

MANGROVE FOR CIVIL ENGINEERING

(MANGROVE ECOSYSTEM FOR DEVELOPMENT)

Mangrove merupakan tumbuhan yang biasa tumbuh di pesisir pantai atau bibir pantai. Mangrove juga dapat disebut sebagai tumbuhan yang memiliki kekhasan habitus maupun habitat yang tidak dimiliki oleh tumbuhan lain. Komunitas ini hidup pada daerah pasang surut dengan salinitas yang relatif tinggi dan kondisi perairan yang berubah-ubah (tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut) dengan reaksi tanah anaerob. Untuk bertahan hidup, mangrove melakukan adaptasi dengan membentuk akar yang keluar dari dalam tanah untuk membantu pengambilan udara langsung karena tanah tempat tumbuh yang bersifat anaerob. Jadi bisa dikatakan bahwa hutan mangrove dicirikan sebagai hutan yang habitatnya tidak terpengaruh iklim, dipengaruhi pasang surut, tanah tergenang air laut, tanah rendah pantai dan tidak mempunyai struktur tajuk.

Namun sedikit dari masyarakat yang mengetahui bahwa tumbuhan mangrove dapat digunakan dalam bidang konstruksi khususnya bidang teknik sipil. Tujuan dibuatnya buku ini adalah memberikan panduan mengenai ekosistem mangrove serta memberikan alternatif desain perencanaan bangunan tepi pantai ramah lingkungan. Sehingga kehadiran buku ini diharapkan bisa memberikan informasi mengenai mangrove serta perannya dalam bidang Teknik Sipil.



Ahmad Herison, lahir di Tanjung Karang, 30 Oktober 1969. Ia menyelesaikan pendidikan S-1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, pada Jurusan Teknik Sipil (1995), S-2 di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada jurusan Teknik Sipil Kelautan (2001), dan S-3 di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada Jurusan Sumber Daya Pesisir dan Lautan (2014). Selain menjadi dosen, ia juga mendirikan beberapa perusahaan yang bergerak pada bidang jasa, perdagangan, Teknik Pantai pada dan Teknik Sipil.



Yuda Romdania, lahir di Tanjung Karang, 7 November 1970. Ia menyelesaikan pendidikan D-3 di Universitas Lampung pada jurusan Teknik Sipil (1992), S-1 di Universitas Lampung pada jurusan Teknik Sipil (1996), S-2 di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada jurusan Teknik Sipil (2001). Buku yang pernah ia terbitkan antara lain Buku Ajar Bahasa Indonesia (2011) dan Penuntun Pratikum Mekanika Fluida (2013) serta menjadi dosen di Universitas Lampung sampai sekarang.

MANGROVE FOR CIVIL ENGINEERING
(MANGROVE ECOSYSTEM FOR DEVELOPMENT)

AHMAD HERISON DAN YUDA ROMDANIA

MANGROVE FOR CIVIL ENGINEERING



MANGROVE ECOSYST
FOR
DEVELOPMENT

AHMAD HERISON
YUDA ROMDANIA

KATA PENGANTAR

Indonesia merupakan pulau memiliki mangrove yang terluas di dunia serta keragaman hayati terbesar dengan strukturnya paling bervariasi. Warisan alam yang sangat luar biasa ini memberikan tanggung jawab yang besar bagi Indonesia untuk melestarikannya, sekaligus memberikan kesempatan yang berharga bagi mereka yang bermaksud mempelajari dan menikmati habitat ini.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang sangat unik karena tumbuh pada daerah yang memiliki salinitas (kadar garam) yang relatif tinggi dan kondisi perairan yang berubah-ubah karena akan tergenang pada saat pasang dan terbebas dari genangan pada saat surut. Untuk dapat bertahan hidup mangrove melakukan adaptasi terhadap lingkungan dengan membentuk akar yang keluar dari dalam tanah dan mengeluarkan kelebihan garam dari dalam tubuhnya.

Namun sedikit dari masyarakat yang mengetahui bahwa tumbuhan mangrove dapat digunakan dalam bidang konstruksi khususnya bidang teknik sipil. Tujuan dibuatnya buku ini adalah memberikan panduan mengenai ekosistem mangrove serta memberikan alternatif desain perencanaan bangunan tepi pantai ramah lingkungan. Sehingga kehadiran buku ini diharapkan bisa memberikan informasi mengenai mangrove serta perannya dalam bidang Teknik Sipil.

Bandar Lampung, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii

BAGIAN I. MENGENAL MANGROVE

Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Pengertian Mangrove	1
1.2. Karakteristik Mangrove	2
Bab 2. Habitat Mangrove.....	6
2.1. Jenis – Jenis Mangrove	6
2.1.1. Mangrove Sejati	6
2.1.2. Mangrove Ikutan	64
2.2. Tipe Vegetasi Mangrove	85
2.3. Ekosistem Mangrove	87
2.4. Fauna Penghuni Hutan Mangrove	89
Bab 3. Kegunaan Mangrove.....	93
3.1. Pemanfaatan Mangrove	93
3.2. Fungsi Mangrove.....	96
3.2.1. Fungsi Fisik.....	96
3.2.1.1. Menjaga Garis Pantai.....	96
3.2.1.2. Mempercepat Pertumbuhan Lahan Baru	97
3.2.1.3. Pelindung Terhadap Gelombang dan Angin	97
3.2.1.4. Mencegah Intrusi Air Laut	97
3.2.1.5. Menahan Sedimen.....	97
3.2.2. Fungsi Biologi.....	98
3.2.2.1. Sumber Makanan.....	98
3.2.2.2. Kawasan Nursery Ground, Spawning Ground dan Feeding Ground	98
3.2.2.3. Sumber Plasma Nutfah	98
3.2.3. Fungsi Ekonomi.....	98
3.2.3.1. Penghasil Kayu	98
3.2.3.2. Penghasil Bahan Baku Industri	98
3.2.3.3. Tempat Pariwisata.....	99
3.2.3.4. Tempat Pendidikan dan Penelitian	99

BAGIAN II. HUTAN MANGROVE INDONESIA

Bab 4. Status Mangrove di Indonesia.....	100
4.1. Kondisi Hutan Mangrove di Indonesia	100
4.2. Penyebab Kerusakan Hutan Mangrove	101
4.3. Pelestarian Hutan Mangrove	103
Bab 5. Kebijakan Dan Peraturan Tentang Mangrove	105
5.1. Peraturan yang Berkaitan Dengan Pengelolaan Mangrove	105
5.2. Kebijakan Jalur Hijau dan Rencana Tata Ruang	106
5.3. Peraturan yang Berkaitan dengan Konservasi Mangrove	107



BAGIAN III. FAKTOR – FAKTOR PEREDAM DALAM MANGROVE

Bab 6. Faktor Lingkungan Ekosistem Mangrove	109
6.1. Salinitas	109
6.2. Tanah	109
6.3. Suhu	110
6.4. Curah Hujan	110
6.5. Kecepatan Angin	111
6.6. Derajat Kemasaman	111
6.7. Zat Hara	111
Bab 7. Faktor Peredam Gelombang pada Mangrove	113
7.1. Kelentingan	113
7.2. Akar Nafas	115
7.3. Serasah	115
Bab 8. Peredaman Gelombang dengan Mangrove <i>Avicennia marina</i>	118
8.1. Penelitian di Pantai Indah Kapuk, Jakarta	118
8.2. Penelitian di Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur	133

BAGIAN IV. MANGROVE DI BIDANG TEKNIK SIPIL

Bab 9. Mangrove dalam Bidang Konstruksi	153
9.1. Pantai Indah Kapuk, Jakarta	153
9.2. Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur	188
9.3. Mangrove dalam Konstruksi Jembatan	194
Daftar Pustaka	161
Lampiran	165
Glosarium	168
Indeks	172



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Pengertian Mangrove

Mangrove merupakan tumbuhan yang biasa tumbuh di pesisir pantai atau bibir pantai. Asal kata “mangrove” tidak diketahui secara jelas dan terdapat berbagai pendapat mengenai asal-usul katanya. Macnae (1968) menyebutkan kata mangrove merupakan perpaduan antara bahasa Portugis mangue dan bahasa Inggris grove. Sementara itu, menurut Mastaller (1997) kata mangrove berasal dari bahasa Melayu kuno mangi-mangi yang digunakan untuk menerangkan marga *Avicennia* dan masih digunakan sampai saat ini di Indonesia bagian timur.

Beberapa ahli mendefinisikan istilah “mangrove” secara berbeda-beda, namun pada dasarnya merujuk pada hal yang sama. Tomlinson (1986) dan Wightman (1989) mendefinisikan mangrove sebagai tumbuhan yang terdapat di daerah pasang surut maupun sebagai komunitas. Mangrove juga didefinisikan sebagai formasi tumbuhan daerah litoral yang khas di pantai daerah tropis dan sub tropis yang terlindung (Saenger, dkk, 1983). Sementara itu Soerianegara (1987) mendefinisikan hutan mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut, dan terdiri atas jenis-jenis pohon *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Aegiceras*, *Scyphophora* dan *Nypa*.

Pada dasarnya, menurut Wightman (1989) yang lebih penting untuk diketahui pada saat bekerja dengan komunitas mangrove adalah menentukan mana yang termasuk dan mana yang tidak termasuk mangrove. Dia menyarankan seluruh tumbuhan vaskular yang terdapat di daerah yang dipengaruhi pasang surut termasuk mangrove.

Sebagian besar orang belum banyak mengetahui apakah sebenarnya mangrove itu. Masyarakat Indonesia dan negara Asia Tenggara lainnya yang berbahasa Melayu sering menyebut hutan mangrove dengan hutan bakau. Penggunaan istilah hutan bakau untuk hutan mangrove sebenarnya kurang tepat dan rancu, karena bakau hanya nama lokal dari marga *Rhizophora*, sementara hutan mangrove disusun dan ditumbuhi oleh banyak marga dan jenis tumbuhan lainnya. Oleh karena itu, beberapa ahli menyarankan penyebutan hutan mangrove dengan hutan bakau sebaiknya dihindari.

