncul di bagian bawah batang pohon, tergantung lokasi tumbuhnya.



Daun memiliki kelenjar garam, berbentuk elips dengan bagian ujung membundar, namun terkadang ditemukan beberapa agak meruncing. Bagian atas berwarna hijau keperakan sedangkan bagian bawahnya berwarna putih kekuningan dan ada rambut-rambut halus. Permukaan daun halus dan tidak berambut. Ukuran daun sekitar 9 x 5 cm.





Air yang mengandung garam terlihat keluar di kelenjar garam daun. Bentuk dan perbandingan ukuran antara daun dan buah. Bagian atas daun terlihat berwarna hijau keperakan dengan permukaan yang halus, sedangkan bagian bawahnya berwarna putih kekuningan dengan permukaan berambut halus.



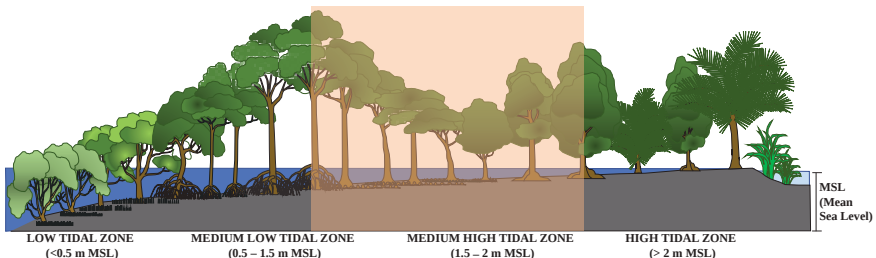
Bagian ujung berparuh pendek melengkung seperti paruh burung, berwarna hijau kekuningan dengan permukaan berambut halus. Ukuran buah yang besar bisa mencapai sekitar 2,5 x 5,5 cm.



Proses perkembangan biji *Avicennia lanata* menjadi seedling/semai.



Buah berbentuk seperti hati dengan bagian ujung berparuh pendek melengkung seperti paruh burung. Warna buah hijau kekuningan. Bagian permukaannya berambut halus, terkadang seperti ada tepungnya. Ukuran buah sekitar 1,5 x 2,5 cm.



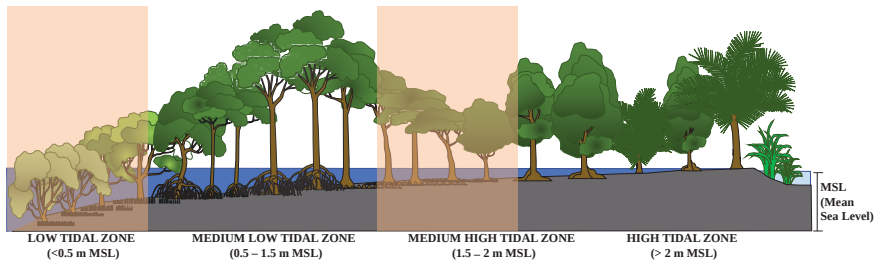
ACANTHACEAE

Avicennia marina (Forssk.) Vierh.

Nama Lokal: Api-api (Bhs)



Merupakan jenis mangrove pionir yang memiliki kemampuan tumbuh di habitat dengan perendaman pasang surut yang cukup lama dan salinitas yang cukup tinggi. Jenis ini merupakan salah satu yang paling umum ditemukan di bagian terdepan dalam stratifikasi daerah mangrove. Sering ditemukan semacam *aerial root* pada perakaran *Avicennia marina* yang keluar di daerah pangkal.





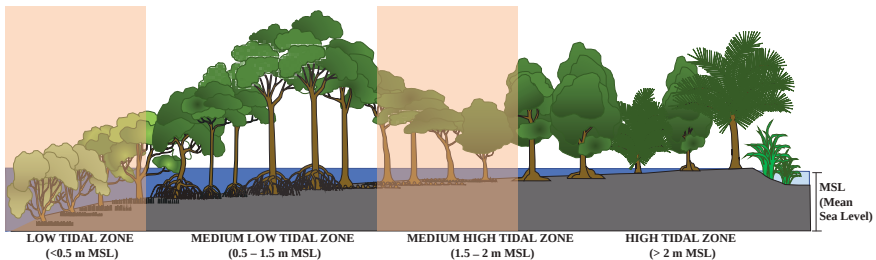
Kulit kayu halus dengan burik-burik hijau-abu dan beberapa bagian terkelupas dalam bagian-bagian kecil. Ranting muda dan tangkai daun muda berwarna hijau kekuningan.



Bunga berwarna kuning pucat, bergerombol diujung tandan atau ketiak tangkai dan tandan membentuk formasi seperti trisula. Bunganya mempunyai aroma khas yang cukup menyengat.



Daun berbentuk elips, bulat memanjang, bulat telur terbalik. Ujungnya meruncing dan terkadang membundar. Ukuran daun sekitar 9 x 4 cm. Daun bagian atas dipenuhi dengan bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung, sedangkan bagian bawah berwarna abu-abu muda.

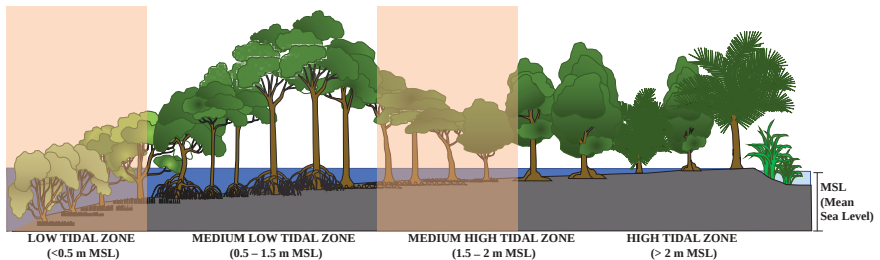




Buah berbentuk agak membulat berwarna hijau keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya) dan ujungnya agak tajam. Ukuran buah sekitar 1,5 x 2,5 cm.



Proses perkembangan biji *Avicennia marina* sampai menjadi seedling/semai.



ACANTHACEAE

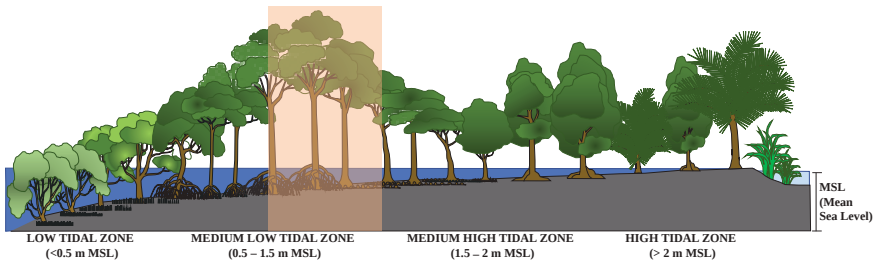
Avicennia officinalis L.

Nama Lokal: Api-api (Bhs)



Seperti pohon *Avicennia* lainnya yang bisa tumbuh tinggi, *Avicennia officinalis* juga bisa tumbuh lebih dari 10 meter. Kulit kayu halus dengan warna hijau keabu-abuan hingga abu-abu kecoklatan dan memiliki banyak lentisel. Terkadang muncul semacams *aerial root* yang menggantung di tengah-tengah batang, meskipun tidak selalu ada.

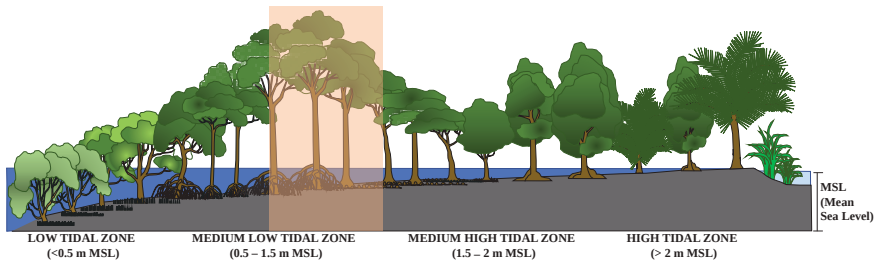
Umumnya tumbuh di bagian pinggir daratan rawa mangrove atau disepanjang sungai yang masih mendapatkan pengaruh pasang surut yang cukup tinggi. Kebanyakan ditemukan di bagian mulut sungai, namun sering ditemukan beberapa tegakan diantara jenis yang lain.





Daun mahkota berjumlah 4, berwarna kuning pucat hingga kuning-jingga. Bunga bergerombol diujung tandan membentuk formasi seperti trisula, dan mempunyai aroma khas yang cukup menyengat seperti pada bunga *Avicennia* yang lain.

Permukaan bagian atas daun berwarna hijau tua, sedangkan bagian bawah berwarna hijau kekuningan atau hijau kecoklatan. Permukaan daun bagian atas dipenuhi dengan sejumlah bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Bentuk daun bulat telur terbalik atau elips memanjang, bagian ujungnya membandar dan menyempit ke arah gagang. Letak daun sederhana dan berlawanan.

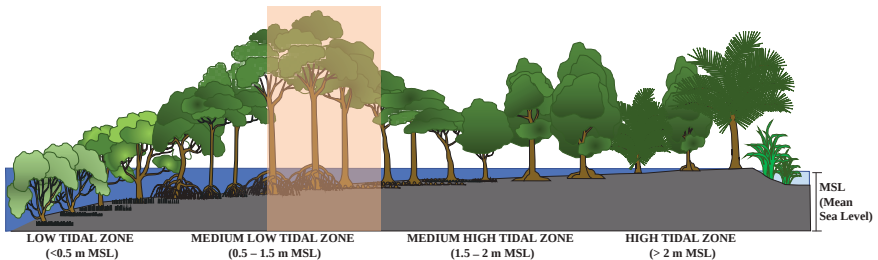




Buah berbentuk seperti hati, dengan bagian ujung berbentuk seperti paruh pendek. Warnanya kuning kehijauan. Permukaan buah keriput dan dipenuhi dengan rambut-rambut halus yang pendek. ukuran buah sekitar 2 x 3 cm.

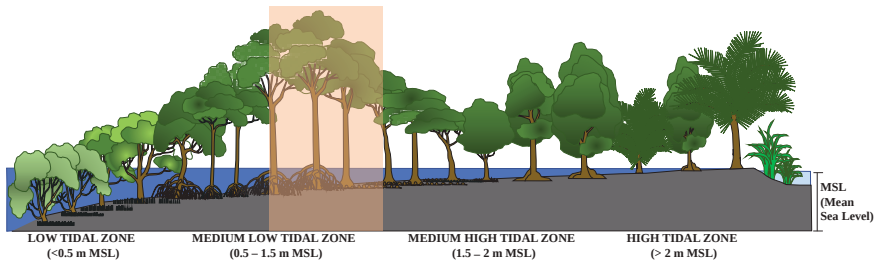


Perbandingan buah dan permukaan daun bagian bawah dari *Avicennia marina* (atas), *Avicennia officinalis* (tengah) dan *Avicennia lanata* (bawah).





Anakan *Avicennia officinalis* yang tumbuh disekitar area indukan.



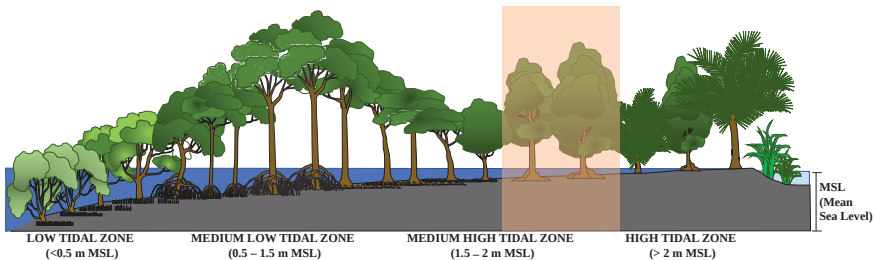
COMBRETACEAE

Lumnitzera littorea (Jack) Voigt.

Nama Lokal: Teruntum merah (Bhs)

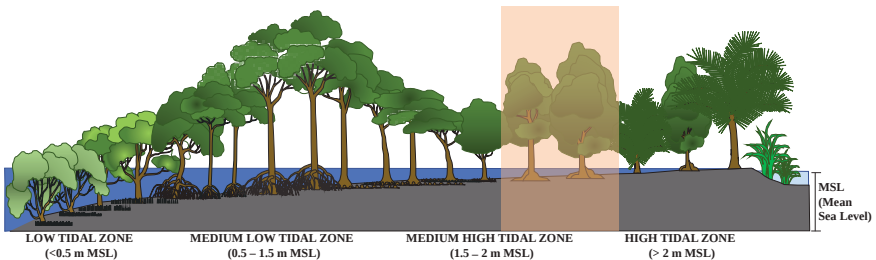


Umumnya ditemukan tumbuh di bagian pinggir daratan rawa mangrove atau disepanjang sungai yang masing mendapatkan pengaruh pasang surut cukup tinggi dan memiliki substrat yang keras. Kebanyakan ditemukan di bagian mulut sungai yang memiliki elevasi agak tinggi. Dalam kondisi lingkungan yang cukup bagus, tinggi pohon bisa lebih dari 20 meter.





Kulit kayu berwarna coklat tua, pada pohon tua kulit kayu memiliki celah/retakan membujur (*longitudinal*) sedangkan pada pohon muda, batang bagian bawah biasanya dipenuhi dengan lentisel yang terlihat dengan jelas. Perakarannya menyerupai akar lutut dengan bagian ujung membulat, namun terkadang pada pohon muda perakarannya tidak terlihat dengan jelas.





Daun mahkota berjumlah 5, berwarna merah cerah dan harum. Kelopak Bunga berjumlah 5 dan berwarna hijau. Bunga bergerombol disepanjang tandan yang berada di ujung dahan.



Buah berbentuk seperti pot/elips atau seperti bodi gitar, berwarna hijau kemerahan/coklat tua dan agak keras.

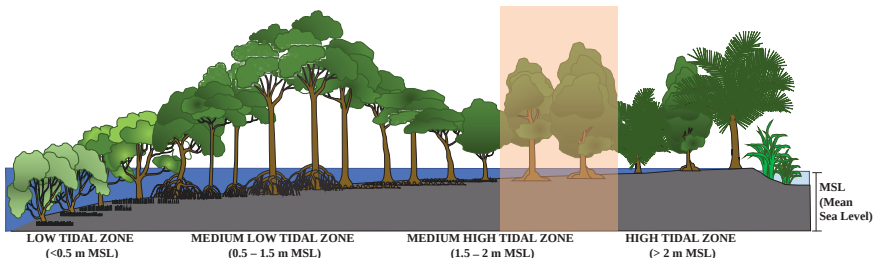


Perbandingan bentuk bunga sudah mekar dan masih kuncup.



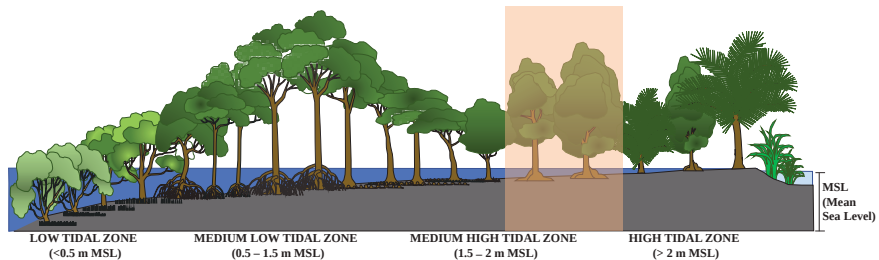
Daun berwarna hijau tua, tebal dan berdaging, keras/kaku, bergerombol diujung dahan. Unit sederhana dengan letak bersilangan. Bentuk daun bulat telur terbalik dengan ujung membundar.

Belum ada informasi pemanfaatan pohon *Lumnitzera littorea* oleh masyarakat lokal di sepanjang pantai Mimika.





Anakan *Lumnitzera littorea* yang tumbuh bergerombol dibawah pohon indukan (kanan) dan ditemukan jauh dari pohon induk. Pasang surut dan arus sangat berperan penting dalam penyebaran buah sampai pada akhirnya tumbuh di lokasi baru.



COMBRETACEAE

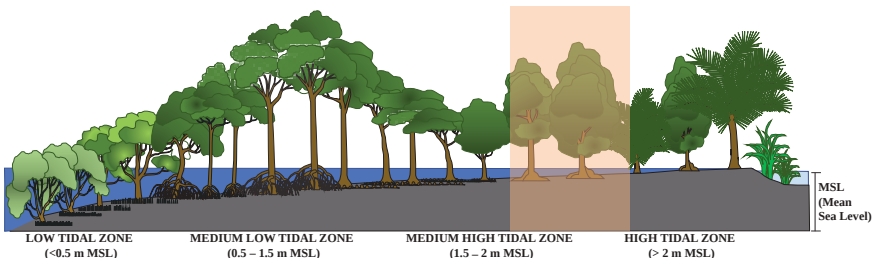
Lumnitzera racemosa Wild.

Nama Lokal: Teruntum putih (Bhs)



Berupa pohon kecil atau belukar yang selalu berwarna hijau, ketinggian pohon bisa mencapai 6 – 8 m. Kulit kayu berwarna coklat-kemerahan hingga abu-abu tua, memiliki celah/retakan *longitudinal* terutama pada batang yang sudah tua yang terlihat dengan jelas.

Menyukai substrat berpasir atau berlumpur yang padat. Biasanya tumbuh di sepanjang tepi vegetasi mangrove, namun terkadang mereka juga terdapat di sepanjang jalur air yang dipengaruhi oleh air tawar. Di beberapa literatur seperti di <http://www.wetlands.or.id>, menyebutkan bahwa meskipun ditemukan di seluruh Malaysia dan Indonesia, *L. littorea* dan *L. racemosa* tidak pernah ditemukan pada habitat dan lokasi yang sama. Penyebab persis dari perbedaan karakter ekologis tersebut sampai saat ini belum diketahui. Namun di Muara Tipuka, Mimika, ditemukan *L. littorea* dan *L. racemosa* berada dalam satu lokasi yang sama, tumbuh secara berdampingan.



Ukuran daun hampir sama dengan *L. littorea*, berwarna hijau, agak tebal dan berdaging, keras/kaku, bergerombol diujung dahan. Unit sederhana dengan letak bersilangan. Bentuk daun bulat telur menyempit dengan ujung membundar.



Bunga berwarna putih cerah yang terletak di ujung atau di ketiak. Daun mahkota berwarna putih dengan jumlah 5 lembar, sedangkan kelopak bunga berwarna hijau dengan jumlah 5 lembar.



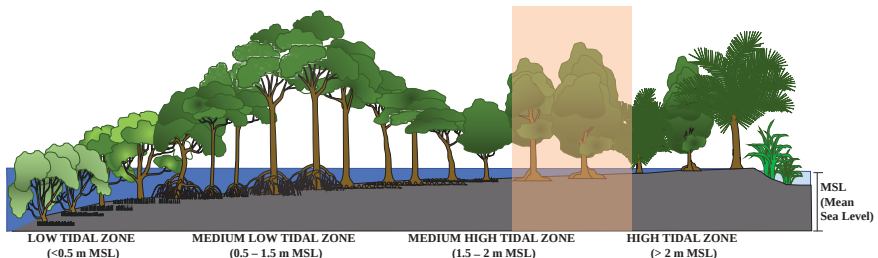
Bentuk bunga yang masih kuncup muncul diantara ketiak daun dengan posisi menghadap ke atas, kuncup berwarna putih terlihat jelas dan kontras.