Mangrove mempunyai dua arti, pertama sebagai komunitas, yaitu komunitas atau masyarakat tumbuhan atau hutan yang tahan terhadap kadar garam/salinitas (pasang surut air laut); dan kedua sebagai individu spesies. Supaya tidak rancu, Macnae kemudian menggunakan istilah "mangrove" apabila berkaitan dengan komunitas hutan dan "mangrove" untuk individu tumbuhan. Kata mangrove merupakan kombinasi antara bahasa Portugis "mangrove" dan bahasa Inggris "grove". Dalam bahasa Inggris kata mangrove digunakan

baik untuk komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah jangkauan pasang surut maupun untuk individu-individu jenis tumbuhan yang menyusun komunitas tersebut. Beberapa ahli mendefinisikan istilah "mangrove" secara berbeda-beda, namun pada dasarnya merujuk pada hal yang sama. Hutan mangrove dikenal juga dengan istilah *tidal forest*, *coastal woodland*, *vloedbosschen* dan hutan payau (Bahasa Indonesia).

Mangrove juga dapat disebut sebagai tumbuhan yang memiliki kekhasan habitus maupun habitat yang tidak dimiliki oleh tumbuhan lain. Komunitas ini hidup pada daerah pasang surut dengan salinitas yang relatif tinggi dan kondisi perairan yang berubah-ubah (tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut) dengan reaksi tanah anaerob. Untuk bertahan hidup, mangrove melakukan adaptasi dengan membentuk akar yang keluar dari dalam tanah untuk membantu pengambilan udara langsung karena tanah tempat tumbuh yang bersifat anaerob. Jadi bisa dikatakan bahwa hutan mangrove dicirikan sebagai hutan yang habitatnya tidak terpengaruh iklim, dipengaruhi pasang surut, tanah tergenang air laut, tanah rendah pantai dan tidak mempunyai struktur tajuk.

1.2. Karakteristik Mangrove

Vegetasi mangrove secara khas memperlihatkan adanya pola zonasi. Beberapa ahli (seperti Chapman, 1977 & Bunt & Williams, 1981) menyatakan bahwa hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir atau gambut), keterbukaan (terhadap hempasan gelombang), salinitas serta pengaruh pasang surut.

Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah dimana endapan lumpur terakumulasi (Chapman, 1977). Di Indonesia, substrat berlumpur ini sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucronata* and *Avicennia marina* (Kint, 1934). Jenis-jenis lain seperti *Rhizophora stylosa* tumbuh dengan baik pada substrat berpasir, bahkan pada pulau karang yang memiliki substrat berupa pecahan karang, kerang dan bagian-bagian dari *Halimeda* (Ding Hou, 1958). Kint (1934) melaporkan bahwa di Indonesia, *R. stylosa* dan *Sonneratia alba* tumbuh pada pantai yang berpasir, atau bahkan pada pantai berbatu. Pada kondisi tertentu, mangrove dapat juga tumbuh pada daerah pantai bergambut, misalnya di Florida, Amerika Serikat (Chapman, 1976a). Di Indonesia, kondisi ini ditemukan di utara Teluk Bone dan di sepanjang Larian – Lumu, Sulawesi Selatan, dimana mangrove tumbuh pada gambut dalam (>3 m) yang bercampur dengan lapisan pasir dangkal (0,5 m) (Giesen, dkk, 1991). Substrat mangrove berupa tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi (62%) juga dilaporkan ditemukan di Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta (Hardjowigeno, 1989).

Kondisi salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove. Berbagai jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya secara selektif mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara beberapa jenis yang lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya.

Avicennia merupakan marga yang memiliki kemampuan toleransi terhadap kisaran salinitas yang luas dibandingkan dengan marga lainnya. *A. marina* mampu tumbuh dengan baik pada salinitas yang mendekati tawar sampai dengan 90 % (MacNae, 1966;1968). Pada salinitas ekstrim, pohon tumbuh kerdil dan kemampuan menghasilkan buah hilang. Jenis-

jenis *Sonneratia* umumnya ditemui hidup di daerah dengan salinitas tanah mendekati salinitas air laut, kecuali *S. caseolaris* yang tumbuh pada salinitas kurang dari 10 %. Beberapa jenis lain juga dapat tumbuh pada salinitas tinggi seperti *Aegiceras corniculatum* pada salinitas 20 – 40 %, *Rhizophora mucronata* dan *R. Stylosa* pada salinitas 55 %, *Ceriops tagal* pada salinitas 60 % dan pada kondisi ekstrim ini tumbuh kerdil, bahkan *Lumnitzera racemosa* dapat tumbuh sampai salinitas 90 % (Chapman, 1976a). Jenis-jenis *Bruguiera* umumnya tumbuh pada daerah dengan salinitas di bawah 25 %. MacNae (1968) menyebutkan bahwa kadar salinitas optimum untuk *B. parviflora* adalah 20 %, sementara *B. gymnorhiza* adalah 10 – 25 %.

Zona vegetasi mangrove nampaknya berkaitan erat dengan pasang surut. Beberapa penulis melaporkan adanya korelasi antara zonasi mangrove dengan tinggi rendahnya pasang surut dan frekuensi banjir (van Steenis, 1958 & Chapman, 1978a). Di Indonesia, areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah umumnya didominasi oleh *Avicennia alba* atau *Sonneratia alba*. Areal yang digenangi oleh pasang sedang didominasi oleh jenis-jenis *Rhizophora*. Adapun areal yang digenangi hanya pada saat pasang tinggi, yang mana areal ini lebih ke daratan, umumnya didominasi oleh jenis-jenis *Bruguiera* dan *Xylocarpus granatum*, sedangkan areal yang digenangi hanya pada saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari dalam sebulan) umumnya didominasi oleh *Bruguiera sexangula* dan *Lumnitzera littorea*.

Pada umumnya, lebar zona mangrove jarang melebihi 4 kilometer, kecuali pada beberapa estuari serta teluk yang dangkal dan tertutup. Pada daerah seperti ini lebar zona mangrove dapat mencapai 18 kilometer seperti di Sungai Sembilang, Sumatera Selatan (Danielsen & Verheugt, 1990) atau bahkan lebih dari 30 kilometer seperti di Teluk Bintuni, Irian Jaya (Erftemeijer, dkk, 1989). Adapun pada daerah pantai yang tererosi dan curam, lebar zona mangrove jarang melebihi 50 meter. Untuk daerah di sepanjang sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut, panjang hamparan mangrove kadang-kadang mencapai puluhan kilometer seperti di Sungai Barito, Kalimantan Selatan. Panjang hamparan ini bergantung pada intrusi air laut yang sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya pasang surut, pemasukan dan pengeluaran material kedalam dan dari sungai, serta kecuramannya.

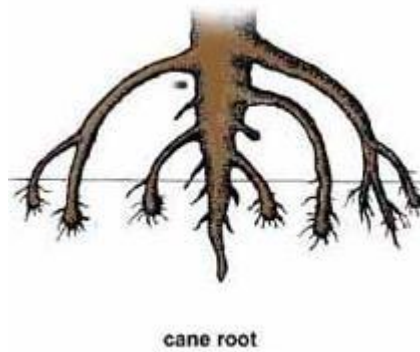
KARAKTER MORFOLOGI DAN FISILOGI

1. SISTEM PERAKARAN

Mangrove memiliki beberapa macam jenis perakaran. Satu pohon mangrove dapat mempunyai satu sistem perakaran ataupun lebih. Perbedaan perakaran pada mangrove merupakan salah satu bentuk adaptasi terhadap lingkungan sekitarnya. Setiap jenis perakaran pun memiliki fungsinya masing-masing. Macam-macam perakaran mangrove adalah sebagai berikut :

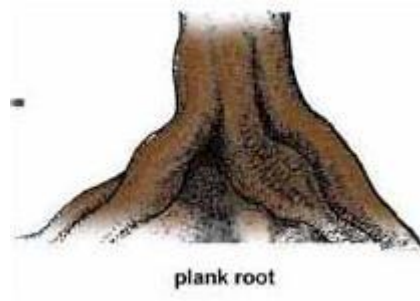
- **Akar Tunjang**

Akar tunjang ini berbentuk seperti ceker ayam. Biasanya perakaran ini dimiliki oleh mangrove yang hidup ditepi pantai dengan substrat pasir atau di rawa-rawa pinggir sungai. Fungsinya untuk menahan pohon agar tetap tegak berdiri bila dihempas angin dan bertahan dari deburan ombak. Lihat di gambar 1 . Contoh: *Rhizophora*.



Gambar 1. *Cane Root* (Akar Tunjang).
Sumber : web.ipb

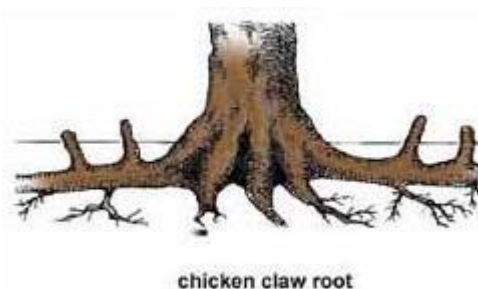
- **Akar Papan**



Gambar 2. *Plank Root* (Akar Papan).
Sumber : web.ipb

Akar papan berbentuk seperti papan, akarnya sangat keras dan pipih. Biasanya jenis perakaran ini dimiliki oleh pohon mangrove yang hidup di daerah yang berada lebih dekat ke darat (bukan tipe pohon mangrove yang hidup di tepi pantai). Lihat gambar 2. Contoh : *Xylocarpus sp.*

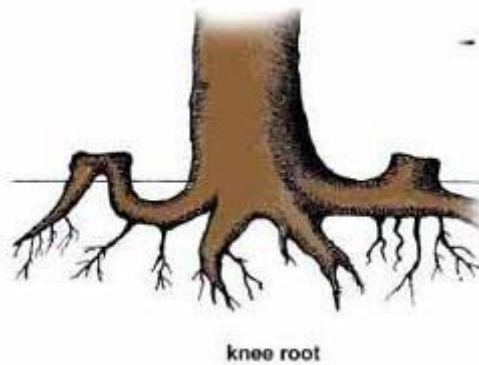
- **Akar Nafas**



Gambar 3. *Chicken Claw Root* (Akar Nafas/Kaki Ayam).
Sumber : web.ipb

Akar napas merupakan akar yang manucul di dekat pohon mangrove, bentuknya seperti pensil. Pohon dengan jenis perakaran ini biasanya hidup ditepi pantai dengan subsrat lumpur atau pasir berlumpur. Fungsinya untuk mengambil udara, karena didalam tanah yang berlumpur kandungan oksigen lebih sedikit. Contoh akar napas terdapat pada *Avicennia marina*. Lihat gambar 3.