Buah mirip dengan bunga *L. littorea* namun ukurannya lebih kecil, berbentuk seperti pot/elips atau seperti bodi gitar, berwarna hijau kekuningan, padat dan agak keras.



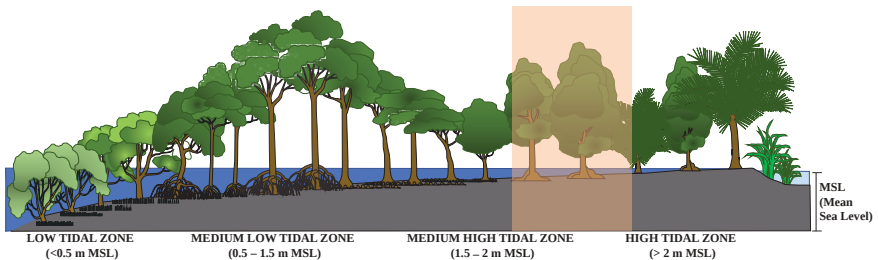
Kulit kayu berwarna abu-abu tua, terlihat adanya retakan secara longitudinal yang dipenuhi dengan bintil-bintil lentisel, namun pecahan pada kayu *L. racemosa* tidak sebanyak pada *L. littorea*.





Tidak ada akar nafas yang terlihat menonjol, namun pada pohon yang sudah cukup besar sering terlihat ada beberapa akar yang menyerupai akar lutut dengan ujung membulat, hampir sama dengan *L. littorea* namun dengan ukuran yang lebih kecil dan sedikit.

Anakan *L. racemosa* yang tumbuh dibawah naungan pohon induk (kanan atas) dan di tempat yang jauh dari induknya. Arus dan pasang surut air sangat berpengaruh terhadap penyebaran buah *L. racemosa*.



MELIACEAE

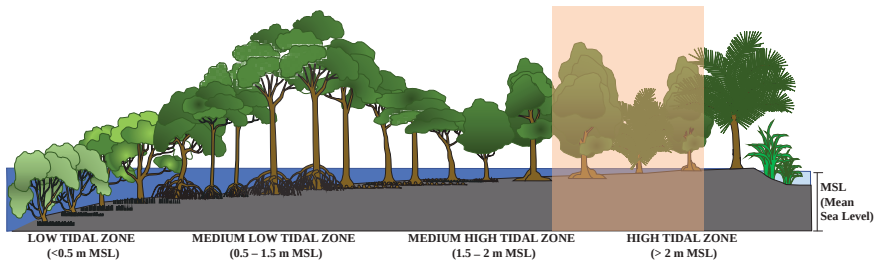
Xylocarpus granatum Koen.

Nama Lokal: Nyirih putih, Nyirih (Bhs)



Tumbuh di sepanjang pinggiran sungai pasang surut, pinggir daratan dari mangrove, dan lingkungan payau lainnya yang tidak terlalu asin. Seringkali tumbuh mengelompok dalam jumlah besar.

Kulit kayu berwarna coklat muda-kekuningan, tipis dan mengelupas seperti pohon jambu. Memiliki akar papan yang melebar ke samping, meliuk-liuk dan membentuk celahan-celahan. Pohon dapat mencapai ketinggian 10-20 m.





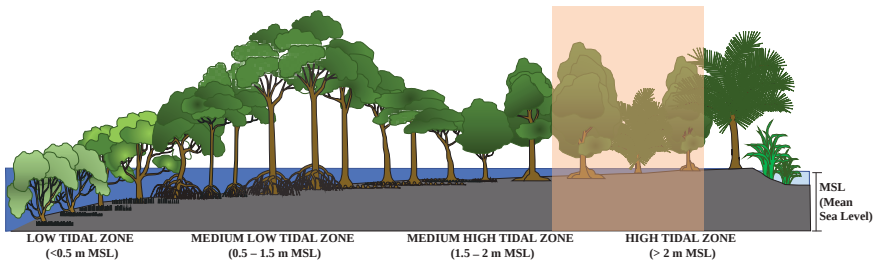
Akar dibagian pangkal pohon berbentuk papan yang melebar ke samping, tipis dan meliuk-liuk. Akar papan yang tipis dan meliuk-liuk terlihat menyebar di sekitar pohon.



Susunan daun berpasangan, umumnya terdapat 2 pasang per tangkai, majemuk dan berlawanan, namun terkadang dijumpai hanya 1 pasang per tangkai. Daun agak tebal berbentuk *elips* seperti telur terbalik dengan ujung membundar. Permukaan daun bagian atas halus dan berwarna hijau tua, sedangkan permukaan bagian bawah berwarna lebih muda/pias.



Bunga bergerombol acak, tandan bunga cukup panjang yang muncul di ketiak tangkai daun. Kelopak Bunga berwarna kuning muda, berjumlah 4 lembar dengan benang sari berwarna krem.

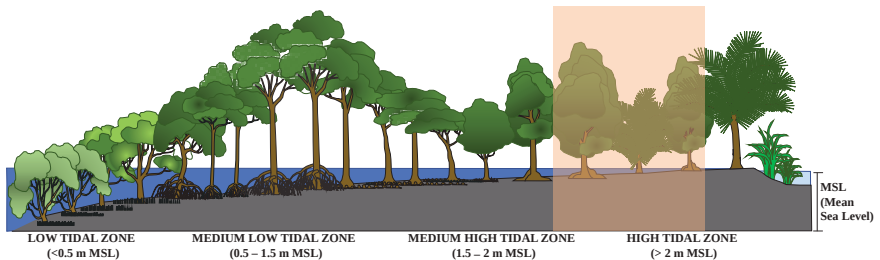




Bunga muda yang belum mekar, bergerombol acak, tandan bunga cukup panjang yang muncul di ketiak tangkai daun.



Buah berbentuk bulat seperti bola atau jambu Bangkok dengan ukuran yang cukup besar, beratnya bisa lebih dari 1 kg untuk buah dengan ukuran yang besar. Kulit buah berwarna hijau kecoklatan, permukaan kulit buah kasar terutama pada bagian yang berwarna coklat. Buahnya bergelantungan pada dahan. Di dalam buah terdapat 6-16 keping buah dengan ukuran yang cukup besar, keras/berkayu dan berbentuk tetrahedral. Susunan keping buah di dalam buah tidak sama dan membentuk seperti permainan puzzle, sehingga sering dikenal sebagai *puzzle fruit*.

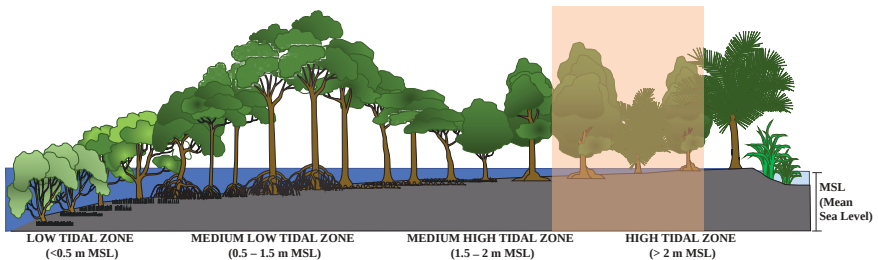




Buah *Xylocarpus granatum* yang dibelah dan terlihat susunan biji yang berukuran cukup besar membentuk sebuah susunan puzzle.



Anakan *Xylocarpus granatum* dengan biji yang masih terlihat pada bagian pangkal.



MELIACEAE

Xylocarpus moluccensis (Lamk) M. Roem.

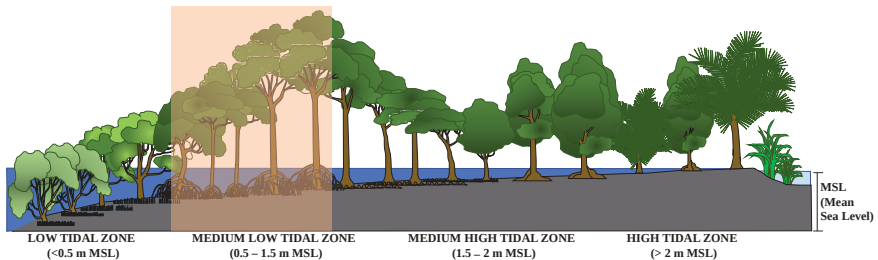
Nama Lokal: Nyirih putih, Nyirih (Bhs)



Merupakan salah satu jenis mangrove sejati yang biasanya ditemukan di hutan mangrove yang terkena pasang surut atau di sepanjang pantai pasang surut. Umumnya tumbuh di daerah yang lebih asin dibanding *X. granatum*, seperti di pinggiran sungai pasang surut, di dalam hutan mangrove yang sering terkena pasang surut, atau di sepanjang pantai. Tinggi pohon biasanya lebih rendah dari *X. granatum*.



Pohon ramping dengan ketinggian hingga 20 m. Akar nafas muncul dari permukaan substrat menyerupai segitiga/ cawan yang mengerucut.





Daun berwarna hijau segar, cenderung lebih muda dari *X. granatum* dengan permukaan yang halus baik permukaan atas maupun bawah. Daun bagian bawah berwarna hijau pucat.

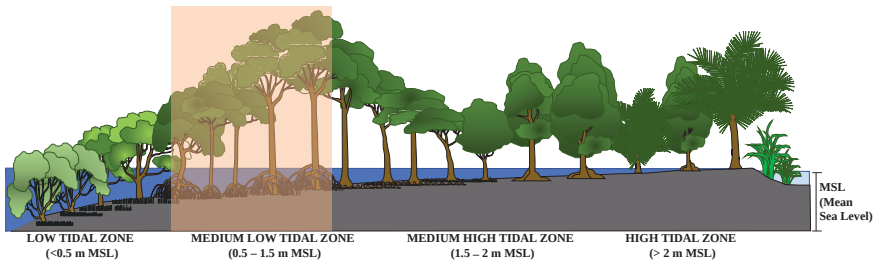
Ukuran daun lebih kecil dan lebih tipis dari *X. granatum*. Daun berbentuk elips atau bulat telur terbalik dengan ujung meruncing dan agak tebal. Susunan daun berpasangan, umumnya 2 -3 pasang pertangkai dan ada pula yang menyendiri. Unit daun majemuk dengan letak berlawanan. Ukuran daun lebih besar dari *Xylocarpus muloccensis*.



Pada bulan-bulan tertentu daun *Xylocarpus muloccensis* berubah warna menjadi kuning muda atau kuning kecoklatan hingga kemerahan dan akhirnya gugur. Setelah daun gugur, akan tumbuh daun muda dengan warna hijau segar.



Permukaan kulit kayu pada batang utama memiliki guratan-guratan yang cukup dalam sehingga cenderung terlihat seperti pecah-pecah, sedangkan pada pohon muda, kulit kayu cenderung halus.





Formasi dan warna bunga sangat mirip dengan *X. granatum*. Bunga kecil-kecil berwarna putih-kekuningan yang bergerombol secara acak. Mahkota bunga berwarna kuning muda atau putih kekuningan, berbentuk lonjong dengan bagian tepi membundar, berjumlah 4 lembar dengan benang sari berwarna putih tulang atau krem. Kelopak bunga terdiri dari 4 cuping dengan warna hijau kekuningan. Tandan bunga muncul di ketiak tangkai daun.

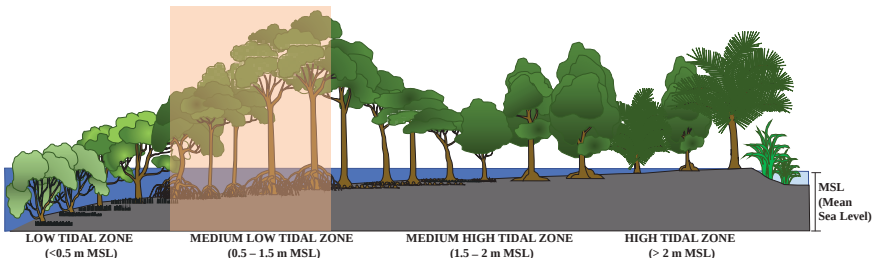


Akar dibagian pangkal pohon berbentuk papan namun tidak melebar seperti *X. granatum*, terkadang tidak terlihat adanya akar papan, sedangkan akar nafas yang keluar dari bawah tanah bergerombol dan cenderung terlihat seperti segitiga/cawan yang mengerucut.

Anakan *X. moluccensis* dengan bijinya yang masih terlihat mencuat diatas permukaan substrat.



Buah berbentuk bulat seperti bola tenis atau buah jambu biji, permukaan kulit halus dan berwarna hijau. Di dalam buah terdapat 4-10 keping buah berbentuk *tetrahedral*. Susunan biji di dalam buah tidak teratur namun dapat disusun kembali menjadi bentuk semula, oleh karena itu buah dari genus *Xylocarpus* sering disebut sebagai *puzzle fruit*. Ukuran buah cukup besar dengan diameter antara 8-15 cm



RHIZOPHORACEAE

Bruguiera gymnorhiza (L.) Lamk.

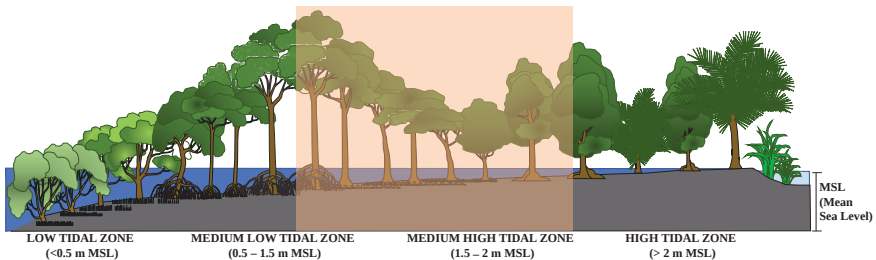
Nama Lokal: Lindur, Tanjung (Bhs)



Biasanya ditemukan dominan pada hutan mangrove yang memiliki elevasi tinggi, dimana kondisi salinitas sudah rendah karena pengaruh pasang surut sudah kecil dan substratnya cenderung keras dan kering. Terkadang ditemukan di pinggir sungai yang airnya sudah cenderung tawar, hal ini kemungkinan karena buahnya terbawa oleh arus air pada saat pasang. Pohon umumnya tumbuh menjulang tinggi bisa mencapai 20 m lebih. Kulitnya berwarna abu-abu tua hingga kecoklatan.



Akarnya seperti papan yang melebar dibagian pangkal pohon. Selain itu, akar yang menjalar di bawah tanah kemudian muncul ke permukaan dengan bentuk seperti lutut (*knee-roots*). Beberapa variasi akar papan yang melebar dibagian pangkal pohon *Bruguiera gymnorhiza* dan akar lutut yang muncul dari permukaan tanah.

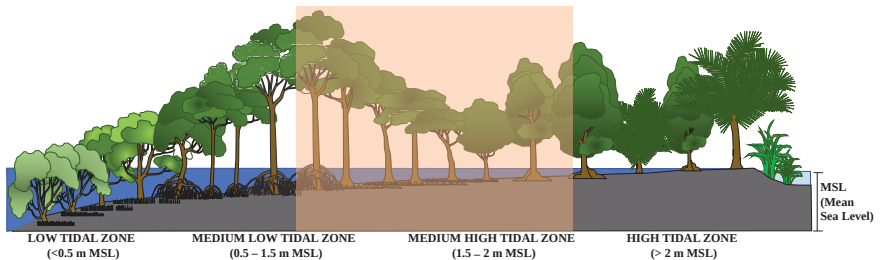




Formasi bunga soliter, terletak di ketiak daun dan menggelayang. Jumlah mahkota 10-14 buah dan berwarna putih, jika sudah tua akan berubah menjadi coklat. Kelopak bunga berjumlah 10-14 buah, berwarna merah muda hingga merah.



Buah berbentuk bundar melintang dengan Panjang 2 – 2,5 cm. Hipokotil berwarna hijau tua, lurus dan tumpul pada bagian ujungnya dengan panjang sekitar 12-30 cm.





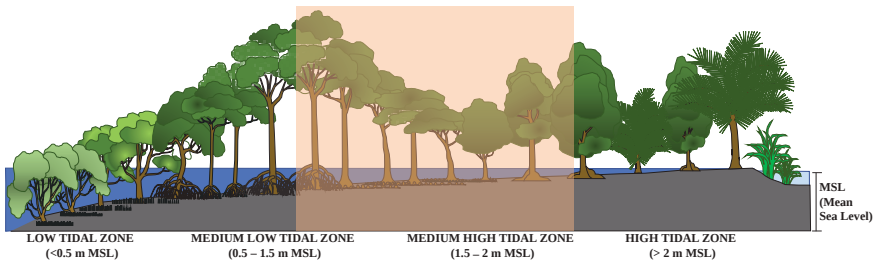
Permukaan kulit kayu pada batang utama pohon dewasa memiliki guratan-guratan longitudinal dan horizontal yang cukup dalam dan acak sehingga cenderung terlihat seperti pecah-pecah, bahkan pada pohon yang sudah sangat tua kulitnya cenderung seperti hendak terkelupas. Kulit kayu berwarna abu-abu tua kehitaman dan banyak terdapat bercak-bercak putih.



Beberapa variasi akar papan yang melebar dibagian pangkal pohon *Bruguiera gymnorhiza* (atas) dan akar lutut yang muncul dari permukaan tanah.



Semai atau seedling dari *Bruguiera gymnorhiza* yang tumbuh dengan subur tidak jauh dari indukannya.



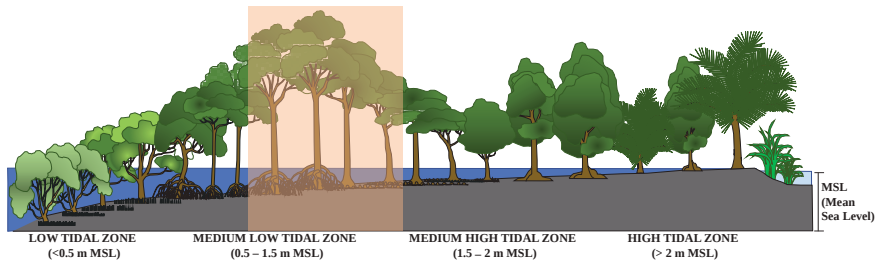
RHIZOPHORACEAE

***Bruguiera parviflora* (Roxb.) W. & A. ex Griff.**

Nama Lokal: Mangi-mangi daun halus (Kamoro)



Masyarakat pesisir Papua, khususnya suku Kamoro menggunakan kayu pohon ini untuk membuat pasak/tiang rumah karena karakter kayunya yang keras dan lurus. Tinggi pohon dapat mencapai 20 m. Kulit kayu berwarna abu-abu hingga kecoklatan. Umumnya ditemukan mengelompok di bagian yang tidak sering tergenang dengan substrat yang agak kering.



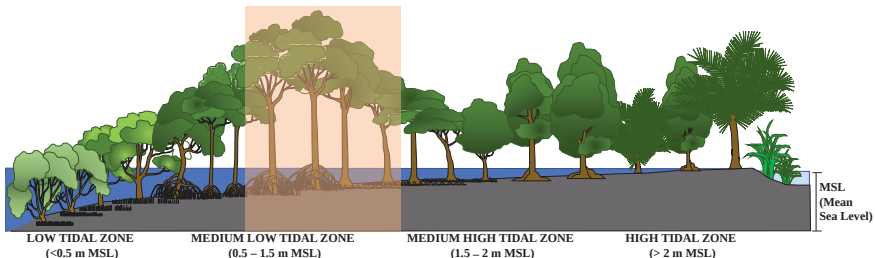


Akarnya sangat mirip dengan *B. gymnorrhiza*, dimana pada bagian pangkal pohon berbentuk seperti papan yang melebar sedangkan akar yang menjalar di bawah tanah kemudian muncul ke permukaan dengan bentuk seperti lutut (*knee-roots*). Ukuran batang lebih kecil, ramping dan kuat dibandingkan *B. gymnorrhiza*.

Permukaan kulit kayu pada batang utama pohon dewasa memiliki guratan-guratan longitudinal dan horizontal yang tipis, tidak sedalam *B. gymnorrhiza*. Kulit kayu berwarna abu-abu tua kehitaman dan banyak terdapat bercak-bercak putih.



Bunganya kecil dan mengelompok, terdiri dari sekitar 3-10 bunga dalam satu tangkai. menempel pada tangkai daun (*apex*) dan terdapat dua bunga dalam satu tangkai bunga. Mahkota bunga berwarna putih, kelopakannya berwarna kuning kehijauan berjumlah 8 buah.

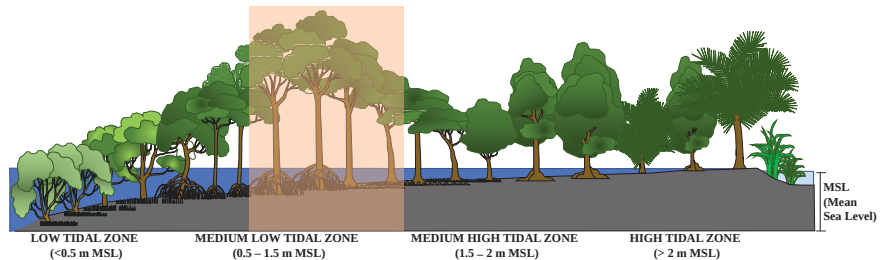




Bentuk bunga *B. parviflora* yang sudah mekar dan yang belum mekar dalam satu tangkai bunga. Mahkota bunga dan kelopak bunga terlihat dengan jelas pada bunga yang sudah mekar.



Perbandingan daun *B. gymnorhiza* (atas) dan *B. parviflora* (bawah). Panjang daun berkisar antara 5 – 10 cm, ukuran daunnya tergolong kecil sehingga masyarakat Suku Kamoro di pesisir Kabupaten Mimika sering menyebutnya *mangi-mangi daun halus*.

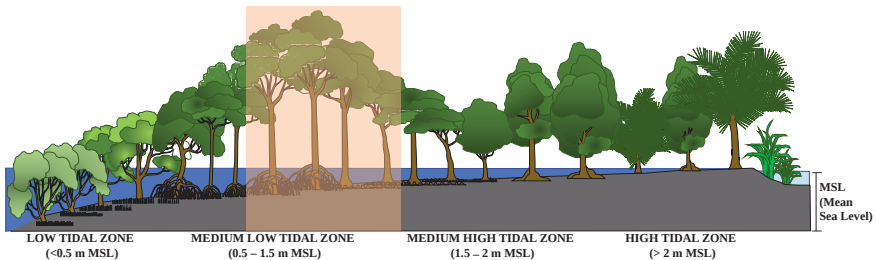


Buah melingkar *spiral*, ukurannya cukup kecil dengan panjang sekitar 2 cm. Hipokotil berbentuk silindris, bagian permukaan halus, berwarna hijau kekuningan. Panjang hipokotil antara 8-15 cm dengan diameter antara 0,5-1 cm.



Perbandingan ukuran bunga, buah muda dan buah *B. parviflora* dengan hipokotil yang sudah besar.

Anakan *B. parviflora* biasanya akan ditemukan dalam jumlah banyak dibawah pohon dewasa. Persebaran hipokotil sangat dipengaruhi oleh arus pasang surut yang akan membawa hipokotil ke tempat yang lebih luas.



RHIZOPHORACEAE

Bruguiera sexangula (Lour.) Poir.

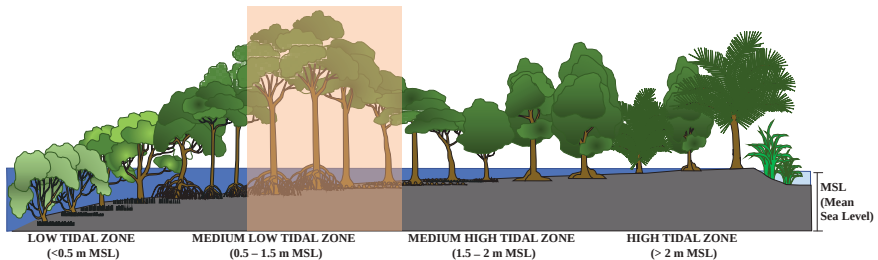
Nama Lokal: Lindur, Tanjung (Kamoro)



Bentuk pohon mirip sekali dengan pohon *Bruguiera gymnorrhiza*. Umumnya tumbuh bisa mencapai 20 m lebih. Kulitnya berwarna abu-abu tua hingga kecoklatan. Mempunyai kulit yang kasar dan memiliki sejumlah lentisel berukuran besar. Pangkal batang melebar membentuk seperti akar papan.

Biasanya tumbuh disepanjang jalur air pada berbagai jenis substrat dimana kondisi salinitas sudah rendah karena pengaruh penggenangan pasang surut sudah tidak terlalu sering terjadi. Lebih toleran terhadap tingkat salinitas, baik asin, payau maupun tawar dibandingkan *B. gymnorrhiza*.

Akarnya seperti papan yang melebar dibagian pangkal pohon. Selain itu, akar yang menjalar di bawah tanah kemudian muncul ke permukaan dengan bentuk seperti lutut (*knee-roots*).



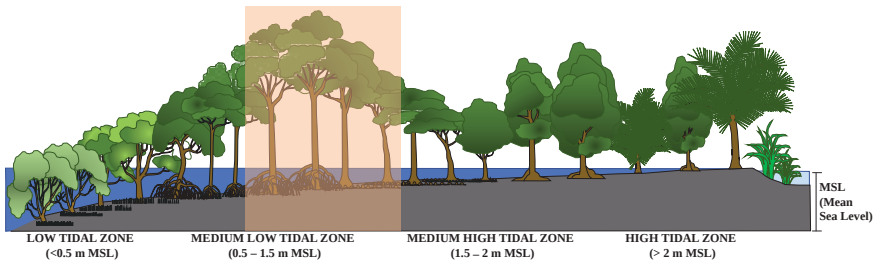


Penampakan batang pohon dan perakaran hampir sama dengan *Bruguiera gymnorhiza*. Kulit kayu berwarna abu-abu tua hingga kecoklatan, kasar, memiliki sejumlah lentisel berukuran besar dan bagian pangkal batang melebar seperti akar papan dan akar yang menjalar di bawah tanah kemudian muncul ke permukaan dengan bentuk seperti lutut (*knee-roots*).

Daun berwarna hijau tua mengkilat pada lapisan atas dan hijau kekuningan pada bagian bawahnya, terdapat bercak-bercak hitam (hampir sama dengan daun *B. gymnorhiza*) sehingga susah untuk dibedakan. Daun berbentuk elips sampai elips-lanset dengan bagian ujung meruncing. Unit daun sederhana dengan letak berlawanan.

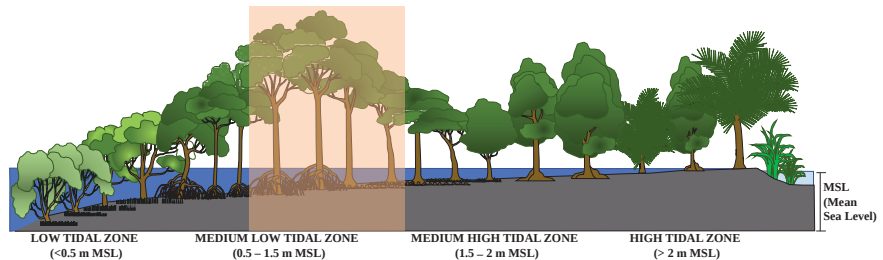


Formasi bunga *soliter*, terletak di ketiak daun dan menggantung. Jumlah daun mahkota 10-11 buah dan berwarna putih, jika sudah tua akan berubah menjadi coklat. Kelopak bunga berjumlah 10-12 buah, berwarna kuning kehijauan, terkadang kemerahan atau kecoklatan.





Buah berbentuk bundar melintang. Hipokotil berwarna hijau tua, kedua ujungnya mengecil sehingga terlihat bagian tengahnya agak gemuk. Ujung hipokotil bagian bawah akan berubah menjadi kecoklatan pada saat semakin tua. Panjang hipokotil lebih pendek dari *B. gymnorrhiza*, sekitar 6-12 cm.



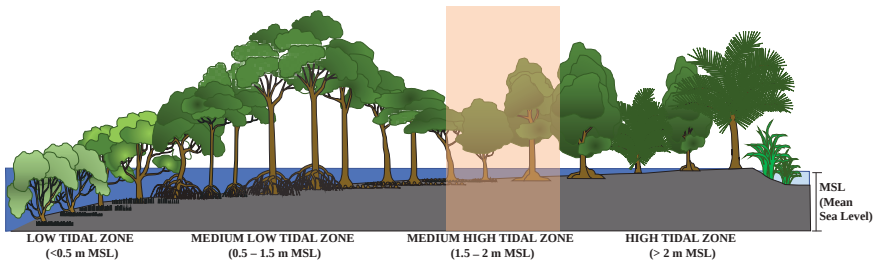
RHIZOPHORACEAE

Ceriops decandra (Griff.) Ding Hou.

Nama Lokal: Tingi, Bido-bido (Bhs)



Pohon atau semak kecil, namun bisa tumbuh lebih dari 10 meter. Tumbuh tersebar di sepanjang kawasan mangrove, namun lebih sering dijumpai di kawasan mangrove bagian tengah dimana pengaruh pasang surut masih cukup besar dengan tipe substart berupa pasir atau lumpur. Biasanya membentuk belukar yang cukup rapat, di sekitar area mangrove Kabupaten Mimika, jarang dijumpai *C. decandra* tumbuh berdampingan dengan *C. tagal* meskipun di beberapa literatur menyatakan biasanya mereka hidup berdampingan.

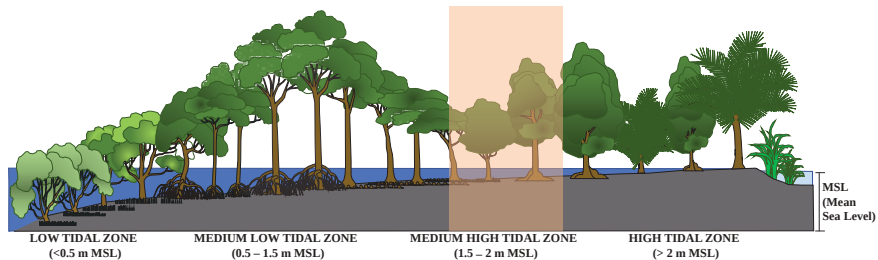




Daun berwarna hijau mengkilat, elips – bulat memanjang dengan ujung membundar, letaknya sederhana dan berlawanan.

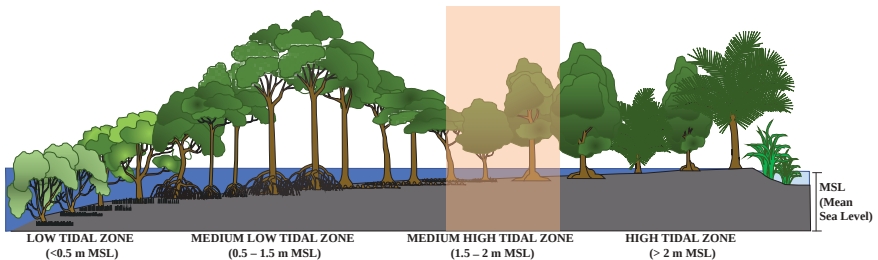


Kulit kayu halus berwarna coklat hingga abu-abu, sering dijumpai banyak warna putih-putih seperti jamur dipermukaan kulit kayu. Bagian pangkal pohon biasanya menggelembung/melebar (*buttress*). Terkadang terlihat ada seperti akar nafas yang keluar di pangkal pohon yang tumbuh dipinggir aliran sungai.





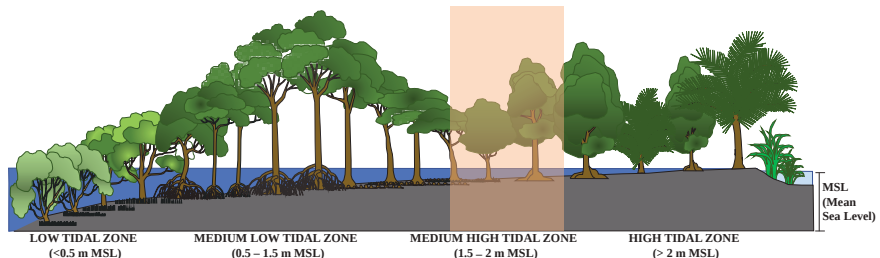
Bunga mengelompok, terdiri dari 2-4 bunga per kelompok, menempel di ketiak daun dengan gagang yang pendek. Daun mahkota berjumlah 5 buah, berwarna putih dan kemudian berubah menjadi coklat Ketika sudah tua, sedangkan kelopaknya berwarna hijau, jumlahnya 5 buah.



Hipokotil berwarna hijau hingga coklat, berbentuk silinder, bagian ujungnya berwarna coklat kemerahan pada saat sudah tua. Kulit hipokotil halus, berbintil-bintil, ujungnya menggelembung. Leher kotilodon akan menjadi kuning pada saat sudah matang/dewasa. Ukuran panjangnya antara 4 – 25 cm.



Semai *C. decandra* biasanya ditemukan dalam jumlah banyak disekitar tanaman induknya. Persebaran hipokotil sangat tergantung dengan pasang surut yang membawanya ke tempat lain.



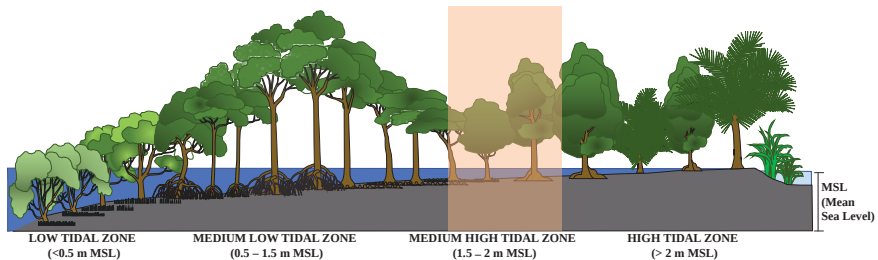
RHIZOPHORACEAE

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

Nama Lokal: Tingi, Bido-bido (Bhs)



Pohon berbentuk semak atau pohon kecil, namun bisa tumbuh lebih dari 10 meter. Kulit kayu halus berwarna abu-abu tua, kadang-kadang coklat dan bagian pangkal biasanya menggelembung sama seperti *C. decandra*. Sering ditemukan adanya akar tunjang yang berukuran kecil. Tumbuh di area dengan tingkat elevasi yang cukup tinggi dengan tipe substrat berupa tanah liat, dimana genangan air pasang terjadi tidak lama, tergenang hanya pada saat air pasang tinggi. Membentuk belukar yang cukup rapat dan biasanya tumbuh berdampingan dengan *C. decandra*. Foto diambil oleh Aditya Sukma Bahari di Kepulauan Ayau, Kabupaten Raja Ampat, Papua Barat.



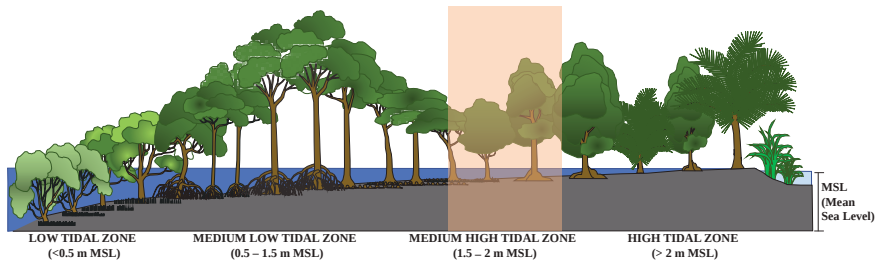


Bunga mengelompok pada bagian ujung tandan, gagang bunga kuncup di ketiak daun. Mahkota berwarna putih dan kemudian berubah menjadi coklat, sedangkan kelopaknya berwarna hijau dengan jumlah 5 buah.

Daun berwarna hijau mengkilat, bagian pinggir daun biasanya seperti terlipat kedalam/kebagian bawah daun. Bentuk daun bulat telur terbalik, terkadang *elips* dengan ujung membundar. Daun sederhana dan berlawanan.



Buah berbentuk silinder dengan panjang sekitar 1-2 cm, dengan tabung kelopak yang melengkung. Hipokotil berwarna hijau tua dan bagian ujungnya berwarna kemerahan pada saat sudah tua. Kulit hipokotil halus, berbintil-bintil. Dan agak menggelembung. Leher kotiledon akan menjadi kuning pada saat sudah matang/dewasa. Ukuran panjangnya antara 4 – 25 cm.



RHIZOPHORACEAE

Rhizophora apiculata Bl.

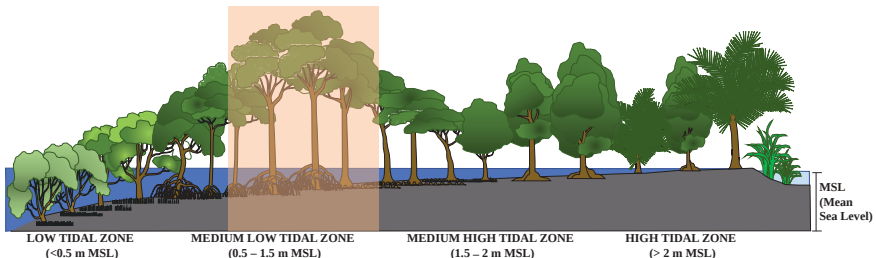
Nama Lokal: Bakau, Bakau Merah (Bhs), Mangi-mangi (Kamoro)



Masyarakat Papua mengenalnya dengan sebutan mangi-mangi atau bakau untuk semua jenis Rhizophora. Pohon *R. apiculata* bisa tumbuh hingga mencapai 15 m. Memiliki akar nafas berbentuk akar tunjang (*stilt-roots*) yang keluar dari batang menjulur kebawah. Daun berbentuk elips dengan bagian ujung yang meruncing, daun penumpu (*stipula*) yang menutupi daun muda yang belum terbuka umumnya berwarna kemerahan. Distribusinya berada pada zona pasang surut sedang.



Memiliki akar nafas berbentuk akar tunjang (*stilt-roots*) yang keluar dari batang menjulur kebawah.