- **Akar Lutut**



Gambar 4. *Knee Root* (Akar Lutut).
Sumber : web.ipb

Akar lutut berbentuk menjalar dan berlutut-lutut. Perakaran jenis ini biasanya memakan tempat lebih banyak daripada perakaran jenis lain karena akarnya bisa sangat panjang. Lihat gambar 4. Contoh : *Bruguiera sp.*

2. Buah

Semua spesies mangrove memproduksi buah yang biasanya disebarkan melalui air. Ada beberapa macam bentuk buah, seperti berbentuk silinder, bulat dan berbentuk kacang.

- **Benih Vivipari**
Umumnya terdapat pada famili Rhizophoraceae (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, dan *Candelia*) buahnya berbentuk silinder (seperti tongkat), buahnya disebut viviporus. Bibit Rhizophoraceae telah berkecambah di dalam buah dan hipokotilnya menonjol keluar dan mengembang dari buahnya ketika buahnya masih berada di atas pohon induk.
- **Buah Cryplovivipari**
Avicennia (seperti buah kacang), *Aegiceras* (seperti silinder) dan *Nypha* buahnya tipe Cryploviviporus dimana dimana bibitnya berkecambah tapi dilapisi oleh selaput buah (kulit buah) sebelum dilepaskan dari pohon induk.
- **Benih Normal**
Ditemukan pada spesies *Sonneratia* dan *Xylocarpus* buahnya berbentuk bulat seperti bola dengan benih normal. Untuk spesies lain kebanyakan buahnya berbentuk kapsul, sebagai benih normal. Buah tersebut mengalami proses dimana buahnya memecah diri dan menyebarkan benihnya pada saat mencapai air.

BAB II. HABITAT MANGROVE

2.1. Jenis – Jenis Mangrove

2.1.1. Mangrove Sejati

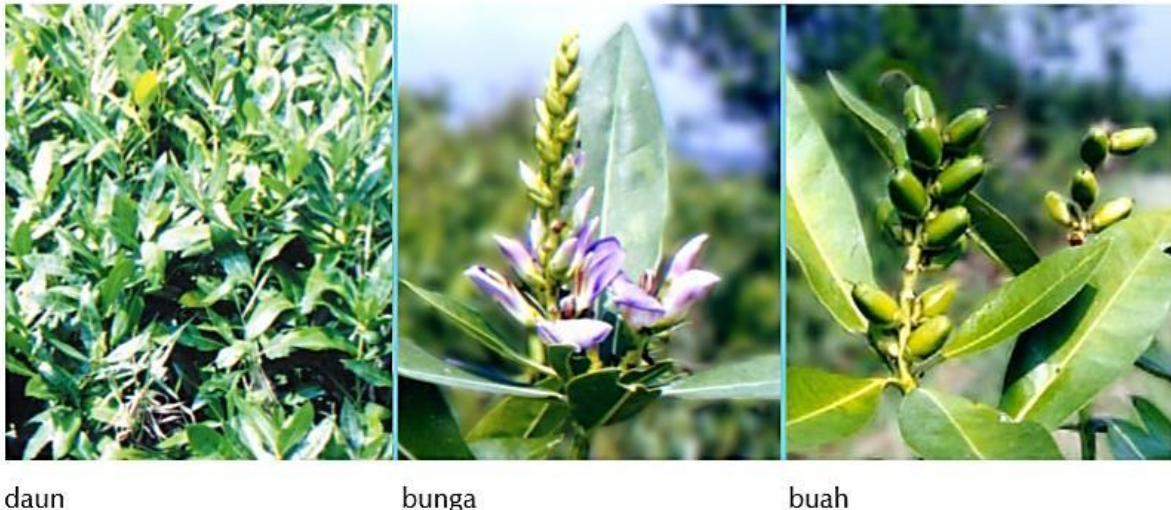
Mangrove Sejati adalah kelompok tumbuhan yang hanya dapat hidup di lingkungan yang masih dipengaruhi pasang surut air laut (pantai dan muara sungai) yang substrat dasarnya berupa lumpur endapan (aluvial).

Mangrove sejati biasanya memiliki adaptasi khusus yang dapat menunjang kehidupannya di lingkungan mangrove. Adaptasi tersebut dapat berupa adaptasi morfologi seperti modifikasi akar dan daun, serta adaptasi fisiologi.

1) *Acanthus ebracteatus*

Nama setempat	: Jeruju putih.
Deskripsi umum	: <i>A. ebracteatus</i> hampir sama dengan <i>A. ilicifolius</i> (lihat halaman berikutnya), tetapi seluruh bagiannya lebih kecil.
Daun	: Pinggiran daun umumnya rata kadang bergerigi seperti <i>A. ilicifolius</i> . Unit & Letak : Sederhana, berlawanan. Bentuk: lanset. Ujung: meruncing. Ukuran : 7-20 x 4-10 cm.
Bunga	: Mahkota bunga berwarna biru muda hingga ungu lembayung cerah, kadang agak putih di bagian ujungnya. Panjang tandan bunga lebih pendek dari <i>A. ilicifolius</i> , sedangkan bunganya sendiri 2-2,5 cm. Bunga hanya mempunyai satu pinak daun utama, karena yang sekunder biasanya cepat rontok. Letak: di ujung. Formasi: bulir.
Buah	: Warna buah saat masih muda hijau cerah dan permukaannya licin mengkilat. Bentuk buah bulat lonjong seperti buah melinjo. Ukuran: Buah panjang 2,53 cm, biji 5-7 mm.
Ekologi	: Ketika tumbuh bersamaan dengan <i>A. ilicifolius</i> keduanya memperlihatkan adanya karakter yang berbeda sebagaimana diuraikan dalam deskripsi, akan tetapi sering sekali membingungkan. Berbunga pada bulan Juni.
Distribusi	: Dari India sampai Australia Tropis, Filipina, dan Kepulauan Pasifik Barat. Terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Umum.

Manfaat	: Buah digunakan sebagai “pembersih” darah serta untuk mengatasi kulit terbakar. Daun mengobati reumatik. Perasan buah atau akar kadang-kadang digunakan untuk mengatasi racun gigitan ular atau terkena panah beracun. Biji konon bisa mengatasi serangan cacing dalam pencernaan.
Catatan	: Terdapat kecenderungan untuk memperlakukan <i>A.ebracteatus</i> , <i>A.ilicifolius</i> dan <i>A.volubilis</i> sebagai satu jenis. Lihat gambar 5.



Gambar 5. Mangrove *Acanthus*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

2) *Acanthus ilicifolius*

Nama setempat	: Jeruju hitam, daruyu, darulu.
Deskripsi umum	: Herba rendah, terjurai di permukaan tanah, kuat, agak berkayu, ketinggian hingga 2m. Cabang umumnya tegak tapi cenderung kurus sesuai dengan umurnya. Percabangan tidak banyak dan umumnya muncul dari bagian-bagian yang lebih tua. Akar udara muncul dari permukaan bawah batang horizontal.
Daun	: Dua sayap gagang daun yang berduri terletak pada tangkai. Permukaan daun halus, tepi daun bervariasi: zigzag/bergerigi besar-besar seperti gergaji atau agak rata dan secara gradual menyempit menuju pangkal. Unit & letak: sederhana, berlawanan. Bentuk: lanset lebar. Ujung: meruncing dan berduri tajam. Ukuran: 9-30 x 4-12 cm.
Bunga	: Mahkota bunga berwarna biru muda hingga ungu lembayung, kadang agak putih. Panjang tandan bunga 10-20 cm, sedangkan bunganya sendiri 5-4 cm. Bunga memiliki satu pinak daun penutup utama dan dua

	sekunder. Pinak daun tersebut tetap menempel seumur hidup pohon. Letak: di ujung. Formasi: bulir.
Buah	: Warna buah saat masih muda hijau cerah dan permukaannya licin mengkilat. Bentuk buah bulat lonjong seperti buah melinjo. Ukuran: buah panjang 2,53 cm, biji 10 mm.
Ekologi	: Biasanya pada atau dekat mangrove, sangat jarang di daratan. Memiliki kekhasan sebagai herba yang tumbuh rendah dan kuat, yang memiliki kemampuan untuk menyebar secara vegetatif karena perakarannya yang berasal dari batang horizontal, sehingga membentuk bagian yang besar dan kukuh. Bunga kemungkinan diserbuki oleh burung dan serangga. Biji tertiuip angin, sampai sejauh 2 m. Di Bali berbuah sekitar Agustus.
Distribusi	: Dari India hingga Australia tropis, Filipina dan Kepulauan Pasifik barat. Terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Buah ditumbuk dan digunakan untuk “pembersih” darah serta mengatasi kulit terbakar. Daun mengobati reumatik. Perasan buah atau akar kadang-kadang digunakan untuk mengatasi racun gigitan ular atau terkena panah beracun. Biji konon bisa mengatasi serangan cacing dalam pencernaan. Pohon juga dapat digunakan sebagai makanan ternak.
Catatan	: Terdapat kecenderungan untuk memperlakukan <i>A. ebracteatus</i> , <i>A. ilicifolius</i> dan <i>A. volubilis</i> sebagai satu jenis. Lihat gambar 6.



daun

bunga

buah

Art

Gambar 6. Mangrove *Acanthus ilicifolius*.

Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

3) *Acrostichum aurem*

Nama setempat	: Piai raya, mangrove varen, hata diuk, paku cai, kala keok, wikakas, krakas, wrekas, paku laut.
Deskripsi umum	: Ferna berbentuk tandan di tanah, besar, tinggi hingga 4 m. Batang timbul dan lurus, ditutupi oleh urat besar. Menebal di bagian pangkal, coklat tua dengan peruratan yang luas, pucat, tipis ujungnya, bercampur dengan urat yang sempit dan tipis.
Daun	: Panjang 1-3 m, memiliki tidak lebih dari 30 pinak daun. Pinak daun letaknya berjauhan dan tidak teratur. Pinak daun terbawah selalu terletak jauh dari yang lain dan memiliki gagang yang panjangnya 3 cm. Ujung daun fertil berwarna coklat seperti karat. Bagian bawah dari pinak daun tertutup secara seragam oleh sporangia yang besar. Ujung pinak daun yang steril dan lebih panjang membulat atau tumpul dengan ujung yang pendek. Duri banyak, berwarna hitam. Peruratan daun menyerupai jaring. Sisik yang luas, panjang hingga 1 cm, hanya terdapat di bagian pangkal dari gagang, menebal di bagian tengah. Spora besar dan berbentuk tetrahedral.
Ekologi	: Ferna tahunan yang tumbuh di mangrove dan pematang tambak, sepanjang kali dan sungai payau serta saluran. Tingkat toleransi terhadap genangan air laut tidak setinggi <i>A. speciosum</i> . Ditemukan di bagian daratan dari mangrove. Biasa terdapat pada habitat yang sudah rusak, seperti areal mangrove yang telah ditebangi yang kemudian akan menghambat tumbuhan mangrove untuk beregenerasi. Tidak seperti <i>A. speciosum</i> , jenis ini menyukai areal yang terbuka terang dan disinari matahari.
Penyebaran	: Pan-tropis. Terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Sangat melimpah setempat.
Manfaat	: Akar rimpang dan daun tua digunakan sebagai obat. Daun digunakan sebagai alas ternak. Daun mudanya dilaporkan dimakan di Timor dan Sulawesi Utara.
Catatan	: Seringkali keliru dengan <i>A. speciosum</i> . <i>A. aureum</i> lebih tinggi, dan individu mudanya lebih kemerahan dibandingkan dengan <i>A. speciosum</i> yang kecoklatan. Pengenalan yang paling mudah adalah dengan melihat ujung daunnya. <i>A. aureum</i> pada umumnya agak tumpul, tetapi dengan titik yang kecil, sementara pada <i>A. speciosum</i> runcing-memanjang. Lihat gambar 7.



Gambar 7. Mangrove *Acrostichum aureum*
Sumber : Wikipedia, 2019.

4) *Acrostichum speciosum*

Nama setempat	: Piai lasa.
Deskripsi umum	: Ferna tanah, membentuk tandan yang kasar dengan ketinggian hingga 1,5 m. Sisik pada akar rimpang panjangnya hingga 8 mm.
Daun	: Sangat mencolok, pada umumnya panjangnya kurang dari 1 m dan memiliki pinak daun fertil berwarna karat pada bagian ujungnya, tertutup secara seragam oleh sporangia besar. Pinak daun berukuran kira-kira 28 x 10 cm. Pinak daun yang steril memiliki ujung lebih kecil dan menyempit. Jenis ini berbeda dengan <i>A.aureum</i> dalam hal ukuran pinak daunnya yang lebih kecil dan ujungnya meruncing, permukaan bagian bawah pinak daun yang fertil berwarna coklat tua dan ditutupi oleh sporangia, serta daun mudanya berwarna hijau-kecoklatan. Peruratan daun berbentuk jaring. Sisik luas, panjang hingga 1 cm, hanya terdapat di bagian pangkal daun. Sisik menebal di bagian tengah. Spora besar dan berbentuk tetrahedral.

Ekologi	: Ferna tahunan. Tumbuh pada areal mangrove yang lebih sering tergenang oleh pasang surut. Khususnya tumbuh pada gundukan lumpur yang “dibangun” oleh udang dan kepiting. Biasanya menyukai areal yang terlindung. Daun yang fertil dihasilkan pada bulan Agustus hingga April. “Kecambah” (sebenarnya “bibit spora”) berlimpah pada bulan Januari hingga April (di Jawa).
Penyebaran	: Asia dan Australia tropis. Di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Melimpah setempat.
Manfaat	: Daun digunakan sebagai alas kandang ternak. Lihat gambar 8.



Gambar 8. Mangrove *Acrostichum speciosum*
Sumber : Ikan dan Laut, 2017.

5) *Aegialitis annulata*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Semak kecil, umumnya memiliki ketinggian 1,5-3 meter, kadang-kadang dijumpai sebagai pohon sampai 7 meter tingginya. Biasanya memiliki akar yang menjalar pada permukaan tanah, dan ranting dengan goresan berbentuk cincin. Kadang-kadang memiliki akar tunjang. Kulit kayu bagian luar berwarna hitam, halus

	dan kemudian bercelah sejalan dengan bertambahnya umur. Diameter batang sampai 20 cm, bengkak pada bagian pangkal dan memiliki tekstur seperti busa.
Daun	: Terdapat lobang longitudinal dan kelenjar garam. Gagang daun panjangnya 8 cm. Unit & Letak: sederhana & bersilangan. Bentuk: lanset seperti pedang. Ujung: meruncing. Ukuran: 6-9 x 2-5 cm.
Bunga	: Tandan bunga yang asimetris memiliki banyak bunga. Letak: di ujung tandan/ tangkai bunga. Formasi: payung (ada banyak bunga). Daun Mahkota: 5; putih kadang abu-abu pucat, tumpang tindih; 5-8 mm. Kelopak Bunga: 5; bentuk tabung; 7-8 mm.
Buah	: Buah berbentuk kapsul melengkung, memiliki 5 sudut, berwarna kemerahan ketika telah matang. Ukuran: 3-4 x 4-5 cm.
Ekologi	: Tumbuh pada daerah mangrove terbuka sebagai individu yang terpisah atau dalam kelompok kecil. Juga tumbuh pada daerah yang lebih berpasir dan berkarang serta tergenang oleh air dengan salinitas yang sama dengan air laut (pada akhir musim kering). Penyerbukan dilaporkan dibantu oleh semut. Di Australia, perbungaan terjadi pada bulan September - November, sedangkan buah yang matang tumbuh pada bulan Januari - Maret.
Penyebaran	: Kepulauan Sunda kecil, Maluku, PNG dan Australia Utara.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Memiliki kandungan tanin yang sangat tinggi, akan tetapi penggunaannya belum pernah dilaporkan.
Catatan	: <i>A. annulata</i> dan <i>A. rotundifolia</i> memiliki daerah penyebaran yang tidak bersambung. Bunga dari kedua jenis tumbuhan ini memiliki perbedaan karakteristik yang tidak terlalu penting. Lihat gambar 9.



Gambar 9. Mangrove *Aegialitis Annulata*

6) *Aegiceras corniculatum*

Nama setempat	: Teruntun, gigi gajah, perepat tudung, perpat kecil, tudung laut, duduk agung, teruntung, kayu sila, kacang, klungkum, gedangan, kacang-kacangan.
Deskripsi umum	: Semak atau pohon kecil yang selalu hijau dan tumbuh lurus dengan ketinggian pohon mencapai 6 m. Akar menjalar di permukaan tanah. Kulit kayu bagian luar abu-abu hingga coklat kemerahan, bercelah, serta memiliki sejumlah lentisel.
Daun	: Daun berkulit, terang, berwarna hijau mengkilat pada bagian atas dan hijau pucat di bagian bawah, seringkali bercampur warna agak kemerahan. Kelenjar pembuangan garam terletak pada permukaan daun dan gagangnya. Unit & Letak: sederhana & bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik hingga elips. Ujung: membundar. Ukuran: 11 x 7,5 cm.
Bunga	: Dalam satu tandan terdapat banyak bunga yang bergantung seperti lampion, dengan masing-masing tangkai/gagang bunga panjangnya 8-12 mm. Letak: di ujung tandan/tangkai bunga. Formasi: payung. Daun Mahkota: 5; putih, ditutupi rambut pendek halus; 5-6 mm. Kelopak Bunga: 5; putih - hijau.
Buah	: Buah berwarna hijau hingga merah jambon (jika sudah matang), permukaan halus, membengkok seperti sabit,. Dalam buah terdapat satu biji yang membesar dan cepat rontok. Ukuran: panjang 5-7,5 cm dan diameter 0,7 cm.
Ekologi	: Memiliki toleransi yang tinggi terhadap salinitas, tanah dan cahaya yang beragam. Mereka umum tumbuh di tepi daratan daerah mangrove yang tergenang oleh pasang naik yang normal, serta di bagian tepi dari jalur air yang bersifat payau secara musiman. Perbungaan terjadi sepanjang tahun, dan kemungkinan diserbuki oleh serangga. Biji tumbuh secara semi-vivipar, dimana embrio muncul melalui kulit buah ketika buah yang membesar rontok. Biasanya segera tumbuh sekelompok anakan di bawah pohon dewasa. Buah dan biji telah teradaptasi dengan baik terhadap penyebaran melalui air.
Penyebaran	: Sri Lanka, Malaysia, seluruh Indonesia, Papua New Guinea, Cina selatan, Australia dan Kepulauan Solomon.
Kelimpahan	: Umum, di beberapa daerah agak melimpah, seringkali tumbuh dalam kelompok besar.
Manfaat	: Kulit kayu yang berisi saponin digunakan untuk racun ikan. Bunga digunakan sebagai hiasan karena wanginya. Kayu untuk arang. Daun muda dapat dimakan. Lihat gambar 10.