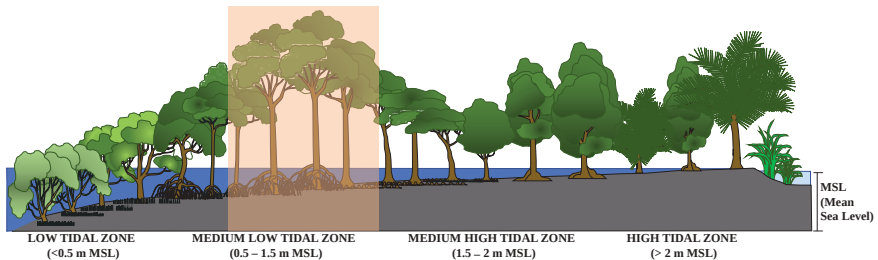
Daun berbentuk elips dengan bagian ujung yang meruncing, daun penumpu (*stipula*) yang menutupi daun muda yang belum terbuka umumnya berwarna kemerahan.



Tangkai bunga pendek, dengan panjang sekitar 1,4 cm. Bunganya menempel pada tangkai daun (*apex*) dan terdapat dua bunga dalam satu tangkai. Mahkota bunga berwarna putih, kelopaknya berwarna kuning kehijauan berjumlah 4 buah.



Buah berbentuk seperti buah pir berwarna coklat dan bagian permukaannya kasar. Hipokotil berbentuk silindris, bagian permukaan berbintil-bintil, berwarna hijau dibagian atas dan kecoklatan pada bagian bawah. Leher kotiledon biasanya berwarna merah pada saat sudah matang. Panjang hipokotil antara 15-35 cm. Setiap tangkai hanya terdiri dari dua buah saja.



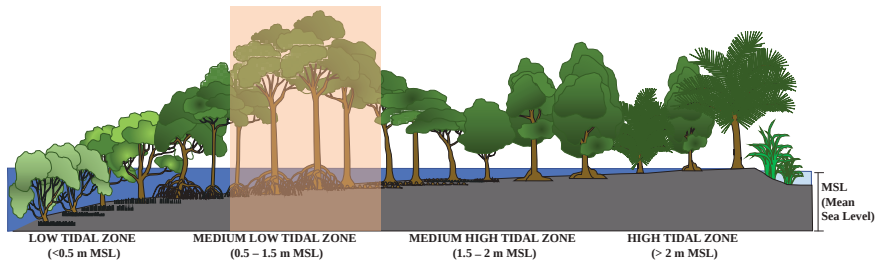


Kulit kayu pada batang utama kasar dan pecah-pecah, berwarna coklat ke abu-abuan.



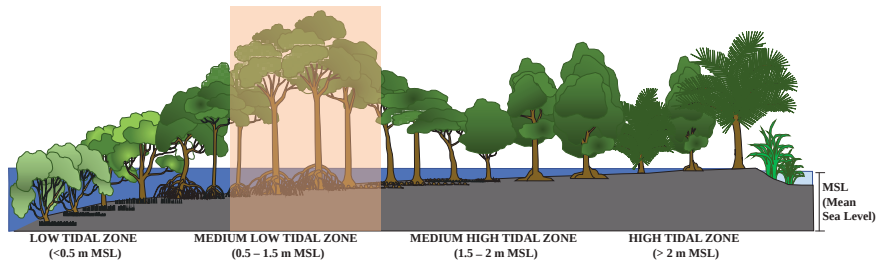
Buah berbentuk seperti buah pir berwarna coklat dan bagian permukaannya kasar. Hipokotil berbentuk silindris, bagian permukaan berbintil-bintil, berwarna hijau dibagian atas dan kecoklatan pada bagian bawah. Leher kotiledon biasanya berwarna merah pada saat sudah matang. Panjang hipokotil antara 15-35 cm.

Kotiledon yang sudah berubah menjadi kemerahan menunjukkan propagul sudah matang dan akan jatuh untuk kemudian berkembang menjadi pohon muda





Sebagian besar propagul jatuh dan tumbuh tidak jauh dari induknya. Persebaran propagul juga sangat dipengaruhi oleh pasang surut yang membawa propagul tersebar lebih jauh.



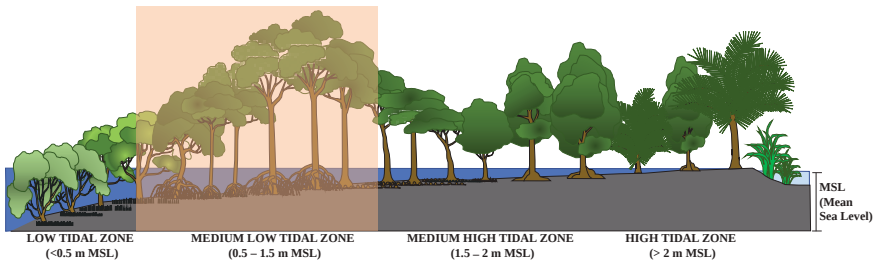
RHIZOPHORACEAE

Rhizophora mucronata Lamk.

Nama Lokal: Bakau (Bhs), Mangi-mangi (Kamoro)



Pohonnya mampu tumbuh hingga mencapai 30 m. Kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan terdapat celah horizontal. Distribusinya berada pada zona pasang surut sedang, biasanya ditemukan bersama-sama dengan *R. apiculata*. Merupakan jenis mangrove yang memiliki persebaran paling luas. Batang pohon *Rhizophora* yang sudah tumbang biasanya dijadikan tempat hidup tambelo (*Bactronophorus* sp.). Tambelo adalah sejenis moluska yang hidup di batang bakau yang tumbang, namun lebih banyak ditemukan di batang pohon *Rhizophora* dan sampai saat ini belum ada penelitian terkait hal tersebut.

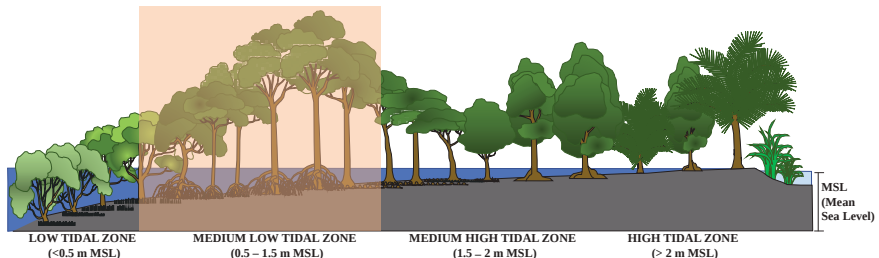




Daun berwarna hijau, berbentuk *elips* melebar dengan bagian ujung meruncing, bagian bawah berwarna kekuningan dan banyak terdapat titik-titik berwarna hitam. Ukuran daun biasanya lebih besar dari *R. apiculata*. Daun penumpu (*stipula*) yang menutupi daun muda yang belum terbuka umumnya berwarna hijau kekuningan. Gagang daun berwarna hijau dengan panjang sekitar 2 -5 cm, letak daun sederhana dan berlawanan



Kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan terdapat celah horizontal. Kulit kayu pohon dewasa biasanya banyak terdapat bercak putih dan ditumbuhi lumut, sehingga seperti perpaduan antara hitam, putih dan hijau. Akar berupa akar tunjang yang keluar dari batang, sangat kuat dan saling menyilang.

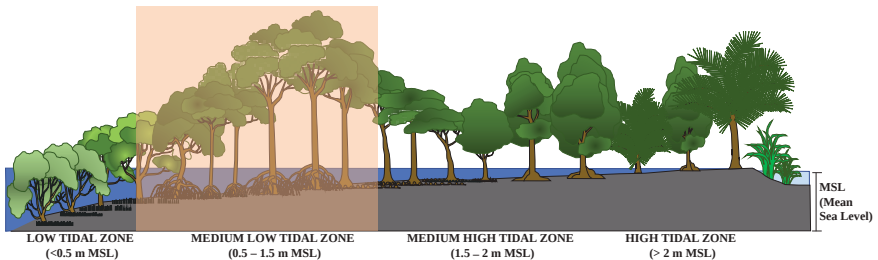




Tangkai bunga panjang seperti cagak, dengan jumlah 4-8 bunga per kelompok. Mahkota bunga berwarna putih dan berambut sebanyak 4 buah, kelopaknya berwarna kuning kehijauan berjumlah 4 buah.



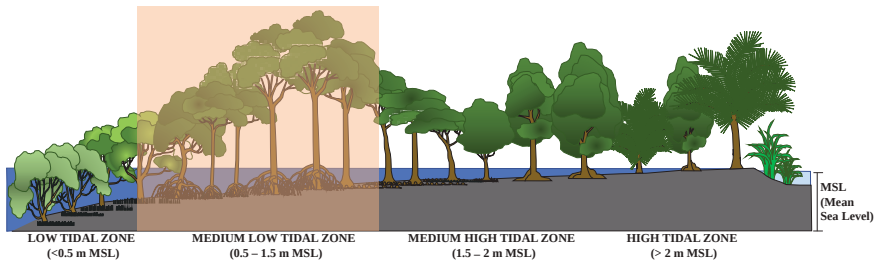
Buah berwarna coklat dengan bentuk menyerupai buah pir, bagian bawah telah muncul propagul yang masih sangat muda.





Buah berbentuk seperti buah pir berwarna coklat dan bagian permukaannya kasar. Hipokotil berbentuk silindris, bagian permukaan berbintil-bintil, berwarna hijau dibagian atas dan kekuningan hingga kecoklatan pada bagian bawah. Leher kotilodon biasanya berwarna kuning pada saat sudah matang. Panjang hipokotil antara 36-70 cm. Ukuran buah dan hipokotil lebih besar dari *R. apiculata*.

Anakan *Rhizophora mucronata* biasanya tidak jauh dari pohon induknya, namun tidak sedikit juga yang terbawa oleh arus pasang dan kemudian tersebar di tempat lain.



SONNERATIAACEAE

Sonneratia alba J.E. Smith

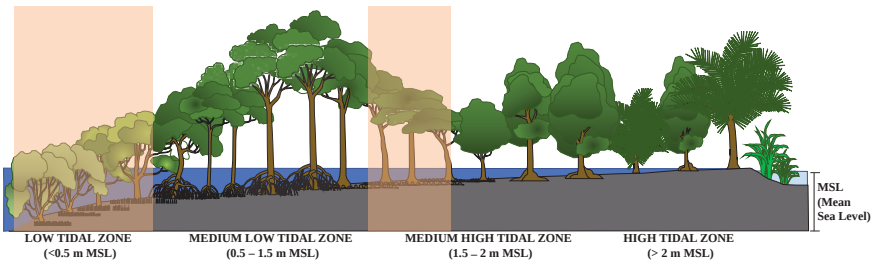
Nama Lokal: Pidada putih, Perepat (Bhs)



Sonneratia alba (pidada putih) termasuk jenis mangrove pionir, biasanya ditemukan tumbuh berhadapan dengan laut namun dibagian yang terlindung dari ombak secara langsung. Substrat yang disukai adalah campuran lumpur dan pasir, tidak tahan penggenangan oleh air tawar dalam jangka panjang. *Sonneratia alba* sangat mudah dijumpai di sepanjang pantai di Kabupaten Mimika, karena hampir mendominasi bagian depan kawasan mangrove yang berhadapan langsung dengan perairan terbuka.



Akar napas tebal, menjalar dibawah tanah dan muncul kepermukaan sebagai akar napas berupa kerucut-kerucut agak tebal dan tumpul. Tinggi akar napas mencapai 25 cm.





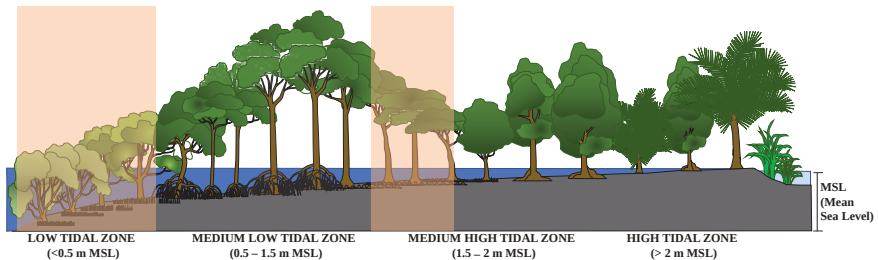
Tinggi pohon bisa mencapai 3-15 m, kulit batang berwarna krem hingga cokelat, dengan retak-retak halus mendatar. Pada kulit kayu batang utama pohon yang sudah tua, biasanya retakan pada kulit sudah sangat terlihat sehingga kulit kayu seakan-akan hendak terlepas.



Bunga berkelamin ganda dan bertangkai pendek-kukuh. Tabung kelopak seperti lonceng, dengan 6-7 kelopak sepanjang 2-2,5 cm yang berwarna hijau di sisi luar dan merah di dalam. Benang-benang sari berjumlah banyak, berwarna putih, dan mudah gugur. *Sonneratia alba* berbunga sepanjang tahun. Bunganya *nokturnal* dan diserbuki oleh ngengat, burung, serta kelelawar.



Daun terletak berhadapan, dengan warna hijau segar. Bentuk daun adalah bulat telur terbalik dengan bagian ujungnya membundar.





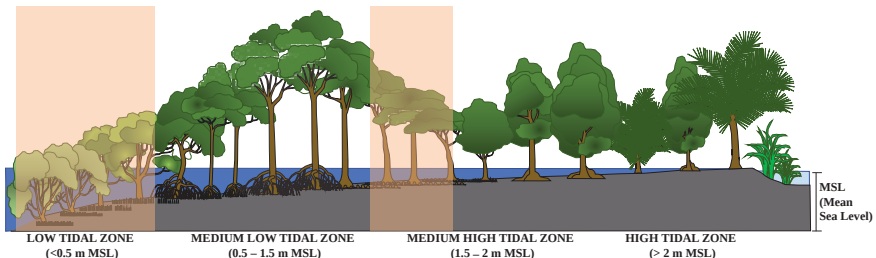
Perkembangan bunga *S. alba* dari bentuk bunga yang masih kuncup (kiri atas), kemudian mulai terbuka kelopak bunganya (kanan atas), benang sari berwarna putih dalam jumlah banyak dan mudah rontok (kiri bawah), setelah semua benang sari rontok, terlihat bakal buah dan dasar kelopak bunga bagian dalam berwarna merah.

Buah berbentuk bulat agak gepeng, berbiji banyak, dengan pangkal terlindung kelopak yang tidak rontok dan bermahkota bekas tangkai putik; taju kelopak umumnya tertekuk ke belakang, tetapi adakalanya mendatar menyamping.

Buahnya yang sudah matang, akan jatuh dan mengapung di air kemudian dipencarkan oleh arus dan pasang-surut air laut. Buah yang sudah matang dapat dimakan, rasanya asam. Terkadang buah *Sonneratia alba* juga dimakan oleh labi-labi ataupun kura-kura.



Semai *S. alba* yang tumbuh tidak jauh dari pohon induk, tumbuh diantara akar pinsil yang tersebar di sekitar pohon induknya.



SONNERATIACEAE

Sonneratia caseolaris (L.) Engl

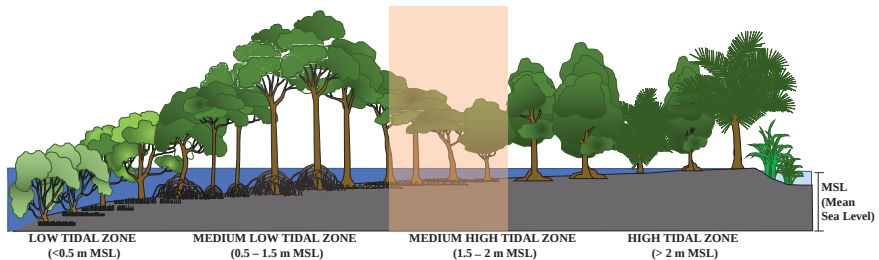
Nama Lokal: Pidada, Perepat (Bhs)



Pohonnya bisa tumbuh hingga mencapai 15 m. Berlawanan dengan saudaranya, *Sonneratia caesolaris* lebih menyukai daerah yang lebih tinggi, tanah lumpur yang dalam dengan pasokan air tawar yang lebih banyak. Biasanya dijumpai disepanjang sungai dimana masih ada pengaruh pasang surut dan kawasan yang didominasi oleh air tawar. Kayunya sering digunakan masyarakat lokal untuk bahan bakar karena mudah menyala.



Memiliki akar yang menjalar dibawah tanah, kemudian muncul kepermukaan menembus sedimen dasar sebagai akar nafas berbentuk seperti kerucut atau pensil tegak berdiri dengan jumlah yang sangat banyak dan kuat. Tinggi akar nafas bisa lebih dari 50 cm.

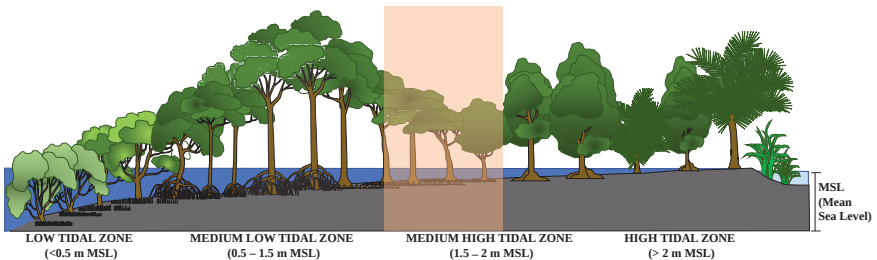




Daun berbentuk bulat memanjang, dengan bagian ujung cenderung meruncing. Letak daun berlawanan dan unit sederhana. Gagang/tangkai daun sangat pendek dan lebar, berwarna kemerahan.



Kulit kayu halus, berwarna coklat cerah hingga abu-abu. Pada pohon muda, terdapat garis horizontal yang tampak sangat jelas, membentuk seperti buku-buku dengan jarak yang tidak sama.





Bunga yang belum mekar berbentuk bulat telur. Ketika mekar, tabung kelopak bunga berbentuk seperti mangkok. Daun mahkota berwarna merah dan mudah rontok. Kelopak bunga berjumlah 6-8, bagian luar berwarna hijau sedangkan di bagian dalam berwarna putih kekuningan hingga kehijauan. Benang sari berjumlah banyak dan mudah rontok, bagian pangkal berwarna merah sedangkan ujungkan berwarna putih.

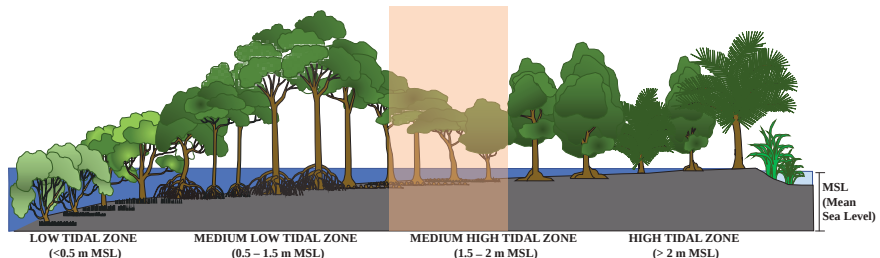
Buah berbentuk bulat seperti bola namun gepeng. Ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Ukuran buah dan biji didalamnya biasanya lebih besar dari *Sonneratia alba*.



Semai *Sonneratia caseolaris* yang tumbuh dengan baik di antara rerumputan di sekitar sungai.



Masyarakat lokal sering menggunakan kayu *Sonneratia* sebagai kayu bakar karena mudah menyala.



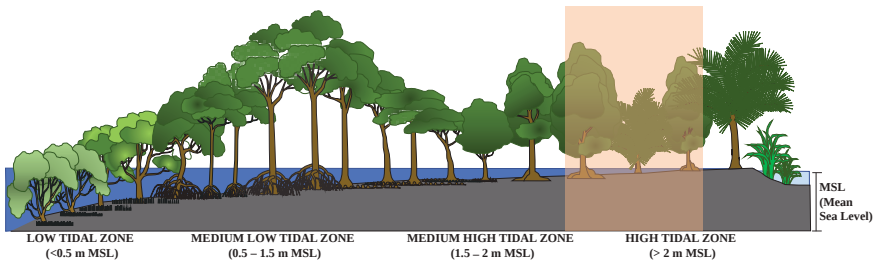
MALVACEAE

Heritiera littoralis Dryand.

Nama Lokal: Dungun laut (Bhs)



Berbentuk pohon dengan ketinggian lebih dari 20 m. kulit kayu berwarna abu-abu gelap, bercelah/seperti sayatan vertikal, kasar dan banyak spot-spot berwarna putih. Umumnya ditemukan di tepi daratan hutan mangrove, dan bisa juga ditemukan dibagian hutan mangrove yang berdekatan dengan hutan dataran rendah. Termasuk pohon yang tidak toleran terhadap salinitas yang tinggi.



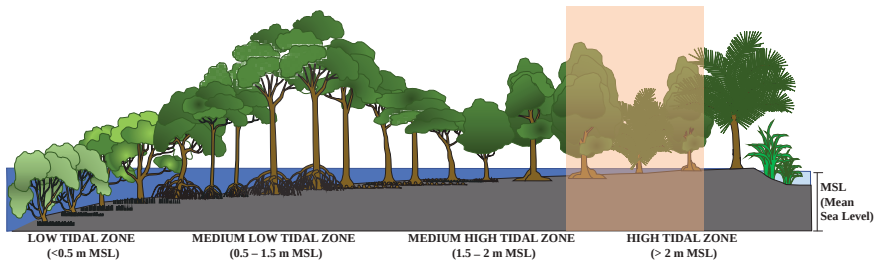


Kulit kayu berwarna abu-abu gelap, bercelah/ seperti sayatan vertikal, kasar dan banyak spot-spot berwarna putih.

Daun berwarna hijau tua dibagian atas dan putih keabu-abuan di bagian bawah. Bentuk daun bulat telur *elips* dengan ujung meruncing, kaku, berkelompok di ujung cabang. Kebanyakan daun berlubang dan rusak karena herbivori.

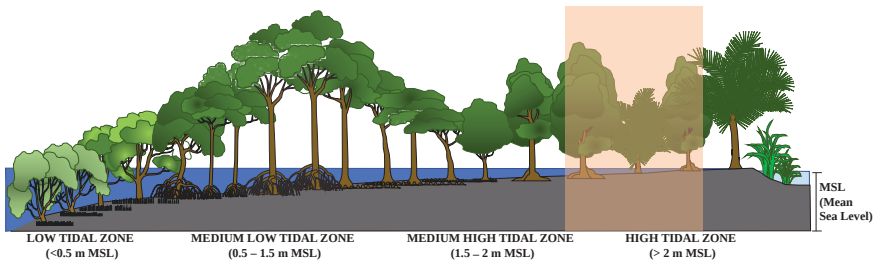


Bunga terletak diujung atau di ketiak daun dengan formasi bergerombol bebas. Satu pohon hanya memiliki bunga jantan atau betina terpisah. Bunga jantan jumlahnya lebih banyak dengan ukuran lebih kecil dibandingkan bunga betina. Mahkota bunga berwarna ungu dan coklat.





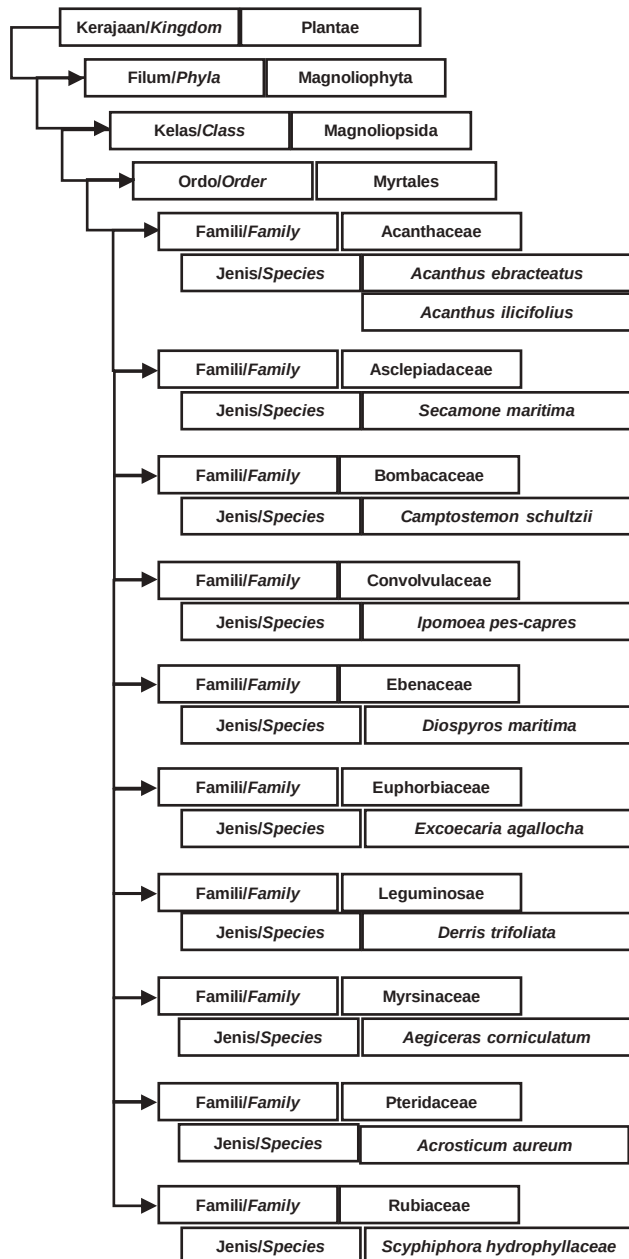
Buah berwarna hijau pada saat muda dan berubah menjadi coklat mengkilat pada saat tua, keras dan berkayu. Memiliki satu biji dan biasanya buah tergantung hingga masak/berwarna coklat.







KOMPOSISI MANGROVE MINOR DI MIMIKA



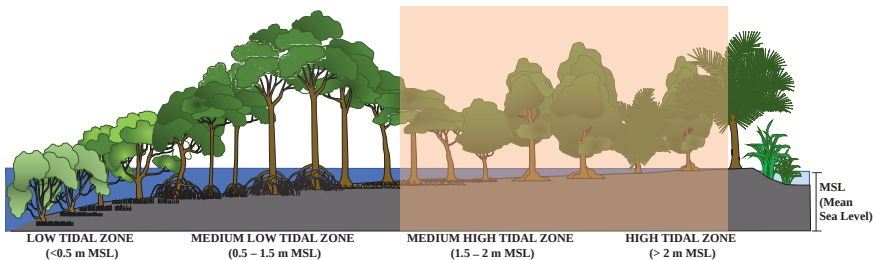
ACANTHACEAE

Acanthus ebracteatus Vahl.

Nama Lokal: Jeruju (Bhs)



Secara penampakan sangat mirip dengan *Acanthus ilicifolius*. Tumbuh terjurai di permukaan tanah, terkadang merambat dengan menempelkan batangnya dipohon lainnya. Mampu berkembang biak secara vegetatif, karena perakaran yang muncul dari batang yang menjalar di atas tanah sehingga membentuk bagian yang besar dan kuat. Tangkai/batang berduri di bagian pangkal/ketiak daun, permukaann halus dengan warna hijau cerah hingga keabu-abuan. Dikarenaka kemiripan yang susah dibedakan antara *Acanthus ebracteatus* dan *Acanthus ilicifolius*, kecenderungan untuk memperlakukan keduanya sebagai satu jenis sangat besar, dan juga sering membingungkan. Ditemukan di bagian pinggiran sungai yang airnya sudah cenderung tawar, dan sangat jarang ditemukan di kawasan yang bersalinitas tinggi.

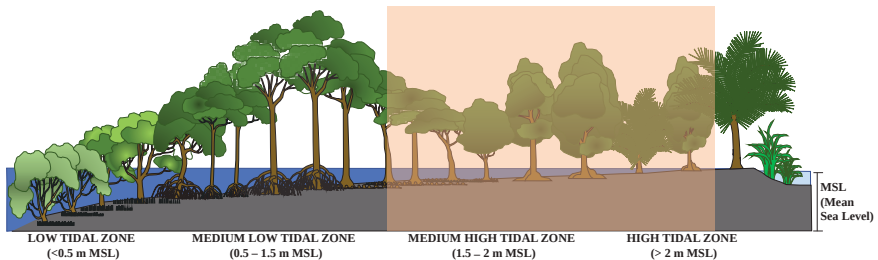


Tangkai/batang berduri di bagian pangkal/ketiak daun, permukaann halus dengan warna hijau cerah hingga keabu-abuan.



Variasi bentuk daun pada *A. ebracteatus* maupun *A. ilicifolius* yang terkadang rata, agak rata dan berduri di beberapa bagian, bergerigi/ zigzag kecil dan ramping serta bergerigi besar-besar seperti gergaji. Di bagian ujung daun semua variasi daun tersebut meruncing dan sering tumbuh duri tajam ditepian daun.

Tidak ada perakaran yang terlihat menonjol, perakaran normal seperti pada tanaman lainnya.

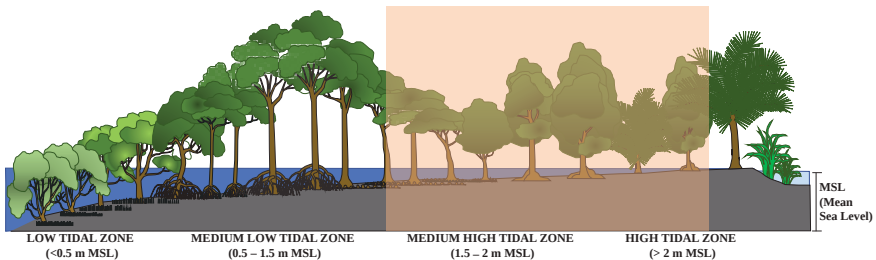




Tandan bunga terletak dibagian ujung, mahkota bunga umumnya berwarna putih. Umumnya panjang tandan bunga lebih panjang dibandingkan *Acanthus ilicifolius*.



Buah berbentuk bulat lonjong seperti buah melinjo. Warnanya hijau cerah waktu masih muda sedangkan kalau sudah tua hijau kecoklatan. Permukaan buah licin dan mengkilat dengan panjang sekitar 2,5-3 cm.



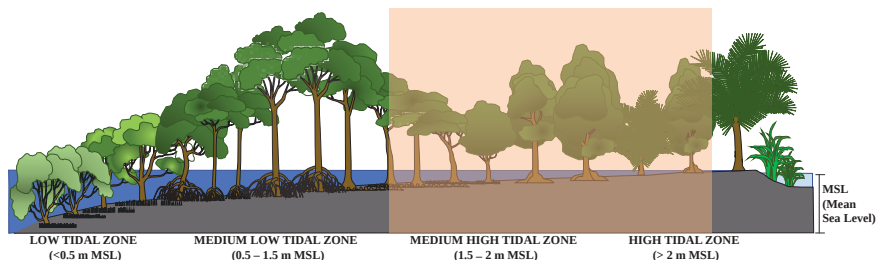
ACANTHACEAE

Acanthus ilicifolius L.

Nama Lokal: Jeruju (Bhs)



Merupakan tanaman berjenis herba, tumbuh terjurai di permukaan tanah, terkadang merambat dengan menempelkan batangnya di pohon lain. Mempunyai kemampuan berkembang biak secara vegetatif, karena perakaran yang muncul dari batang yang menjalar di atas tanah sehingga membentuk bagian yang besar dan kuat. Batang muda berwarna hijau tua, sedangkan batang yang sudah tua cenderung berwarna hijau kecoklatan sampai abu-abu. Ditemukan di bagian pinggiran sungai yang airnya sudah cenderung tawar, dan sangat jarang ditemukan di kawasan yang bersalinitas tinggi.

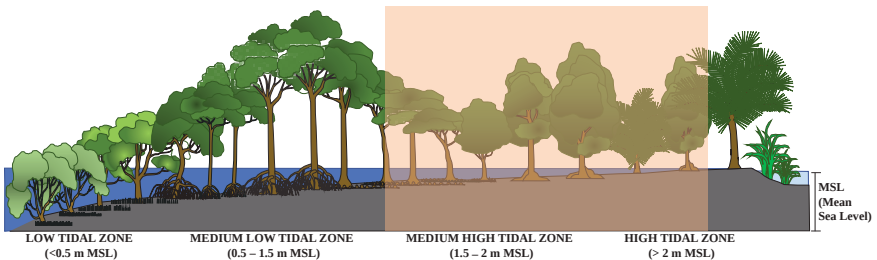




Daun mirip dengan *A. ebracteatus*, tangkai daun berduri di bagian pangkal/ketiak daun, permukaannya halus dengan warna hijau cerah. Tepi daun bervariasi, terkadang bergerigi/ zigzag besar-besar seperti gergaji atau terkadang agak rata. Ujung daun meruncing dan berduri tajam.



Batang sama dengan *A. ebracteatus*, batang muda berwarna hijau tua, sedangkan batang yang sudah tua cenderung berwarna hijau kecoklatan sampai abu-abu.





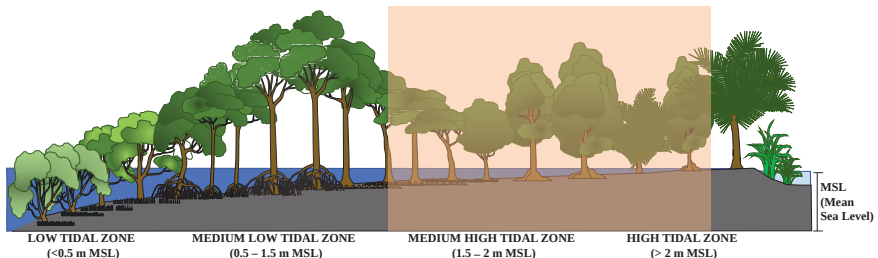
Tandan bunga terletak dibagian ujung, mahkota bunga berwarna biru muda hingga ungu, terkadang agak putih



Buah berbentuk bulat lonjong seperti buah melinjo. Warnanya hijau cerah waktu masih muda sedangkan kalau sudah tua hijau kecoklatan. Permukaan buah licin dan mengkilat dengan Panjang sekitar 2,5-3 cm.



Variasi daun *A. ebracteatus* dan *A. ilicifolius* dengan bentuk tepian halus, bergerigi kecil hingga yang bergerigi cukup besar. Variasi daun ini bisa terjadi dalam satu batang dan belum diketahui penyebabnya.



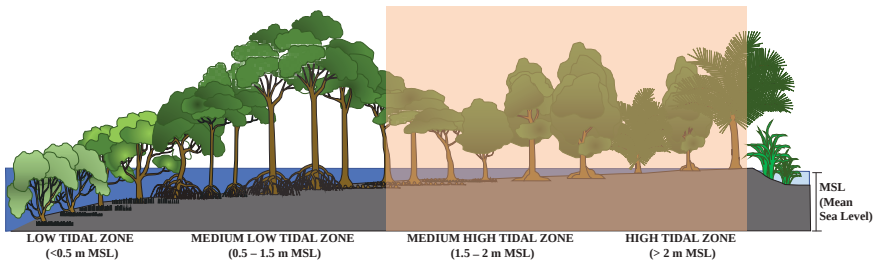
APOCYNACEAE

***Secamone maritima* (Blume) Backer ex K. Heyne**

Nama Lokal: Kambingan, Basang (Bhs)



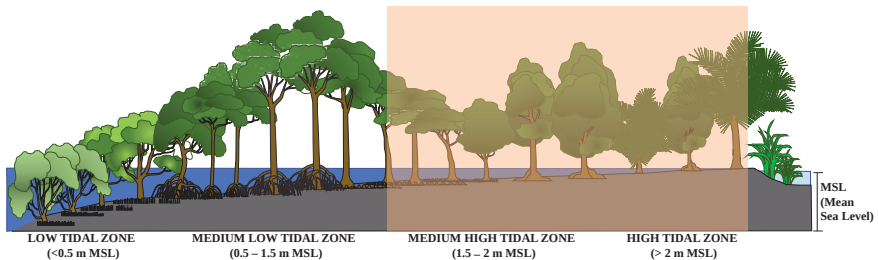
Merupakan tumbuhan merambat berkayu. Batang, daun dan buah mengandung getah berwarna putih. Dijumpai di kawasan mangrove yang terbuka, terkadang ditemukan lebih ke arah pantai dimana pengaruh pasang surut masih cukup besar.





Batang bagian bawah berwarna coklat tua hingga hitam, biasanya ada bagian kulit luar yang mengelupas berwarna coklat muda, sehingga terlihat sangat kontras seperti ada titik-titik coklat muda pada batang yang berwarna abu-abu tua hingga kehitaman.

Variasi bentuk daun pada *Secamone maritima*, elips hingga bulat telur terbalik dengan bagian ujung membuldar (atas) dan bentuk *elips* memanjang dengan bagian ujung meruncing (bawah).

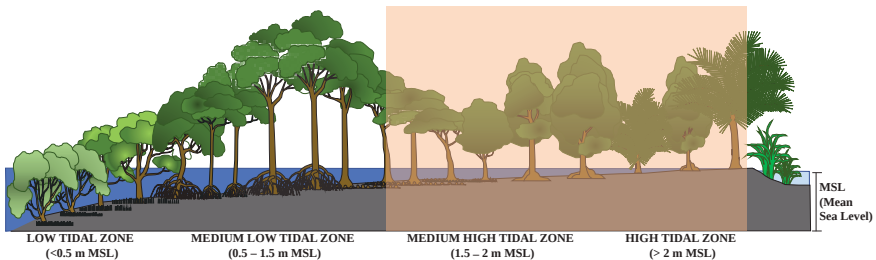




Bunga berwarna kuning keputihan hingga merah muda, berkelompok dalam tandan, biasanya muncul di bagian ujung. Daun mahkota berwarna kuning-kemerahan, berjumlah 5 lembar dengan bentuk *elips*.



Buah berbentuk seperti kapsul, berpasangan, berwarna hijau pada saat masih muda dan berubah menjadi coklat kemerahan pada saat sudah matang. Suku kamoro biasanya memakan biji yang ada dalam buah yang sudah matang (berwarna coklat kemerahan) dengan cara memakannya langsung, rasanya seperti biji bunga matahari/kacang.



MALVACEAE

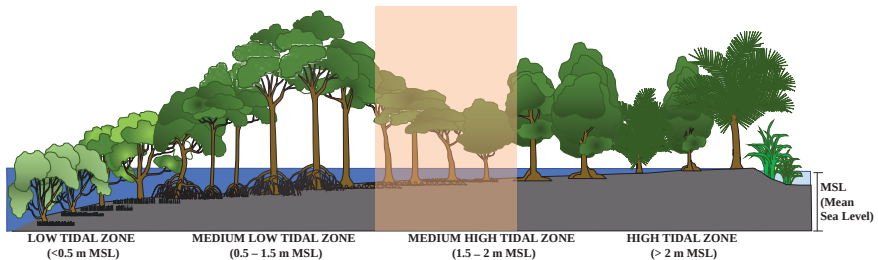
Camptostemon schultzei Mast.