Gambar 10. Mangrove *Aegiceras corniculatum*

Sumber : Wikiwand,2019

7) *Aegiceras floridum*

Nama setempat	: Mange-kasihan
Deskripsi umum	: Semak atau pohon kecil yang selalu hijau dan tumbuh lurus dengan ketinggian mencapai 4 m. Akar menjalar di permukaan tanah. Kulit kayu bagian luar berwarna abu-abu hingga coklat, bercelah dan memiliki sejumlah lentisel.
Daun	: Berkulit, bagian atas terang dan hijau mengkilat; bagian bawah hijau pucat kadang kemerahan. Kelenjar pembuangan garam terletak pada permukaan daun dan gagangnya. Unit & Letak: sederhana & bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 3-6 cm
Bunga	: Dalam satu tandan terdapat banyak bunga yang bergantung seperti lampion masing-masing tangkai/gagang bunga panjangnya 4-6 mm. Letak: di ujung tandan/tangkai bunga. Formasi: payung. Daun Mahkota: 5; putih, ditutupi rambut pendek halus; 4 mm. Kelopak bunga: 5; putih- hijau. Lihat gambar 11.
Buah	: Buah berwarna hijau hingga merah, bentuk agak lurus. Buah berisi satu biji memanjang dan cepat rontok. Ukuran: panjang 3 cm dan diameter 0,7 cm.
Ekologi	: Tumbuh di daerah mangrove, pada tepi pantai berpasir hingga tepi sungai, tercatat pula tumbuh pada substrat berkarang. Toleran terhadap salinitas yang tinggi. Pengetahuan tentang jenis ini sangat terbatas. Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Kalimantan Utara, Jawa Timur, Bali, Maluku, Sulawesi, seluruh Filipina hingga Indo Cina.
Kelimpahan	: Jarang dan tersebar.

Manfaat : Tidak tahu.



Gambar 11. Mangrove *Aegiceras Floridum*
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

8) *Amyema anisomeres*

Nama setempat	: Tidak diketahui.
Deskripsi umum	: Epifit parasit, halus, memiliki percabangan bulat.
Daun	: Daun tersebar, pangkal daun menyempit pada gagang yang panjangnya 8 - 10 mm. Unit & Letak: sederhana & bersilangan. Bentuk: bulat memanjang hingga lanset. Ujung: meruncing. Ukuran: 5,5-8,5 x 1,5-3 cm.
Bunga	: Tandan bunga terdapat secara tunggal atau berpasangan. Gagang bunga bulat, panjang 4-7 mm. Letak: di ketiak daun. Formasi: payung (3 bunga). Daun Mahkota: merah muda, hampir silindris, panjang 19-20 mm, dengan 4 atau 5 daun mahkota tumpul berukuran 3,5 mm. Kelopak Bunga: berbentuk corong, panjang 2,5 mm. Benang sari : panjangnya 1,5 mm; kepala sari bulat panjang.
Buah	: Tidak diketahui
Ekologi	: Hanya terkoleksi satu kali pada pohon <i>Rhizophora</i> .
Distribusi	: Mungkin sangat terbatas, karena hanya terkoleksi satu kali di Kampung Lato-u dekat Malili, Sulawesi Selatan. Mungkin endemik di Sulawesi.
Kelimpahan	: Mungkin sangat langka.
Manfaat	: Tidak tahu.
Catatan	: Satu dari sedikit tumbuhan mangrove endemik di Indonesia. Lihat gambar 12.

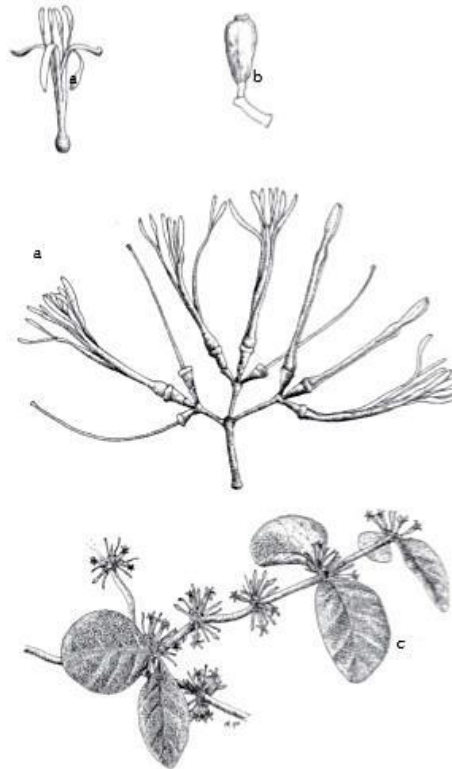


a. bunga; b. buah; c. daun

Gambar 12. Mangrove *Amyema anisomeres*
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

9) *Amyema gravis*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Hemi-parasit, biasanya menggantung, panjangnya 0,5-1 m.
Daun	: Memiliki daun yang tebal. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: panjang hingga 5 cm.
Bunga	: Tandan bunga tumbuh soliter pada ketiak daun. Setiap tandan memiliki 2-3 gagang yang berisi bunga. Daun mahkota bunga berwarna merah serta pangkal berwarna kuning-kehijauan. Lihat gambar 13.
Buah	: Tidak diketahui.
Ekologi	: Hemi-parasit pada <i>Avicennia</i> , <i>Rhizophora</i> dan <i>Sonneratia</i> . Perbungaan sepanjang tahun.
Distribusi	: Malaysia, Kalimantan, Kepulauan Kangean dan Jawa Timur.
Kelimpahan	: Melimpah setempat.
Manfaat	: Tidak tahu.



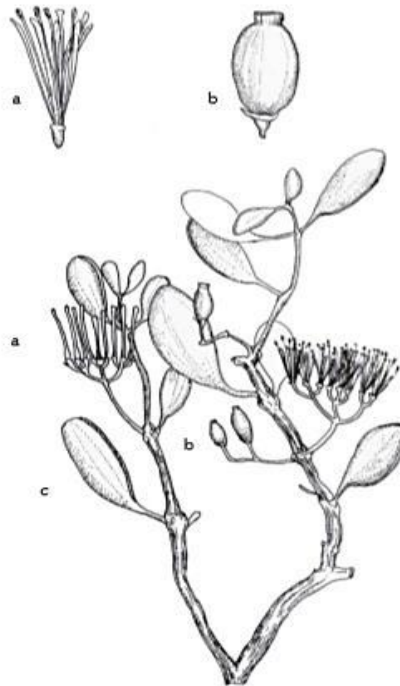
a. bunga; b. buah; c. daun

Gambar 13. Mangrove *Amyema gravis*
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

10) *Amyema mackayense*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Parasit epifit dengan batang halus yang membesar pada bagian buku serta memiliki banyak cabang.
Daun	: Daun berbentuk seperti sendok lebar dengan gagang daun sepanjang 6-15 cm. Unit & Letak: sederhana & bersilangan. Bentuk: bulat telur. Ujung: membundar. Ukuran: 2,5-4 x 1,5-2,5 cm.
Bunga	: Kepala sari panjangnya 1,5 mm. Tangkai benang sari yang menopang kepala sari berukuran 3-5 mm.
Buah	: Buah elips, dikelilingi oleh daun kelopak bunga yang berurutan.
Ekologi	: Parasit eksklusif pada mangrove.
Distribusi	: Australia Utara, Papua New Guinea dan dekat Merauke (Irian Jaya).
Kelimpahan	: Melimpah setempat.
Manfaat	: Tidak tahu.

Catatan : Warna daun mahkota bunga tidak diuraikan dalam pustaka. Lihat gambar 14.



a. bunga; b. buah; c. daun

Gambar 14. Mangrove *Amyema mackayense*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010.

11) *Avicennia alba*

Nama setempat	: Api-api, mangi-mangi putih, boak, koak, sia-sia
Deskripsi umum	: Belukar atau pohon yang tumbuh menyebar dengan ketinggian mencapai 25 m. Kumpulan pohon membentuk sistem perakaran horizontal dan akar nafas yang rumit. Akar nafas biasanya tipis, berbentuk jari (atau seperti asparagus) yang ditutupi oleh lentisel. Kulit kayu luar berwarna keabu-abuan atau gelap kecoklatan, beberapa ditumbuhi tonjolan kecil, sementara yang lain kadangkadang memiliki permukaan yang halus. Pada bagian batang yang tua, kadangkadang ditemukan serbuk tipis.
Daun	: Permukaan halus, bagian atas hijau mengkilat, bawahnya pucat. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: lanset (seperti daun akasia) kadang elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 16 x 5 cm.
Bunga	: Seperti trisula dengan gerombolan bunga (kuning) hampir di sepanjang ruas tandan. Letak: di

Buah	: ujung/pada tangkai bunga. Formasi: bulir (ada 10-30 bunga per tandan). Daun Mahkota: 4, kuning cerah, 3-4 mm. Kelopak Bunga: 5. Benang sari: 4.
Ekologi	: Seperti kerucut/cabe/mente. Hijau muda kekuningan. Ukuran: 4 x 2 cm.
Penyebaran	: Merupakan jenis pionir pada habitat rawa mangrove di lokasi pantai yang terlindung, juga di bagian yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut, serta di sepanjang garis pantai. Mereka umumnya menyukai bagian muka teluk. Akarnya dilaporkan dapat membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Genus ini kadang-kadang bersifat vivipar, dimana sebagian buah berbiak ketika masih menempel di pohon.
Kelimpahan	: Ditemukan di seluruh Indonesia. Dari India sampai Indo Cina, melalui Malaysia dan Indonesia hingga ke Filipina, PNG dan Australia tropis.
Manfaat	: Melimpah. : Kayu bakar dan bahan bangunan bermutu rendah. Getah dapat digunakan untuk mencegah kehamilan. Buah dapat dimakan. Lihat gambar 15.