Nama Lokal:



Umumnya tumbuh pada pantai berpasir yang berada pada kisaran areal pasang surut. Buah dapat disebarkan melalui air (dengan kisaran gelombang sedang), sementara bijinya yang berbulu disebarkan oleh air maupun angin.

Merupakan tumbuhan berkayu lunak, berupa semak atau pohon yang selalu hijau, dapat tumbuh hingga 30 m dengan kulit kayu berwarna kuning pucat, coklat atau coklat-keabu-abuan, memiliki celah/retakan longitudinal dan lentisel di permukaan kulit pohon sehingga terlihat kasar.

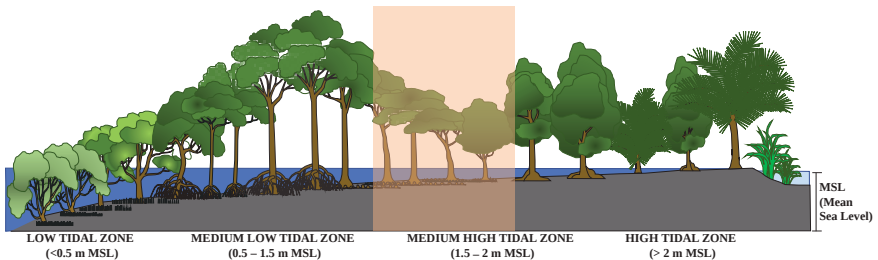




Kulit kayu berwarna coklat atau coklat-keabu-abuan dan memiliki celah/retakan longitudinal, lentisel terlihat jelas sehingga kulit pohon terlihat berbintil-bintil serta pangkal batang yang bergalur. Akar tersebar di sepanjang permukaan tanah, dan memiliki akar nafas yang menonjol keluar seperti kumpulan jahe.



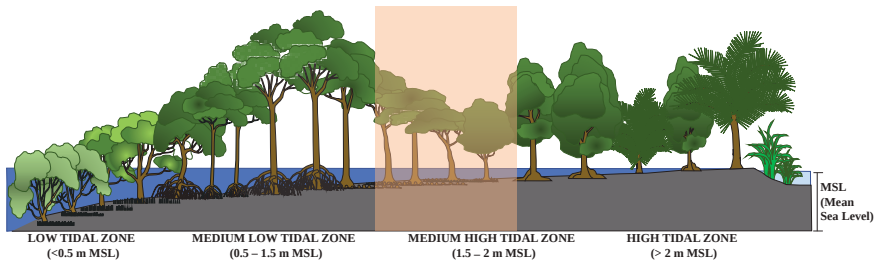
Daun terletak pada akhir cabang, bagian atas halus berwarna hijau cerah, bagian bawah bersisik dan berwarna hijau pucat. Letak daun: sederhana dan bersilangan. Daun berbentuk *elips*, bagian pangkalnya sempit sedangkan bagian ujungnya membandar.





Bunga terletak di ketiak daun dan cabang. Formasi bunga berupa bulir dengan ukuran yang cukup kecil. Daun mahkota berwarna putih. Kelopak bunga berbentuk seperti cangkir. Bunga yang belum mekar berkelompok dengan ukuran yang cukup kecil.

Buah bundar berbentuk kapsul, bersisik, dan memiliki daun kelopak bunga yang bagian luarnya berurutan dan bersisik. Buah terdiri dari dua biji berbulu padat. Panjang buah 1 cm, panjang biji 9mm.



CONVOLVULACEAE

Ipomoea pes-caprae (L.) Sweet.

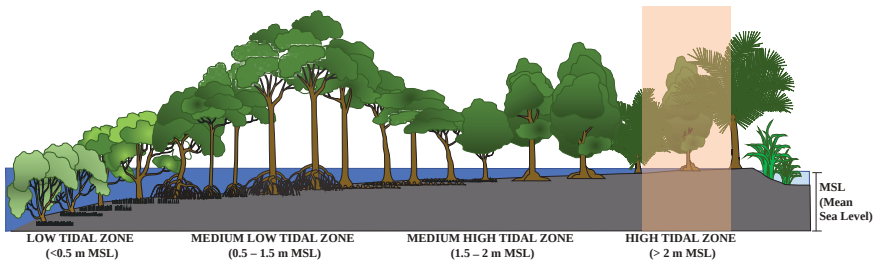
Nama Lokal: Tapak kuda, Katang-katang (Bhs)



Merupakan jenis tanaman menjalar dengan akar yang tebal, akar tumbuh pada ruas-ruas batang. Batang berbentuk bulat, basah dan berwarna hijau kekuningan atau kecoklatan. Sekilas terlihat seperti sayur kangkung.

Tumbuh liar di pantai berpasir, biasanya banyak dijumpai tepat di garis pantai, terkadang dijumpai juga di daerah yang tinggi dimana pengaruh pasang surut sudah sangat kecil.

Daun berwarna hijau cerah, tunggal, tebal, mengkilat dan letaknya bersilangan. Bentuk daun membundar dengan bagian ujung bertakik (membelah)

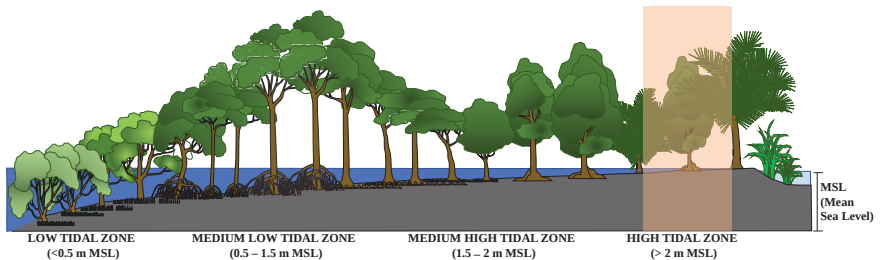




Akar tumbuh pada ruas-ruas batang. Batang berbentuk bulat, berwarna hijau kekuningan atau kecoklatan. Daun berwarna hijau cerah, tunggal, tebal, mengkilat dan letaknya bersilangan. Bentuk daun membundar dengan bagian ujung bertakik (membelah).

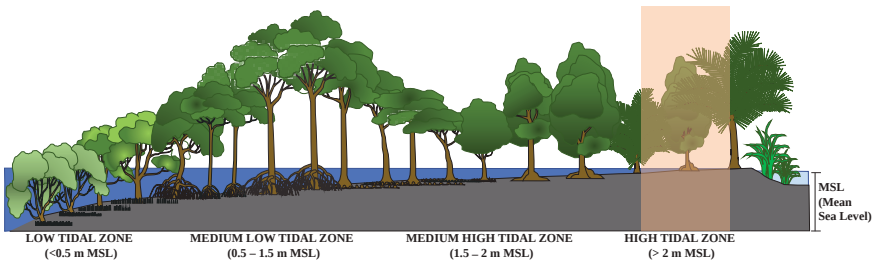


Buah berbentuk seperti kapsul bundar hingga agak datar dengan empat biji berwarna hitam dan berambut.





Bunga berwarna merah muda keunguan. Biasanya akan mekar penuh pada pagi sampai menjelang siang hari, lalu menguncup kembali setelah siang hari. Letak bunga di ketiak daun pada gagang yang panjang.



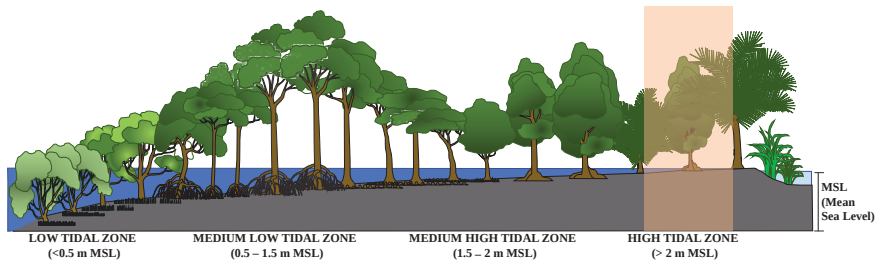
EBENACEAE

Diospyros maritima Blume.

Nama Lokal:



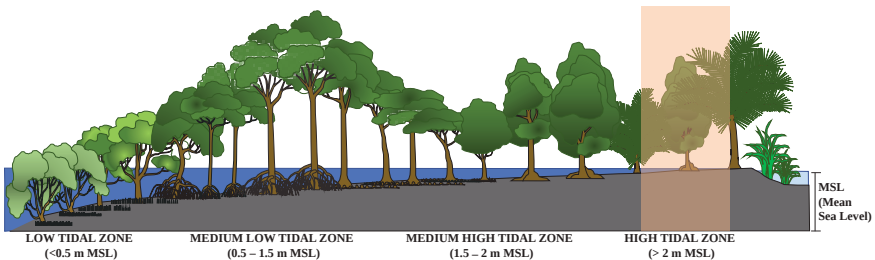
Merupakan semak atau pohon yang mampu tumbuh hingga sekitar 15 m. Kulit kayu berwarna coklat tua sampai hitam, halus dan mengelupas.





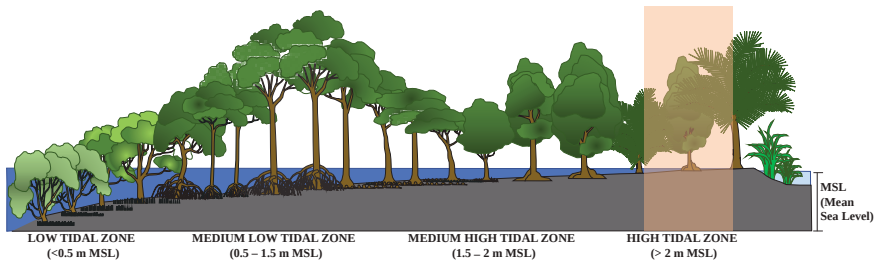
Permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua dan mengkilap sedangkan bagian bawahnya lebih pucat. Daun agak tebal dan kaku, berbentuk *elips-lanset* ke *elips-lonjong* atau sedikit *obovate*, dengan bagian ujung membulat. Letak daun sederhana dan berlawanan

Bunga berwarna kuning, 2-3 bunga dalam satu ranting bunga keluar di sepanjang ranting muda. Bunga dan buah keluar sepanjang tahun.





Buah berbentuk seperti beri berwarna kuning hingga oranye atau hitam.



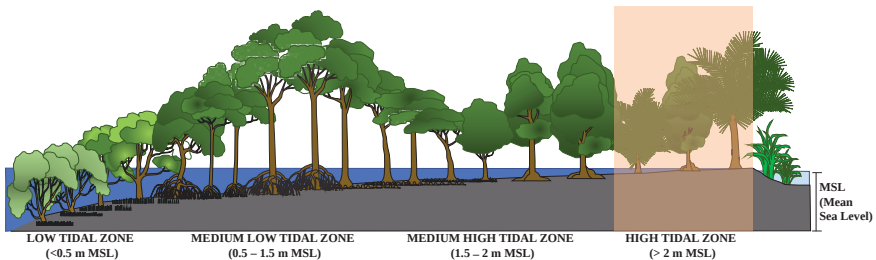
EUPHORBIACEAE

Excoecaria agallocha L.

Nama Lokal: Buta-buta (Bhs)



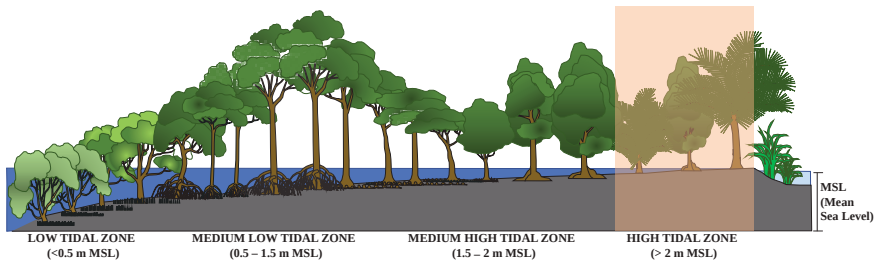
Batang pohon kecil dan tinggi, bisa lebih dari 10 meter. Kulit kayu halus, berwarna abu-abu dan memiliki banyak bintil-bintil. Batang, dahan dan daun memiliki getah berwarna putih dan lengket yang dapat menyebabkan kebutaan sementara jika terkena mata. Oleh karena itu, pohon ini sering juga disebut buta-buta. Getahnya juga dapat digunakan untuk membuat ikan menjadi pingsan. Umumnya tumbuh di daratan yang sudah mendapatkan masukan air tawar dalam jumlah besar dan sangat sedikit pengaruh air pasang.





Daun berwarna hijau tua dan berubah menjadi merah bata setelah tua dan kemudian gugur. Daun berbentuk elips dengan ujung meruncing, bagian pinggirannya bergerigi halus, letak daun sederhana dan bersilangan.

Daun, batang dan buah bergetah, contoh getah yang keluar dari tangkai daun (gambar atas). Mempunyai dua buah kelenjar pada pangkal daun yang terlihat jelas (dalam lingkaran merah).



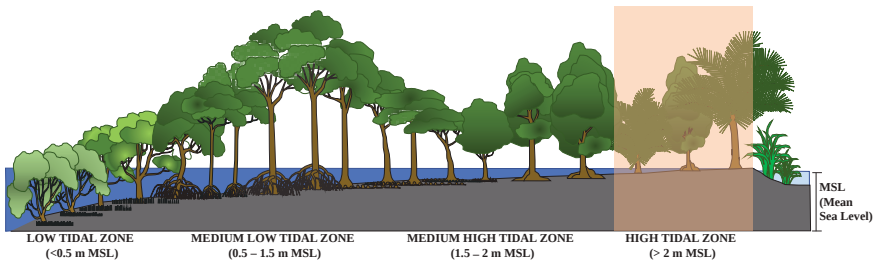


Buah berbentuk seperti 3 buah bola yang saling menempel, berwarna hijau, berkulit, dan berisi keping buah berwarna coklat tua.



Semai *excoecaria agallocha*

Tandan bunga panjang, bisa mencapai 10 cm lebih. Bulir Bunga menyebar disepanjang tandan. Bunga terletak di ketiak daun, warna mahkotanya hijau dan putih, sementara kelopak bunga berwarna hijau kekuningan. Bunga diambil di Kawasan *Mangrove Education Center of KeSEMaT (MECoK)*, Teluk Awur, Jepara.



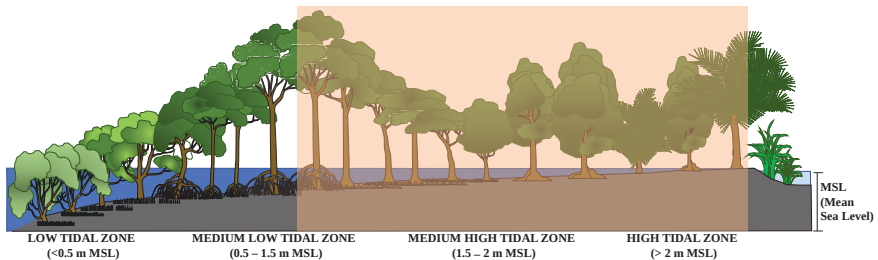
FABACEAE

Derris trifoliata Lour.

Nama Lokal: Akar tuba, tuba laut

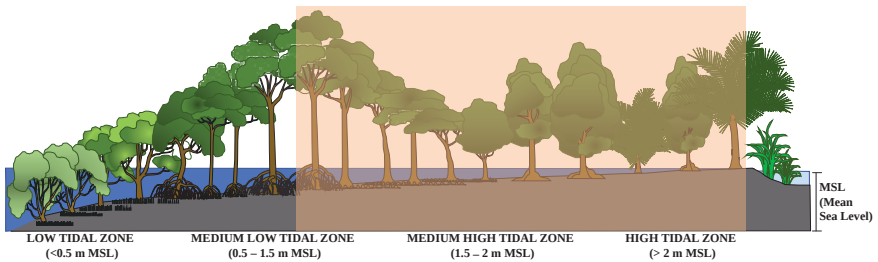


Termasuk dalam kategori tanaman merambat dan berkayu. Batang muda berwarna coklat kemerahan hingga merah tua dan memiliki banyak *lentisel*, sedangkan kulit kayu yang sudah tua berwarna coklat tua, halus dengan *lentisel* berwarna merah muda. Menyukai areal dengan substrat berpasir dan berlumpur dibagian tepi habitat mangrove, mendapatkan pasokan air tawar yang cukup banyak, tergenang air pasang surut secara tidak teratur.





Daun mahkota berwarna putih terkadang ada merah muda atau ungu, tandan bunga panjang antara 7 – 20 cm. letak bunga di ketiak batang yang tumbuh secara horizontal sepanjang permukaan tanah.

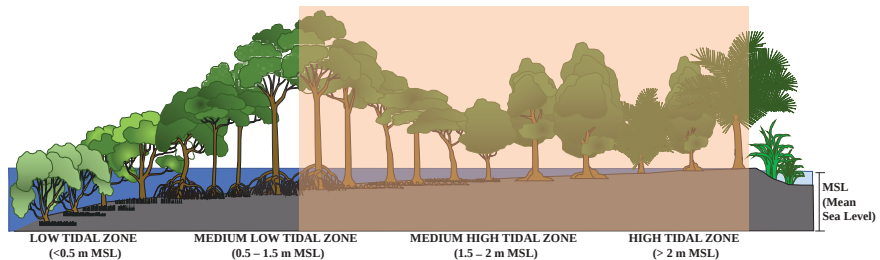




Buah berbentuk bulat memanjang, pipih/tipis, dan berkulit.

Permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan bagian bawah abu-abu hijau. Pinak daun berjumlah 3-7 buah. Tipe daun majemuk dan bersilang, bentuk bulat telur atau *elips* dengan ujung meruncing.

Semai/anakan *Derris trifoliata*, masih terlihat buah/bijinya yang terbelah tumbuh diantara perakaran *Rhizophora mucronata*.



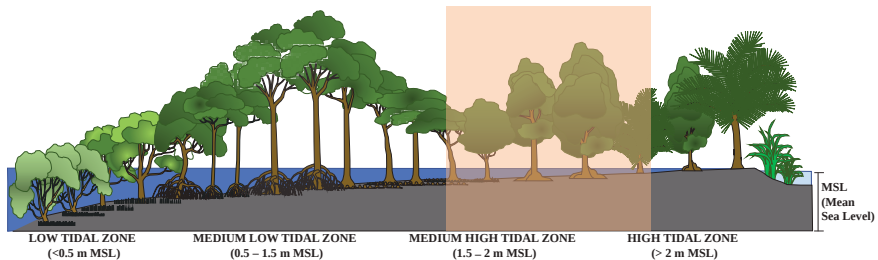
PRIMULACEAE

Aegiceras corniculatum Lour.

Nama Lokal: Cabai-cabaian (Bhs)



Merupakan golongan semak atau pohon kecil dengan batang yang lurus. Mampu tumbuh hingga mencapai 5 meter lebih. Akarnya menjalar dibawah permukaan tanah. Kulit kayu berwarna abu-abu hingga coklat kemerahan dan memiliki *lentisel*. Umumnya tumbuh di tepi area mangrove yang tergenang pada saat air pasang naik namun tidak terendam dalam waktu yang lama, atau dibagian tepi kanal-kanal mangrove yang airnya sudah cenderung payau. Tumbuh secara berkelompok, dan anakan lebih sering tumbuh disekitar pohon dewasa.

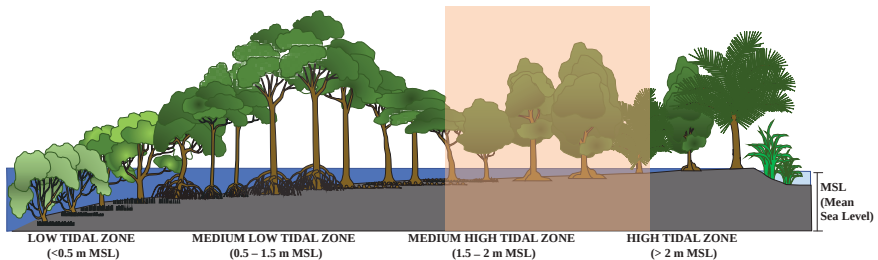




Kulit kayu berwarna abu-abu hingga coklat kemerahan dan memiliki *lenticel*. Umumnya tumbuh di tepi area mangrove yang tergenang pada saat air pasang naik namun tidak terendam dalam waktu yang lama.

Bagian pangkal batang biasanya keluar seperti akar-akar nafas kecil yang muncul namun tidak terlalu panjang. Terdapat juga tonjolan-tonjolan kecil yang cukup banyak dibagian pangkal batang.

Permukaan bagian bawah daun berwarna lebih pucat dibandingkan bagian atas dan tidak mengkilap.





Memiliki kelenjar pembuangan garam yang terletak di permukaan daun dan gagangnya. Permukaan atas daun sering ditemukan kristal-kristal garam tipis. Letak daun sederhana dan bersilang. Bentuknya bulat telur terbalik hingga *elips* dengan bagian ujung membundar. Permukaan bagian atas daun berwarna hijau mengkilat, sedangkan bagian bawah berwarna hijau pucat seringkali bercampur warna kemerahan.



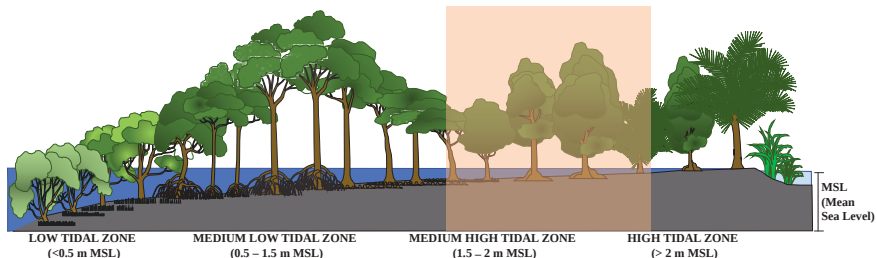
Bunga yang masih kuncup berbentuk lonjong dengan bagian ujung meruncing. Daun mahkota berwarna putih dan masih menutup.



Daun mahkota berwarna putih, jumlahnya 5 buah. Kelopak bunga berwarna putih kehijauan. Bunga bergerombol diujung tadan, dalam satu tandan terdapat banyak bunga membentuk formasi seperti payung.



Permukaan buah halus, berbentuk seperti pisang atau seperti bulan sabit, berwarna hijau hingga merah jambon pada saat sudah matang. Dalam satu buah terdapat satu biji yang membesar dan cepat rontok. Ukuran panjangnya sekitar 5 – 7 cm.

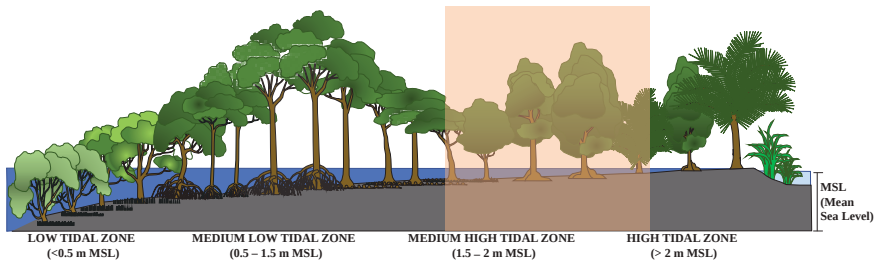




Buah yang masih muda berwarna hijau kekuningan.



Anakan *A. corniculatum* yang tumbuh bergerombol dalam jumlah yang sangat banyak dan padat, biasanya tumbuh di depan pohon induknya.



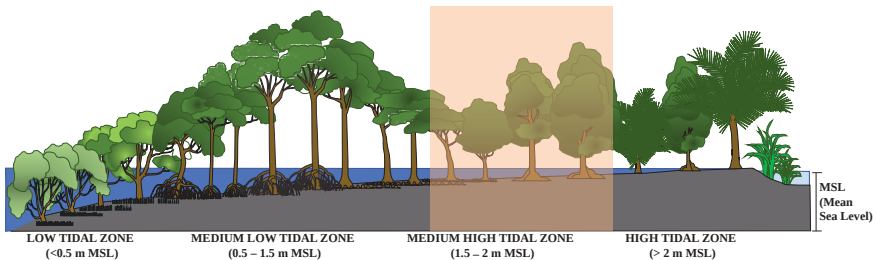
POLYPODIACEAE

Acrostichum aureum Linné.

Nama Lokal: Paku laut (Bhs)



Berbentuk semak, sering disebut sebagai paku laut karena bentuknya menyerupai tanaman paku-pakuan. *A. aureum* tidak memiliki bunga dan buah. Berkembang biak dengan menggunakan spora yang terletak dibagian bawah daun yang fertil. Tanaman paku ini biasanya tumbuh dibagian daratan mangrove yang agak tinggi, dimana tingkat perendaman oleh pasang surut tidak terlalu lama. Biasanya banyak ditemukan di area habitat mangrove yang rusak/ditebangi, di pinggiran sungai yang airnya sudah payau dan kanal-kanal kecil di area mangrove.

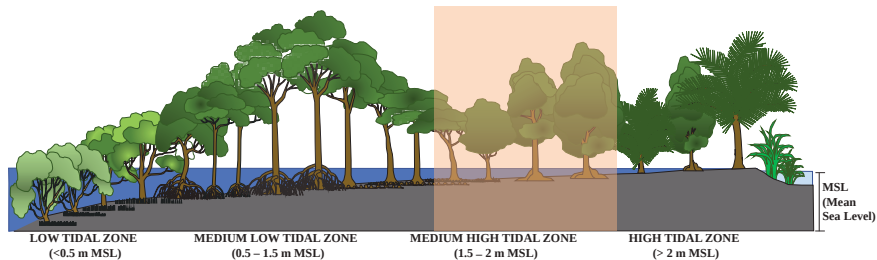




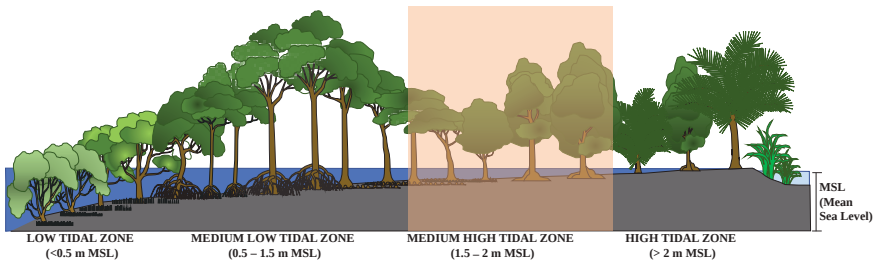
Daun berbentuk seperti tanaman paku pada umumnya, panjangnya bisa mencapai 2 m. Jumlah pinak daun bervariasi, namun umumnya tidak lebih dari 30 pinak daun. Letak pinak daun berjauhan dan tidak teratur.



Pinak daun yang fertil bagian bawah daun berwarna coklat seperti berkarat karena tertutup secara seragam oleh *sporangia* yang besar, sedangkan pinak daun yang steril tidak ada sporangia yang menutupinya.



Semai *Acrosticum aureum* yang biasanya ditemukan tidak jauh dari kumpulan tanaman dewasa.



RUBIACEAE

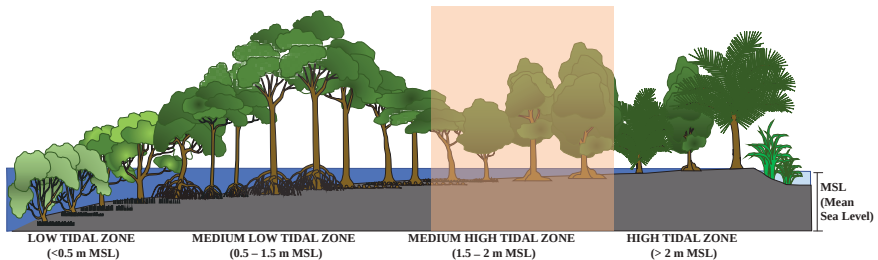
Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn.f.

Nama Lokal: Duduk-rambat, perepat-lanang (Bhs)



Biasanya tumbuh pada bagian daratan mangrove tidak tergenangan air tawar dalam waktu yang lama dan biasanya menempati lokasi yang kerap tergenang oleh pasang surut pada substrat lumpur, pasir dan karang pada tepi daratan mangrove atau pada pematang dan dekat jalur air.

Merupakan tipe semak tegak, selalu hijau, memiliki banyak cabang, bisa tumbuh mencapai 3 m. Kulit kayu kasar berwarna coklat, cabang muda memiliki berwarna kemerahan, kadang-kadang terdapat akar tunjang pada individu yang besar.

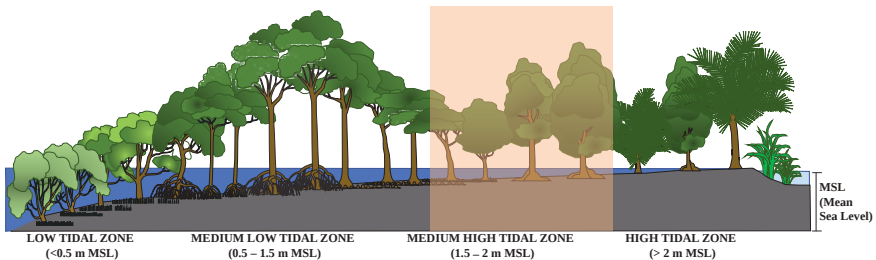




Daun agak tebal dan mengkilap. Gagang daun lurus, unit daun sederhana, letak sederhana & berlawanan. Daun berbentuk bulat telur terbalik dengan bagian ujung membuldar.



Bunga berwarna putih, hampir tak bertangkai, biseksual, terdapat pada tandan yang panjangnya hingga 15 mm. Bunga berkelompok dan keluar di ketiak daun dengan jumlah sekitar 3-7 bunga per kelompok. Daun mahkota berwarna putih agak kemerahan, berjumlah 4-5 dengan bentuk *elips*. Kelopak bunga berjumlah 4-5, berbentuk mangkok, bawahnya seperti tabung.

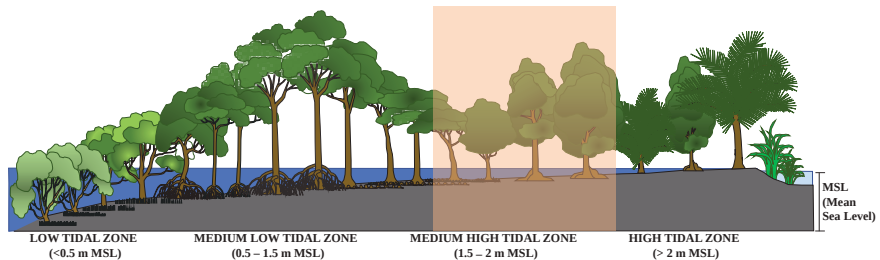




Buah berbentuk silindris, berwarna hijau hingga coklat, berurat memanjang dan memiliki sisa daun kelopak bunga. Tidak membuka ketika matang. Terdapat 4 biji silindris di dalam buah.

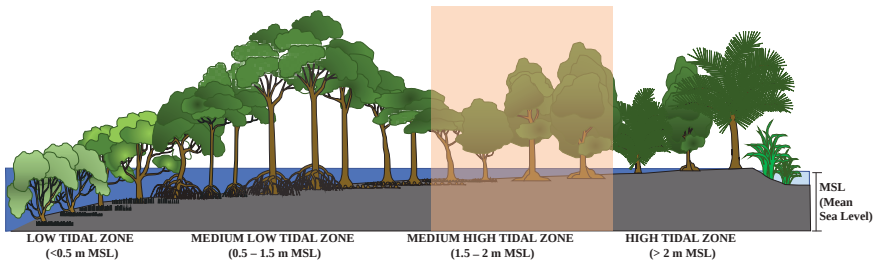


Bentuk dan warna bunga serta daun mirip dengan *Lumnitzera racemosa*, namun daun *Lumnitzera* bersilangan dan batang mudanya tidak berwarna kemerahan.





Semai *Scyphiphora hydrophyllacea* yang tumbuh berkelompok dengan ketinggian yang berbeda-beda.



KOMPARASI

Untuk mempermudah proses identifikasi di lapangan, berikut perbandingan beberapa ciri fisik yang paling menonjol dari setiap genus, seperti bentuk bunga, buah, maupun daun.

***Avicennia* spp.**



(A)



(B)



(C)



(D)

- (A) *A. alba*
- (B) *A. lanata*
- (C) *A. marina*
- (D) *A. officinalis*

Bruguiera spp.



(A)

(B)

(C)

- (A) *B. gymnorhiza*
(B) *B. sexangula*
(C) *B. parviflora*

Lumnitzera spp.



(A)



(B)



(C)

- (A) *L. racemosa*
(B) *L. littorea*
(C) *S. hydrophyllacea*

Rhizophora spp.



(A)

(B)

(A) *R. mucronata*
(B) *R. apiculata*

Sonneratia spp.



(A)

(B)

(A) *S. alba*
(B) *S. caseolaris*

Xylocarpus spp.



(A)

(B)

(A) *X. granatum*
(B) *X. moluccensis*

GLOSSARIUM

1. **Akar nafas:** akar tumbuhan air atau rawa diatas tanah/air untuk masuk oksigen.
2. **Apex:** puncak, tumpu
3. **Belukar:** Hutan berpohon rendah, diantara pohon bersemak rapat.
4. **Fertil:** subur, mampu menghasilkan gemet dan membuahi
5. **Fotosintesis:** Proses mensintesa zat makanan (bahan organik) dengan cara mendapatkan energi dari cahaya matahari.
6. **Hipokotil:** pada kecambah yang batang dan akarnya tumbuh tinggi, dan terletak disebelah bawah kotiledon.
7. **Kelopak:** selaput atau tutup; pada bunga berbentuk sisik berwarna hijau, membungkus bunga ketika masih kuncup.
8. **Kotiledon:** lembaga; jika ovum sudah dibuahi sperma dalam butir serbuk, ia menjadi embrio, mengandung makanan cadangan. Embrio dalam benih tanaman, setelah benih berkecambah, kotiledon menjadi daun pertama bibit. Kotiledon adalah bagian dari embrio yang terletak pada benih tanaman
9. **Lentisel:** kumpulan sel yang longgar di kulit tumbuhan yang sudah tua dan epidermisnya sudah rusak atau mengelupas.
10. **Mahkota:** daun bunga petal; bagian dari bunga yang mempunyai berbagai macam warna, banyak corolla (kumpulan mahkota) yang mengandung kelenjar yang mneggetahkan minyak terbang atau nektar, untuk memikat ngengat atau serangga agar melakukan penyerbukan.
11. **Pasang surut:** fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi.
12. **Plumula:** daun pertama kecambah.
13. **Salinitas:** tingkat kandungan garam air laut, danau, sungai dihitung dalam (perseribu).
14. **Semai:** benih tumbuhan (yang sudah berkecambah).
15. **Semak:** herba; tumbuhan rumpun. Berbatang pendek, merayap, tinggi hanya beberapa puluh cm sampai 1,5m. Macam-macam rumput; rumput gajah, gelegah, jahe, sereh, dll.
16. **Spora:** butiran bersalut keras yang dihasilkan tumbuhan Thallophyta dan Sporozoa (protozoa) yang berfungsi untuk perbiakan.
17. **Sporangium:** kotak spora, penghasil spora.
18. **Steril:** Mandul, tidak subur, tidak bisa menghasilkan keturunan.
19. **Stipula:** daun penumpu, dua helai daun kecil dekat pangkal tangkai daun yang berfungsi untuk melindungi kuncup yang masih muda.
20. **Vivipari:** merupakan fenomena ketika benih atau bibit mulai berkembang sebelum terlepas dari induknya. Selanjutnya bibit tumbuh, terlepas dari buah dan akhirnya tersebar
21. **Zonasi:** pembagian atau pemecahan suatu areal ekosistem mangrove menjadi beberapa bagian berdasarkan kemampuan beradaptasi terhadap salinitas dan lama penggenangan

DAFTAR PUSTAKA

- Adame, M.F., D. Neil, S.F. Wright, C.E. Lovelock. (2010). Sedimentation within and among mangrove forests along a gradient of geomorphological settings. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 21–30. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.10.013.
- Alifdini et al., (2018). Analysis of Ocean Waves in 3 Sites Potential Areas for Renewable Energy Development in Indonesia. *Ocean Engineering* 165: 34-42
- Alongi, D.M., Pfitzner, J., Trott, L.A., Tirendi, F., Dixon, P., Klumpp., D.W. (2005). Rapid sediment accumulation and microbial mineralization in forests of the mangrove Kandelia candel in the Jiulongjiang Estuary, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 63, Issue 4, Pages 605-618.
- Alongi, D.M. (2012). Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, 3:3, 313-322, DOI: 10.4155/cmt.12.20
- Alongi, D.M. (2016). Present state and future of the world's mangrove forests. The fifth edition of the NTPS Professionals Newsletter.
- Aslan, A., Rahman, A.F., Warren, M.W., M. Robeson, S.M. (2016). Mapping spatial distribution and biomass of coastal wetland vegetation in Indonesian Papua by combining active and passive remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 183, 65-81. DOI:10.1016/j.rse.2016.04.026.
- Aslan, A., Rahman, A.F., Warren, M.W., M. Robeson, S.M. (2016). Mapping spatial distribution and biomass of coastal wetland vegetation in Indonesian Papua by combining active and passive remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 183, 65-81. DOI:10.1016/j.rse.2016.04.026.
- Aslan, A., Rahman, A.F., Robeson, S.M. (2018). Investigating the use of Alos Prism data in detecting mangrove succession through canopy height estimation. *Ecological Indicator* 87, 136-143. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.12.008.
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2): 169–193.
- Bhomia, R. K., Mackenzie, R. A., Murdiyarso, D., Sasmito, S. D., & Purbopuspito, J. (2016). Impacts of land use on Indian mangrove forest carbon stocks: Implications for conservation and management. *Ecological Applications*, 26(5), 1396–1408. <https://doi.org/10.1890/15-516.2143>.
- Bomer, E.J., Wilson, C.A., Hale, R.P., Hossain, A.N.M., Rahman, F.M.A. (2019). Surface elevation and sedimentation dynamics in the Ganges-Brahmaputra tidal delta plain, Bangladesh: Evidence for mangrove adaptation to human-induced tidal amplification. *CATENA*, Volume 187, 104312, ISSN 0341-8162, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104312>.
- Budhiman, S. & Hasyim, B. (2005). Distribution mapping of mangrove, sea grass and coral reef using remote sensing in the Coastal Area of Arafura Sea. *Annual Scientific*

Meeting MAPIN XIV: Utilization of Effective Remote Sensing for Increased Prosperity of the Nation (in Indonesian).