Gambar 15. Mangrove *Avicennia alba*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

12) *Avicennia eucalyptifolia*

Nama setempat	: Tidak diketahui.
Deskripsi umum	: Semak atau pohon dengan ketinggian mencapai 17 meter. Kulit kayu luar halus bercoreng-coreng,

	berwarna coklat kekuningan atau hijau, mengelupas pada bagian-bagiannya yang tipis. Kulit kayu bagian dalam berwarna seperti jerami padi sampai coklat pucat. Kayu berwarna putih sampai seperti jerami.
Daun	: Permukaan bagian atas hijau muda sampai hijau tua atau hijau kecoklatan dan kuning kehijauan pada bagian bawah. Unit & Letak: sederhana, berlawanan. Bentuk: bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 4-16 cm x 1-4 cm.
Bunga	: Tandan bunga membesar di ujung dengan panjang sampai 2,5 cm. Bunga berdiameter 3-4 mm. Letak: di ujung. Formasi: bulir. Daun Mahkota: warna putih, kuning atau merah muda. Kelopak Bunga: hijau pucat, panjang 2-5 mm, bagian luar berambut pendek. Benang sari: berwarna ungu tua hingga coklat.
Buah	: Setengah bagian atas dari bakal buah memiliki bulu. Buah berwarna kuning kehijauan, tidak memiliki mulut buah yang nyata. Ukuran: Panjang kurang dari 3 cm.
Ekologi	: Tumbuh di pulau-pulau lepas pantai yang berkarang, dan juga pada bagian pinggir atau tengah daratan dari rawa mangrove. Seperti jenis lain pada genus ini, mereka seringkali bersifat vivipar.
Penyebaran	: Tercatat di Irian Jaya dan PNG.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Digunakan sebagai kayu bangunan dan kayu bakar.
Catatan	: Bunganya mirip bunga <i>Avicennia marina</i> . Lihat gambar 16.



Gambar 16. Mangrove *Avicennia eucalyptifolia*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

13) *Avicennia lanata*

Nama setempat	: Api-api, sia-sia
Deskripsi umum	: Belukar atau pohon yang tumbuh tegak atau menyebar, dapat mencapai ketinggian hingga 8 meter. Memiliki akar nafas dan berbentuk pensil. Kulit kayu seperti kulit ikan hiu berwarna gelap, coklat hingga hitam.
Daun	: Memiliki kelenjar garam, bagian bawah daun putih kekuningan dan ada rambut halus. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips. Ujung: membundar – agak meruncing. Ukuran: 9 x 5 cm.
Bunga	: Bergerombol muncul di ujung tandan, bau menyengat. Letak: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: bulir (8-14 bunga). Daun Mahkota: 4, kuning pucat-jingga tua, 4-5 mm. Kelopak Bunga: 5. Benang sari: 4
Buah	: Buah seperti hati, ujungnya berparuh pendek dan jelas, warna hijau-agak kekuningan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya). Ukuran: sekitar 1,5 x 2,5 cm.
Ekologi	: Tumbuh pada dataran lumpur, tepi sungai, daerah yang kering dan toleran terhadap kadar garam yang tinggi. Diketahui (di Bali dan Lombok) berbunga pada bulan Juli - Februari dan berbuah antara bulan November hingga Maret.
Penyebaran	: Kalimantan, Bali, Lombok, Semenanjung Malaysia, Singapura.
Kelimpahan	: Tidak diketahui.
Manfaat	: Kayu bakar dan bahan bangunan. Lihat gambar 17.



Gambar 17. Mangrove *Avicennia lanata*.

Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

14) *Avicennia marina*

Nama setempat	: Api-api putih, api-api abang, sia-sia putih, sie-sie, pejapi, nyapi, hajusia, pai.
Deskripsi umum	: Belukar atau pohon yang tumbuh tegak atau menyebar, ketinggian pohon mencapai 30 meter. Memiliki sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk asparagus), akar nafas tegak dengan sejumlah lentisel. Kulit kayu halus dengan burik-burik hijau-abu dan terkelupas dalam bagian-bagian kecil. Ranting muda dan tangkai daun berwarna kuning, tidak berbulu.
Daun	: Bagian atas permukaan daun ditutupi bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Bagian bawah daun putih- abu-abu muda. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips, bulat memanjang, bulat telur terbalik. Ujung: meruncing hingga membundar. Ukuran: 9 x 4,5 cm.
Bunga	: Seperti trisula dengan bunga bergerombol muncul di ujung tandan, bau menyengat, nektar banyak. Letak: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: bulir (2-12 bunga per tandan). Daun Mahkota: 4, kuning pucat-jingga tua, 5-8 mm. Kelopak Bunga: 5. Benang sari: 4.
Buah	: Buah agak membulat, berwarna hijau agak keabu-abuan. Permukaan buah berambut halus (seperti ada tepungnya) dan ujung buah agak tajam seperti paruh. Ukuran: sekitar 1,5x2,5 cm.
Ekologi	: Merupakan tumbuhan pionir pada lahan pantai yang terlindung, memiliki kemampuan menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang-surut, bahkan di tempat asin sekalipun. Jenis ini merupakan salah satu jenis tumbuhan yang paling umum ditemukan di habitat pasang-surut. Akarnya sering dilaporkan membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. Jenis ini dapat juga bergerombol membentuk suatu kelompok pada habitat tertentu. Berbuah sepanjang tahun, kadang-kadang bersifat vivipar. Buah membuka pada saat telah matang, melalui lapisan dorsal. Buah dapat juga terbuka karena dimakan semut atau setelah terjadi penyerapan air.
Penyebaran	: Tumbuh di Afrika, Asia, Amerika Selatan, Australia, Polynesia dan Selandia Baru. Ditemukan di seluruh Indonesia.

Kelimpahan	: Melimpah.
Manfaat	: Daun digunakan untuk mengatasi kulit yang terbakar. Resin yang keluar dari kulit kayu digunakan sebagai alat kontrasepsi. Buah dapat dimakan. Kayu menghasilkan bahan kertas berkualitas tinggi. Daun digunakan sebagai makanan ternak.
Catatan	: Sedang dilakukan revisi taksonomi. Backer & Bakhuizen van den Brink (19638) hanya menyebutkan varietas <i>A. intermedia</i> (Griff.) Bakh. Lihat gambar 18



Gambar 18. Mangrove *Avicennia marina*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

15) *Avicennia officinalis*

Nama setempat	: Api-api, api-api daun lebar, api-api ludat, sia-sia putih, papi, api-api kacang, merah, marahuf.
Deskripsi umum	: Pohon, biasanya memiliki ketinggian sampai 12 m, bahkan kadang-kadang sampai 20 m. Pada umumnya memiliki akar tunjang dan akar nafas yang tipis, berbentuk jari dan ditutupi oleh sejumlah lentisel. Kulit kayu bagian luar memiliki permukaan yang halus berwarna hijau-keabu-abuan sampai abu-abu-kecoklatan serta memiliki lentisel.
Daun	: Berwarna hijau tua pada permukaan atas dan hijau-kekuningan atau abu-abu kehijauan di bagian bawah. Permukaan atas daun ditutupi oleh sejumlah bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik, bulat memanjang-bulat telur terbalik atau elipsbulat memanjang. Ujung: membundar, menyempit ke arah gagang. Ukuran: 12,5 x 6 cm.

Bunga	: Susunan seperti trisula dengan bunga bergerombol muncul di ujung tandan, bau menyengat. Daun mahkota bunga terbuka tidak beraturan, semakin tua warnanya semakin hitam, seringkali tertutup oleh rambut halus dan pendek pada kedua permukaannya. Letak: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: bulir (2-10 bunga per tandan). Daun Mahkota: 4; kuning-jingga, 1015 mm. Kelopak Bunga: 5. Benang sari: 4; lebih panjang dari daun mahkota bunga.
Buah	: Bentuk seperti hati, ujungnya berparuh pendek, warna kuning kehijauan. Permukaan buah agak keriput dan ditutupi rapat oleh rambut-rambut halus yang pendek. Ukuran: Sekitar 2x3 cm.
Ekologi	: Tumbuh di bagian pinggir daratan rawa mangrove, khususnya di sepanjang sungai yang dipengaruhi pasang surut dan mulut sungai. Berbunga sepanjang tahun.
Penyebaran	: Tersebar di seluruh Indonesia. Juga tersebar dari India selatan sampai Malaysia dan Indonesia hingga PNG dan Australia timur.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Buah dapat dimakan. Kayunya dapat digunakan sebagai kayu bakar. Getah kayu dapat digunakan sebagai bahan alat kontrasepsi. Lihat gambar 19.



Gambar 19. Mangrove *Avicennia officinalis*.
Sumber : *National Gardening Association*

16) *Bruguiera cylindrica*

Nama setempat	: Burus, tanjang, tanjang putih, tanjang sukim, tanjang sukun, lengadai, bius, lindur.
---------------	--

Deskripsi umum	: Pohon selalu hijau, berakar lutut dan akar papan yang melebar ke samping di bagian pangkal pohon, ketinggian pohon kadang-kadang mencapai 23 meter. Kulit kayu abu-abu, relatif halus dan memiliki sejumlah lentisel kecil.
Daun	: Permukaan atas daun hijau cerah bagian bawahnya hijau agak kekuningan. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips. Ujung: agak meruncing. Ukuran: 7-17 x 2-8 cm.
Bunga	: Bunga mengelompok, muncul di ujung tandan (panjang tandan: 1-2 cm). Sisi luar bunga bagian bawah biasanya memiliki rambut putih. Letak: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Formasi: di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga. Daun Mahkota: putih, lalu menjadi coklat ketika umur bertambah, 34 mm. Kelopak Bunga: 8; hijau kekuningan, bawahnya seperti tabung.
Buah	: Hipokotil (seringkali disalah artikan sebagai “buah”) berbentuk silindris memanjang, sering juga berbentuk kurva. Warna hijau didekat pangkal buah dan hijau keunguan di bagian ujung. Pangkal buah menempel pada kelopak bunga. Ukuran: Hipokotil: panjang 8-15 cm dan diameter 5-10 mm.
Ekologi	: Tumbuh mengelompok dalam jumlah besar, biasanya pada tanah liat di belakang zona Avicennia, atau di bagian tengah vegetasi mangrove kearah laut. Jenis ini juga memiliki kemampuan untuk tumbuh pada tanah/substrat yang baru terbentuk dan tidak cocok untuk jenis lainnya. Kemampuan tumbuhnya pada tanah liat membuat pohon jenis ini sangat bergantung kepada akar nafas untuk memperoleh pasokan oksigen yang cukup, dan oleh karena itu sangat responsif terhadap penggenangan yang berkepanjangan. Memiliki buah yang ringan dan mengapung sehingga penyebarannya dapat dibantu oleh arus air, tapi pertumbuhannya lambat. Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Asia Tenggara dan Australia, seluruh Indonesia, termasuk Irian Jaya.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Untuk kayu bakar. Di beberapa daerah, akar muda dari embrionya dimakan dengan gula dan kelapa. Para nelayan tidak menggunakan kayunya untuk kepentingan penangkapan ikan karena kayu tersebut mengeluarkan bau yang menyebabkan ikan tidak mau mendekat. Lihat gambar 20.



Gambar 20. Mangrove *Bruguiera cylindrica*.

17) *Bruguiera exaristata*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Semak atau pohon yang selalu hijau dengan ketinggian mencapai 10 m. Kulit kayu berwarna abu-abu tua, pangkal batang menonjol, dan memiliki sejumlah besar akar nafas berbentuk lutut.
Daun	: Permukaan atas daun berwarna hitam, bagian bawah memiliki bercak-bercak, tepi daun sering tergulung ke dalam. Unit & letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 5,5-11,5 x 2,5 x 4,5 cm.
Bunga	: Bunga hijau-kekuningan, tepi daun mahkota memiliki rambut berwarna putih dan kemudian akan rontok. Letak: di ketiak daun, menggantung. Formasi: soliter. Daun mahkota: 8-10; panjang 10-13 mm. Kelopak bunga: 8-10; panjang 10-15 mm.
Buah	: Hipokotil berbentuk tumpul, silindris agak menggelembung. Ukuran: Hipokotil: panjang 5-7 cm dan diameter 6-8 mm.

Ekologi	: Tumbuh di sepanjang jalur air atau menuju bagian belakang lokasi mangrove. Kadang-kadang ditemukan suatu kelompok yang hanya terdiri dari jenis tersebut. Substrat yang cocok adalah tanah liat dan pasir. Toleran terhadap salinitas yang tinggi. Hipokotil relatif kecil dan mudah tersebar oleh pasang surut atau banjir. Anakan tumbuh tidak baik di bawah lindungan. Bunga dan buah terdapat sepanjang tahun.
Penyebaran	: Penyebaran terbatas. Diketahui dari Timor, Irian Jaya Selatan dan Australia Utara.
Kelimpahan	: Cukup umum.
Manfaat	: Tidak tahu.



Gambar 21. Mangrove *Bruguiera exaristata*.

Sumber : Nova Guinea, 1957

18) *Bruguiera gymnorhiza*

Nama setempat	: Pertut, taheup, tenggel, putut, tumu, tomo, kandeka, tanjang merah, tanjang, lindur, sala-sala, dau, tongke, totongkek, mutut besar, wako, bako, bangko, mangimangi, sarau.
Deskripsi umum	: Pohon yang selalu hijau dengan ketinggian kadang-kadang mencapai 30 m. Kulit kayu memiliki lentisel, permukaannya halus hingga kasar, berwarna abu-abu tua sampai coklat (warna berubah-ubah). Akarnya seperti papan melebar ke samping di bagian pangkal pohon, juga memiliki sejumlah akar lutut.
Daun	: Daun berkulit, berwarna hijau pada lapisan atas dan hijau kekuningan pada bagian bawahnya dengan bercak-bercak hitam (ada juga yang tidak). Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips sampai

	elips-lanset. Ujung: meruncing Ukuran: 4,5-7 x 8,5-22 cm.
Bunga	: Bunga bergelantungan dengan panjang tangkai bunga antara 9-25 mm. Letak: di ketiak daun, menggantung. Formasi: soliter. Daun Mahkota: 10-14; putih dan coklat jika tua, panjang 13-16 mm. Kelopak Bunga: 10-14; warna merah muda hingga merah; panjang 30-50.
Buah	: Buah melingkar spiral, bundar melintang, panjang 2-2,5 cm. Hipokotil lurus, tumpul dan berwarna hijau tua keunguan. Ukuran: Hipokotil: panjang 12-30 cm dan diameter 1,5-2 cm.
Ekologi	: Merupakan jenis yang dominan pada hutan mangrove yang tinggi dan merupakan ciri dari perkembangan tahap akhir dari hutan pantai, serta tahap awal dalam transisi menjadi tipe vegetasi daratan. Tumbuh di areal dengan salinitas rendah dan kering, serta tanah yang memiliki aerasi yang baik. Jenis ini toleran terhadap daerah terlindung maupun yang mendapat sinar matahari langsung. Mereka juga tumbuh pada tepi daratan dari mangrove, sepanjang tambak serta sungai pasang surut dan payau. Ditemukan di tepi pantai hanya jika terjadi erosi pada lahan di hadapannya. Substrat-nya terdiri dari lumpur, pasir dan kadang-kadang tanah gambut hitam. Kadang-kadang juga ditemukan di pinggir sungai yang kurang terpengaruh air laut, hal tersebut dimungkinkan karena buahnya terbawa arus air atau gelombang pasang. Regenerasinya seringkali hanya dalam jumlah terbatas. Bunga dan buah terdapat sepanjang tahun. Bunga relatif besar, memiliki kelopak bunga berwarna kemerahan, tergantung, dan mengundang burung untuk melakukan penyerbukan.
Penyebaran	: Dari Afrika Timur dan Madagaskar hingga Sri Lanka, Malaysia dan Indonesia menuju wilayah Pasifik Barat dan Australia Tropis.
Kelimpahan	: Umum dan tersebar luas.
Manfaat	: Bagian dalam hipokotil dimakan (manisan kandeka), dicampur dengan gula. Kayunya yang berwarna merah digunakan sebagai kayu bakar dan untuk membuat arang. Lihat gambar 22.

19) *Bruquiera hainessii*

Nama setempat : Berus mata buaya.

Deskripsi umum	: Pohon yang selalu hijau dengan ketinggian mencapai 30 meter dan batang berdiameter sekitar 70 cm. Kulit kayu berwarna coklat hingga abu-abu, dengan lentisel besar berwarna coklat-kekuningan dari pangkal hingga puncak.
Daun	: Daun berkulit, berwarna hijau pada lapisan atas dan hijau kekuningan di bawahnya. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk : elips sampai bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 9-16 x 4-7 cm.
Bunga	: Letak: Di ujung atau ketiak tangkai/tandan bunga (panjang tandan: 18-22 cm). Formasi: kelompok (2-3 bunga per tandan). Daun Mahkota : putih, panjang 7-9 mm. Berambut pada tepi bawah dan agak berambut pada bagian atas cuping. Kelopak Bunga: 10; hijau pucat; bagian bawah berbentuk tabung, panjangnya 5 mm.
Buah	: Hipokotil berbentuk cerutu atau agak melengkung dan menebal menuju bagian ujung. Ukuran: Hipokotil: panjang 9 cm dan diameter 1 cm.
Ekologi	: Tumbuh di tepi daratan hutan mangrove pada areal yang relatif kering dan hanya tergenang selama beberapa jam sehari pada saat terjadi pasang tinggi.
Penyebaran	: Dari India hingga Burma, Thailand, Malaysia, seluruh Indonesia dan Papua New Guinea.
Kelimpahan	: Agak kurang umum.
Manfaat	: Tidak tahu. Lihat gambar 23.



daun & bunga



hipokotil

Gambar 22. Mangrove *Bruguiera gymnorhiza*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010



Gambar 23. Mangrove *Bruguiera hainessii*.
Sumber : Ahmad Fuad Morad, 2014

20) *Bruguiera parviflora*

Nama setempat	: Langgade, mengelangan, lenggadai, tanjang, bius, mou, paproti, sia-sia, tongi.
Deskripsi umum	: Berupa semak atau pohon kecil yang selalu hijau, tinggi (meskipun jarang) dapat mencapai 20 m. Kulit kayu burik, berwarna abu-abu hingga coklat tua, bercelah dan agak membengkak di bagian pangkal pohon. Akar lutut dapat mencapai 30 cm tingginya.
Daun	: Terdapat bercak hitam di bagian bawah daun dan berubah menjadi hijaukekuningan ketika usianya bertambah. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 5,5-13 x 2-4,5 cm.
Bunga	: Bunga mengelompok di ujung tandan (panjang tandan: 2 cm). Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (3-10 bunga per tandan). Daun mahkota: 8; putihhijau kekuningan, panjang 1,5-2mm. Berambut pada tepinya. Kelopak Bunga: 8; menggelembung, warna hijau kekuningan; bagian bawah berbentuk tabung, panjangnya 7-9 mm.

Buah	: Buah melingkar spiral, panjang 2 cm. Hipokotil silindris, agak melengkung, permukaannya halus, warna hijau kekuningan. Ukuran: Hipokotil: panjang 815 cm dan diameter 0,5-1 cm.
Ekologi	: Jenis ini membentuk tegakan monospesifik pada areal yang tidak sering tergenang. Individu yang terisolasi juga ditemukan tumbuh di sepanjang alur air dan tambak tepi pantai. Substrat yang cocok termasuk lumpur, pasir, tanah payau dan bersalinitas tinggi. Di Australia, perbungaan tercatat dari bulan Juni hingga September, dan berbuah dari bulan September hingga Desember. Hipokotilnya yang ringan mudah untuk disebarkan melalui air, dan nampaknya tumbuh dengan baik pada areal yang menerima cahaya matahari yang sedang hingga cukup. Bunga dibuahi oleh serangga yang terbang pada siang hari, seperti kupu-kupu. Daunnya berlekuk-lekuk, yang merupakan ciri khasnya, disebabkan oleh gangguan serangga. Dapat menjadi sangat dominan di areal yang telah diambil kayunya (misalnya Karang Gading-Langkat Timur Laut di Sumatera Utara; Giesen & Sukotjo, 1991).
Penyebaran	: Dari Bangladesh hingga Samoa. Seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tersebar, tetapi melimpah setempat.
Manfaat	: Karena ukuran kayunya yang kecil, jenis ini jarang digunakan untuk keperluan lain, kecuali untuk kayu bakar. Lihat gambar 24.