- Carter, H.N., Schmidt, S.W., Hiron, A.C. (2015). An International Assessment of Mangrove Management: Incorporation in Integrated Coastal Zone Management. *Diversity* 7(2):74-104. <https://doi.org/10.3390/d7020074>.
- Choong, E.T., Wirakusumah, R.S., Achmadi, S.S., (1990). Mangrove forest resources in Indonesia. *Forest Ecology and Management* 33/34: 45 – 47. DOI: 10.1016/0378-1127(90)90183-Cita dan Budiman (2019).
- Constanza R, d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin R.G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260.
- Constanza R, d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin R.G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260.
- Datta, D.P.G., Chattopadhyay, R.N., (2010). Application of criteria and indicators in community based sustainable mangrove management in the Sunderbans, India. *Ocean & Coastal Management* 53(8): 468-477, DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.06.007.
- Donato, D.C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., and Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, DOI: 10.1038/NGEO1123.
- Ellison, J.C. (2005). Holocene palynology and sea-level change in two estuaries in Southern Irian Jaya. *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology* 220(3–4):291-309. DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.01.008.
- Ellison, A.M., Felson, A.J., Friess, D.A. (2020). Mangrove Rehabilitation and Restoration as Experimental Adaptive Management. *Front. Mar. Sci.* 7, 327. DOI: 10.3389/fmars.2020.00327.
- Ellison, J.C. (2000). Assessing risks of sedimentation rate and depth to mangrove tree species. School of Applied Science, University of Tasmania. Report for P.T. Freeport Indonesia Company (unpublished report)
- Ewel, K., Twilley, R., Ong, J. (2008). Different kinds of mangrove forests provide different goods and services. *Global Ecology & Biogeography Letters*, Volume 7, Issue 1.
- Fajri, Subardjo, P., Pribadi, R. (2012). Studies on Mangrove Vegetation Change Area by Using Landsat TM and Landsat 7 ETM + During The Years 1998 to 2010 in Mimika District Coastal, Papua. *Journal of Marine Research*. 1(1):146-145. DOI: 10.14710/jmr.v1i1.2002
- Field, C.D. (1998). Rehabilitation of Mangrove Ecosystem: An overview. *Marine Pollution Bulletin* 37(8-12): 383-392. DOI: 10.1016/S0025-326X(99)00106-X.

- Friess, D.A., Thompson, B.S., Brown, B., Amir, A.A., Cameron, C., Koldewey, H.J., Sasmito, S.D., Sidik, F. (2016). Policy challenges and approaches for the conservation of mangrove forests in Southeast Asia. *Conservation Biology*, 30 (5): 933-949.
- Friess, D.A., Yando, E.S., Alemu I, J.B., Wong, L.W., Soto, S.D., & Bhatia, N. (2020). Ecosystem Services and Disservices of Mangrove Forests and Salt Marshes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 58, 107–142. DOI:
- Ghosh, A., Schmidt, S., Fickert, T., Nüsser M. (2015). The Indian Sundarbans mangrove forests: history, utilization, conservation strategies and local perception. *Diversity* 7: 149-169. DOI: 10.3390/d7020149.
- Giesen, W. (1993). Indonesia's mangroves: an update on remaining areas and main management issues. Paper presented at the International Seminar on "Coastal Zone Management of Small Island Ecosystems", Ambon, and 7-10 April 1993.
- Gillikin, D.P., Schubart, C.D., (2004). Ecology and systematics of mangrove crabs of the genus *Perisesarma* (Crustacea: Brachyura: Sesarmidae) from East Africa. *Zoological Journal of the Linnean Society* 141(3): 435–445. DOI: 10.1111/j.1096-3642.2004.00125.x
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20 (1):154-159. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x
- Hanum I.F., Latiff, A., Hakeem, K.R., Ozturk, M. (2014). *Mangrove Ecosystems of Asia: Status, Challenges and Management Strategies*. Springer.
- Hinrichs, S., Nordhaus, I., Geist, S.J. (2009). Status, diversity and distribution patterns of mangrove vegetation in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Reg Environ Change* 9, 275–289. DOI: 10.1017/S0376892902000231.
- Hogarth, P.J. (2015). *The biology of mangroves and seagrasses*. Oxford University Press, 8-43.
- Ilman, M., Wibisono, I.T.C., Suryadiputra, I.N.N. (2011). State of the Art Information on Mangrove Ecosystems in Indonesia. *Wetland International–Indonesia Programme*. Bogor. DOI: 10.13140/RG.2.1.3967.9120.
- Kairo, J.G., Guebas, F. D., Bosire, J., and Koedam, N. (2001). Restoration and management of mangrove systems – a lesson for and from the East African region. *South African Journal of Botany*, 67, 383-389. DOI: 10.1016/S0254-6299(15)31153-4.
- Kathiresan, K. & Bingham, B.L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology* 40, 81-251.

- Kathiseran, K. (2003). How do mangrove forests induce sedimentation? *Revista de Biología Tropical*, Vol.51 n.2 San José. Retrieved from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S003477442003000200007&dan=sci_pt=sci_arttext&lang=pt
- Kitamura, S., Anwar, Ch., Chaniago, A., Baba, S. (1997). *Handbook of Mangroves in Indonesia –Bali & Lombok-. The Development of Sustainable Mangrove Management Project*, Ministry of Forestry Indonesia and Japan International Cooperation Agency. Saritaksi. Indonesia.
- 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.
- Krauss, K.W., Allen, J.A., Cahoon, D.R. (2003). Differential rates of vertical accretion and elevation change among aerial root types in Micronesian mangrove forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 251–259.
- Kristian, A. & Oktorie, O. 2018. Study of Coastal Mangrove Conservation in the World. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, Volume 2 Number 1. DOI: 10.24036/sjdge.v2i1.139.
- Kusmana, C., Puradyatmika, P., Husin, Y.A., Sea, G., Martindale, D. (1998). *Mangrove Litter-Fall Studies at the PT Freeport Indonesia Project Area*. Report by PT Hatfindo Prima to PT Freeport Indonesia (unpublished).
- Kusmana, C. (2015). Integrated Sustainable Mangrove Management. *J Resources and Environmental Management* 5(1):1-6. DOI: 10.29244/jpsl.5.1.1.
- Lekitoo, K., Tambing, Y. (2018). The Vegetation Structure of Mangrove at Coastal Area of Sumuri, Bintuni Bay, West Papua. *VOGELKOP: Jurnal Biologi* 1(1), 76-81. DOI: 10.30862/vogelkopjbio.v1i2.47.
- Li, R., Chai, M., Guo, M., Qiu, G.Y. (2016). Sediment accumulation and mercury (Hg) flux in *Avicennia marina* forest of Deep Bay, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 177, 41-46. DOI:10.1016/j.ecss.2016.05.005.
- MacKenzie, R.A., Foulk, P.B., Klump, J.V. (2016). Sedimentation and belowground carbon accumulation rates in mangrove forests that differ in diversity and land use: a tale of two mangroves. *Wetlands Ecol Manage* 24, 245–261. DOI:10.1007/s11273-016-9481-3.
- Malik, A., and Rahim, A., and Sideng, U. 2019. Biodiversity Assessment of Mangrove Vegetation for the Sustainability of Ecotourism in West Sulawesi, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux)*, 12 (4). pp. 1458-1466.

- Masiyah, S. & Monika, N., 2017. Analysis of mangrove ecology as a base for rehabilitation the the Arafura Coast of Samkai District, Merauke Regency, Papua Province. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 10(2), 29-35. DOI: 10.29239/j.agrikan.10.2.29-35.
- Mitsch, W.J., Bernal, B. & Hernandez, M.E. (2015). Ecosystem services of wetlands, *International Journal of Biodiversity Science. Ecosystem Services & Management* 11(1): 1-4. DOI: 10.1080/21513732.2015.1006250.
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J.B., Warren, M.W., Sasmito¹, S.D., Donato, D.C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., and Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, Volume 5, December 2015.
- Murtiningsih, D. (2020). Existence of mangrove in West Papua, potency, challenge and solution. Ditjen PDASHL, Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia (in Indonesian). Retrieved from: <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/DitJaskel/publikasi-materi-2/mangrove-day/Materi%20Dirjen%20PDASLH.pdf>.
- Nagelkerken, I., Blaber, S.J.M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, J.O., Pawlik, J., Penrose, H.M. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany* 89, 155–185. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.007
- Nagelkerken, I., Blaber, S.J.M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, J.O., Pawlik, J., Penrose, H.M. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany* 89, 155–185. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.007
- Ngo-Massou, V.M., Din, N., Kenne, M., Dogmo, A.B. (2018). Brachyuran crab diversity and abundance patterns in the mangroves of Cameroon. *Regional Studies in Marine Science* 24, 324-335. DOI: 10.1016/j.rsma.2018.09.010.
- Payo, A., Mukhopadhyay, A. Hazra, S. Ghosh, T., Ghosh, S., Brown, S., Nicholls, R.J., Briceno, L., Wolf, J., Kay, S., Lázár, A.N., Haque. A. (2016). Projected changes in area of the Sundarbans mangrove forest in Bangladesh due to SLR by 2100. *Climatic Change* 139(2), 279–29. DOI: 10.1007/s10584-016-1769-z.
- Phan, L.K., van Thiel de Vries, J.S.M., and Stive, M.J.F. (2015). Coastal mangrove squeeze in the Mekong Delta. *Journal of Coastal Research* 31(2): 233–243. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-14-00049.1.
- Pribadi, R. (1998). The ecology of mangrove vegetation in Bintuni Bay, Irian Jaya, Indonesia. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Stirling. /hdl.handle.net/1893/3525. (Unpublished data).
- Rahawarin, Y.Y., 2005. Mangrove Vegetation Composition in Delta Siganoi River, South Sorong, Papua. *Biota* Vol. X (3): 134-140. DOI: 10.24002/biota.v10i3.2872.

- Rahayu, D.L., Setyadi, G. (2009). Mangrove Estuary Crabs of Mimika Region Papua, Indonesia. PT Freeport Indonesia and Research Center for Oceanography – Indonesian Institute of Sciences, ISBN 978-979-97503-2-7, pages: 1-136.
- Ravichandran, S., Fredrick, W.S., Khan, S.A. and Balasubramanian, T. (2011). Diversity of Mangrove Crabs in South and South East Asia. *Journal of Oceanography & Marine Environmental System* 1 (1): 01-07.
- Rizal, A., Sahidin, A., Herawati, H. (2018). Economic Value Estimation of Mangrove Ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal* 2(3), 00051. DOI: 10.15406/bij.2018.02.00051
- Robertson, A.I, Daniel, P.A., Dixon, P. (1991). Mangrove forest structure and productivity in the Fly River estuary, Papua New Guinea. *Mar Biol* 111, 147-155. DOI: 10.1007/BF01986356
- Romañach, S.S., DeAngelis, D.L., Koh, H.L., Li, Y., Teh, S.Y. Barizan, R.S.R., Zhai, L. 2018. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis, *Ocean & Coastal Management* 154, 72-82. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009.
- Rumahorbo, B. T., Hamuna, B., & Keiluhu, H. J. 2020. An assessment of the coastal ecosystem services of Jayapura City, Papua Province, Indonesia. *Environmental & Socio-economic Studies*, 8(2), 45-53.
- Saintilan, N., Khan, N.S., Ashe, E., Kelleway, J.J., Rogers, K., Woodroffe, C.D., and Horton, B.P. 2020. Thresholds of mangrove survival under rapid sea level rise. *Science* 368 (6495): 1118–1121. DOI: 10.1126/science.aba2656.
- Sasmitho, S.D., Sillanpää, M., Hayes, M.A., Bachri, S., Saragi-Sasmitho, M.F., Sidik, F., Hanggara, B.B., Mofu, W.Y., Rumbiak, V.I., Hendri, Taberima, S., Suhaemi, Nugroho, J.D., Pattiasina, T.F., Widagti, N., Barakalla, Rahajoe, J.S., Hartantri, H., Nikijuluw, V., Jowey, R.N., Heatubun, C.D., zu Ermgassen, P., Worthington, T.A., Howard, J., Lovelock, C., Friess, D.A., Hutley, L.B., Murdiyarso, D. (2020). Mangrove blue carbon stocks and dynamics are controlled by hydrogeomorphic settings and land-use change. *Glob. Change Biol.* 26, 3028-3039. DOI:10.1111/gcb.15056
- Schmitt, K., Duke, N.C. (2015). Mangrove management, assessment and monitoring. *Tropical Forestry Handbook*. DOI: 10.1007/978-3-642-41554-8_126-1.
- Setiawan W, Harianto SP, Qurniati R. 2017. Ecotourism development to preserve mangrove conservation effort: Case study in Margasari Village, District of East Lampung, Indonesia. *Ocean Life* 1 (1): 14-19. DOI: 10.13057/oceanlife/o010103
- Setyadi, G., Kastoro, W.W., Rahayu, D.L., Haris, A., Dwiono, S.A.P., Kailola, P. (2009). Biota akuatik di perairan Mimika Papua. PT Freeport Indonesia and Research Center for Oceanography – Indonesian Institute of Sciences, ISBN 978-979-97503-4-1, page 5.

- Setyadi G., Alikodra, H. S., Rahayu, D.L., Pribadi, R., Lala, D. 2006. Mangrove Management and Monitoring in PT Freeport Indonesia Contract of Work. Proceeding of Mangrove. Institutional Development Workshop, Department of Forestry Republic Indonesia.
- Setyadi, G., Kastoro, W.W., Rahayu, D.L., Haris, A., Dwiono, S.A.P., Kailola, P. 2009. Biota Akuatik di Kabupaten Mimika, Papua. PT Freeport Indonesia and Research Center for Oceanography – Indonesian Institute of Sciences (in Indonesian).
- Setyadi, G., Pribadi, R., Wijayanti, D.P. Sugianto, D.N. 2021a. Mangrove diversity and community structure of Mimika District, Papua, Indonesia. BIODIVERSITAS 22(8): 3562-3570. DOI: 0.13057/biodiv/d220857.
- Setyadi, G., Rahayu, D.L., Pribadi, R., Hartati, R., Wijayanti, D.P., Sugianto, D.N., Darmawan, A. 2021b. Crustacean and mollusk species diversity and abundance in the mangrove communities of Mimika District, Papua, Indonesia. BIODIVERSITAS 22(10): 4146-4157. DOI: 0.13057/biodiv/d221004.
- Setyadi, G., Sugianto, D. N., Wijayanti, D. P., Pribadi, R., Supardy, E. 2021c. Sediment Accretion and Total Organic Carbon Accumulation Among Different Mangrove Vegetation Communities in the Kamora Estuary of Mimika Regency, Papua, Indonesia. Journal of Ecological Engineering, 22(11).
- Sillanpää, M., Vantellingen, J., Friess, D.A. (2017). Vegetation regeneration in a sustainably harvested mangrove forest in West Papua, Indonesia. Forest Ecology and Management, 390, 137-146. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.01.022.
- Smoak, J.M., Breithaupt, J.L., Smith, T.K., Sanders, C.J. (2013). Sediment accretion and organic carbon burial relative to sea-level rise and storm events in two mangrove forests in Everglades National Park. CATENA 104, 58-66. DOI:10.1016/j.catena.2012.10.009.
- Stevenson, N.J., Lewis, R.R., and Burbridge, P.R. (1999). Disused shrimp ponds and mangrove rehabilitation. An International Perspective on Wetland Rehabilitation, 227-297. Kluwer Academic Publisher, Netherlands. DOI: 10.1007/978-94-011-4683-8_28.
- Sukardjo, S. (1984). Mangrove ecosystem. Oceana IX (4), 102-115. Retrieved from:[http://www.oseanografi.lipi.go.id/document/oceana_ix\(4\)102-115.pdf](http://www.oseanografi.lipi.go.id/document/oceana_ix(4)102-115.pdf)
- Sunarni, Maturbongs, M.R., Arifin, T., Rahmania, R. 2016. Zonation and community of mangrove in coastal area of Merauke District. Jurnal Kelautan Nasional, 14(3). DOI: 10.15578/jkn.v14i3.7961 (in Indonesian).
- Swales, A. & Lovelock, C.E. (2020). Comparison of sediment-plate methods to measure accretion rates in an estuarine mangrove forest (New Zealand). Estuarine, Coastal and Shelf Science 236, 106642. DOI:10.1016/j.ecss.2020.106642.
- Taberima, S., Nugroho, Y.D., Murdiyarso, D. (2014). The Distribution of Carbon Stock in Selected Mangrove Ecosystem of Wetlands Papua: Bintuni, Teminabuan, and Timika Eastern Indonesia. International Conference on Chemical, Environment & Biological Sciences (CEBS-2014), Kuala Lumpur, Malaysia. DOI: 10.15242/IICBE.C914072

- Tomascik, T., Mah, A.J., Nontji, A., Moosa, M.K. (1997). The ecology of the Indonesia Seas. Part Two – The ecology of Indonesia series volume VIII. Periplus Editions.
- Tomlinson, P.B. (1986). The botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 413.
- USAID IFACS, 2014. Landscape Conservation of Mimika Regency, Papua Province. Retrieved from: https://www.lestari-indonesia.org/wp-content/uploads/2016/02/USAID-IFACS-LCP_Mimika_District_Papua.pdf
- Valiela, I., Bowen, J.L., York, J.K. (2001). Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience* Vlu. 51(10). DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2
- Vo, Q.T., Kuenzer, C., Vo, Q.M., Moder, F., Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological Indicators* (23): 431-446. DOI:10.1016/j.ecolind.2012.04.022.
- Walsh, J.P. & Nittrouer. (2004). Mangrove-bank sedimentation in a mesotidal environment with large sediment supply, Gulf of Papua. *Marine Geology* 208 (2-4), 225-248. DOI: 10.1016/j.margeo.2004.04.010.
- Warren & Darusman, 2013
- Widiastuti, M.M.D., Ruata, N. & Arifin, T. (2018). Community understanding and participation to mangrove ecosystem management in the coastal area of Arafura Sea, Merauke Districts. *J. Sosek KP* 13(1), 111- 123.
- Wilkinson (1997). Survey manual for tropical marine resources. United Nations of Environment Program.
- Willemsen, P.W.J.M., Horstman, E.M., Borsje, B.W., Friess, D.A., Dohmen-Janssen, C.M. (2016). Sensitivity of the Sediment Trapping capacity of an estuarine mangrove forest. *Geomorphology* 273, 189-201. DOI: 10.1016/j.geomorph.2016.07.038.
- Yudha, R.P., Sugito, Y.S., Sillanpää, M., Nurvianto, S. (2021). Impact of logging on the biodiversity and composition of flora and fauna in the mangrove forests of Bintuni Bay, West Papua, Indonesia .*Forest Ecology and Management*, Volume 488, 119038, ISSN 0378-1127. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119038.