Gambar 24. Mangrove *Bruguiera parviflora*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

21) *Bruguiera sexangula*

Nama setempat	: Busing, busung, mata buaya, tumu, bakau tampusing, tanjang, lindur, ting, tongke perampuan, ai bon, tancang sukun, mutut kecil, sarau.
Deskripsi umum	: Pohon yang selalu hijau dengan ketinggian kadang-kadang mencapai 30 m. Kulit kayu coklat muda-abu-abu, halus hingga kasar, memiliki sejumlah lentisel berukuran besar, dan pangkal batang yang membengkak. Akar lutut, dan kadangkadang akar papan.
Daun	: Daun agak tebal, berkulit, dan memiliki bercak hitam di bagian bawah. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 8-16 x 3-6 cm.
Bunga	: Letak: Di ketiak daun. Formasi: soliter (1 bunga per tandan). Daun mahkota: 10-11; putih dan kecoklatan jika tua, panjang 15mm. Kadang berambut halus pada tepinya. Kelopak bunga: 10-12; warna kuning kehijauan atau kemerahan atau kecoklatan; panjang tabung 10-15 mm.
Buah	: Hipokotil menyempit di kedua ujung. Ukuran: Hipokotil: panjang 6-12 cm dan diameter 1,5 cm.
Ekologi	: Tumbuh di sepanjang jalur air dan tambak pantai, pada berbagai tipe substrat yang tidak sering tergenang. Biasanya tumbuh pada kondisi yang lebih basah dibanding <i>B. gymnorrhiza</i> . Kadang-kadang terdapat pada pantai berpasir. Toleran terhadap kondisi air asin, payau dan tawar. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Bunganya yang besar diserbuki oleh burung. Hipokotil disebarkan melalui air.
Penyebaran	: Dari India, Seluruh Asia Tenggara (termasuk Indonesia) hingga Australia utara.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Untuk kayu bakar, tiang dan arang. Buahnya dilaporkan digunakan untuk mengobati penyakit herpes, akar serta daunnya digunakan untuk mengatasi kulit terbakar. Di Sulawesi buahnya dimakan setelah direndam dan dididihkan.
Catatan	: Sama dengan <i>B. exaristata</i> dan <i>B. gymnorrhiza</i> , dan di masa lalu seringkali dikelirukan dengan kedua jenis tersebut. Identifikasi yang terbaik adalah melalui daun mahkota. Lihat gambar 25.



Gambar 25. Mangrove *Bruguiera sexangular*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

22) *Camptostemon philippinense*

Nama setempat	: Tidak diketahui.
Deskripsi umum	: Tumbuhan berkayu lunak, berupa semak atau pohon yang selalu hijau, kadang-kadang memiliki ketinggian hingga 30 m. Kulit kayu berwarna abu-abu dan memiliki celah/retakan longitudinal serta pangkal batang yang bergalur. Akar tersebar di sepanjang permukaan tanah, dan memiliki akar nafas yang menonjol.
Daun	: Permukaan daun bersisik. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: lanset-elips. Ujung: membundar, pangkalnya sempit. Ukuran : 6-9 x 2-4 cm.
Bunga	: Daun mahkota bunga berwarna putih, bersisik dan ditutupi oleh rambut pendek. Letak: di ketiak daun dan batang. Formasi: bulir. Daun mahkota: putih. Benang sari: 5.
Buah	: Buah bundar berbentuk kapsul, bersisik, dan memiliki daun kelopak bunga dan kelopak tambahan yang berurutan. Buah terdiri dari dua biji berbulu padat. Ukuran: panjang buah 1 cm, panjang biji 9mm.
Ekologi	: -
Penyebaran	: Filipina, Kalimantan dan Sulawesi.
Kelimpahan	: Tidak terlalu umum.
Manfaat	: Tidak diketahui.
Catatan	: Menurut Tomlinson (1986), kulit kayu dari jenis ini bersisik dan tanpa celah/ retakan. Lihat gambar 26.



Gambar 26. Mangrove *Camptostemon philippinense*.

23) *Camptostemon schultzei*

Nama setempat	: Tidak diketahui.
Deskripsi umum	: Tumbuhan berkayu lunak, berupa semak atau pohon yang selalu hijau, kadang-kadang memiliki ketinggian hingga 30 m dengan kulit kayu berwarna kuning pucat, coklat atau coklat-keabu-abuan dan memiliki celah/retakan longitudinal dan lentisel serta pangkal batang yang bergalur. Akar tersebar di sepanjang permukaan tanah, dan memiliki akar nafas yang menonjol.
Daun	: Daun berumbai-rumbai terletak pada akhir cabang, bagian bawah bersisik, bagian atas halus. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: lansetelips. Ujung: membundar, pangkalnya sempit. Ukuran: 6-16 x 2-5 cm.
Bunga	: Daun mahkota bersisik dan ditutupi oleh rambut pendek berwarna putih. Letak: Di ketiak daun dan cabang. Formasi: bulir. Daun Mahkota: putih. Kelopak bunga: seperti cangkir, cuping panjangnya 6 mm. Benang sari: 20.
Buah	: Buah bundar berbentuk kapsul, bersisik, dan memiliki daun kelopak bunga yang bagian luarnya berurutan dan bersisik. Buah terdiri dari dua biji berbulu padat. Ukuran: panjang buah 1 cm, panjang biji 9mm.
Ekologi	: Tumbuh lebih baik di pantai berbatu dan terbuka dibandingkan dengan mangrove di mulut sungai. Umumnya tumbuh pada pantai berpasir yang berada pada kisaran areal pasang surut. Mungkin diserbuki oleh serangga dan angin. Berbunga pada bulan Juni sampai Oktober, buah matang pada bulan Oktober

	sampai Februari (di Australia). Buah dapat disebarkan melalui air (dengan kisaran gelombang sedang), sementara bijinya yang berbulu disebarkan oleh air maupun angin.
Penyebaran	: Tercatat dari Kalimantan, Maluku, PNG dan Australia Utara.
Kelimpahan	: Relatif umum.
Manfaat	: Kayu dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas yang cukup kuat.
Catatan	: Menurut Tomlinson (1986), kulit kayu dari jenis ini bersisik dan tanpa celah/ retakan.

24) *Ceriops decandra*

Nama setempat	: Tengal, tengar, tingi, tinci, palun, parun, bido-bido, kenyonjong, luru.
Deskripsi umum	: Pohon atau semak kecil dengan ketinggian hingga 15 m. Kulit kayu berwarna coklat, jarang berwarna abu-abu atau putih kotor, permukaan halus, rapuh dan menggelembung di bagian pangkal.
Daun	: Daun hijau mengkilap. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elipsbulat memanjang. Ujung: membundar. Ukuran: 3-10 x 1-4,5 cm.
Bunga	: Bunga mengelompok, menempel dengan gagang yang pendek, tebal dan bertakik. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (2-4 bunga per kelompok). Daun mahkota: 5; putih dan kecoklatan jika tua, panjang 2,5-4mm. Kadang berambut halus pada tepinya. Kelopak bunga: 5; warna hijau, ada lentisel dan berbintil. Benang sari: tangkai benang sari pendek, sama atau lebih pendek dari kepala sari.
Buah	: Hipokotil berbentuk silinder, ujungnya menggelembung tajam dan berbintil, warna hijau hingga coklat. Leher kotilodon jadi merah tua jika sudah matang/ dewasa. Ukuran: Hipokotil: panjang 15 cm dan diameter 8-12 mm.
Ekologi	: Tumbuh tersebar di sepanjang hutan pasang surut, akan tetapi lebih umum pada bagian daratan dari perairan pasang surut dan berbatasan dengan tambak pantai. Menyukai substrat pasir atau lumpur. Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Dari India hingga Indocina, Malaysia, Bangka, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian Jaya, Papua New Guinea, Filipina dan Australia.
Kelimpahan	: Relatif jarang.

Manfaat	: Jenis <i>Ceriops</i> memiliki kayu yang paling tahan/kuat diantara jenis-jenis mangrove lainnya dan digunakan sebagai bahan bangunan, bantalan rel kereta api, serta pegangan berbagai perkakas bangunan. Kulit kayu merupakan sumber yang bagus untuk tanin serta bahan pewarna.
Catatan	: Bentuk dan ukuran daun sangat beragam bergantung kepada kadar cahaya dan air dimana suatu individu tumbuh. Lihat gambar 27.



Gambar 27. Mangrove *Ceriops decandra*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

25) *Ceriops tagal*

Nama setempat	: Tengar, tengah, tangar, tingih, tingi, palun, parun, bido-bido, lonro, mentigi, tengar, tinci, mange darat, wanggo.
Deskripsi umum	: Pohon kecil atau semak dengan ketinggian mencapai 25 m. Kulit kayu berwarna abu-abu, kadang-kadang coklat, halus dan pangkalnya menggelembung. Pohon seringkali memiliki akar tunjang yang kecil.
Daun	: Daun hijau mengkilap dan sering memiliki pinggiran yang melingkar ke dalam. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik-elips. Ujung: membundar. Ukuran: 1-10 x 2-3,5 cm.
Bunga	: Bunga mengelompok di ujung tandan. Gagang bunga panjang dan tipis, berresin pada ujung cabang baru atau pada ketiak cabang yang lebih tua. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (5-10 bunga per kelompok). Daun mahkota: 5; putih dan kemudian

	jadi coklat. Kelopak bunga: 5; warna hijau, panjang 45mm, tabung 2mm. Benang sari: tangkai benang sari lebih panjang dari kepala sarinya yang tumpul.
Buah	: Buah panjangnya 1,5-2 cm, dengan tabung kelopak yang melengkung. Hipokotil berbintil, berkulit halus, agak menggelembung dan seringkali agak pendek. Leher kotilodon menjadi kuning jika sudah matang/dewasa. Ukuran: Hipokotil: panjang 4-25 cm dan diameter 8-12 mm.
Ekologi	: Membentuk belukar yang rapat pada pinggir daratan dari hutan pasang surut dan/atau pada areal yang tergenang oleh pasang tinggi dengan tanah memiliki sistem pengeringan baik. Juga terdapat di sepanjang tambak. Menyukai substrat tanah liat, dan kemungkinan berdampingan dengan <i>C. decandra</i> . Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Dari Mozambik hingga Pasifik Barat, termasuk Australia Utara, Malaysia dan Indonesia.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Ekstrak kulit kayu bermanfaat untuk persalinan. Tanin dihasilkan dari kulit kayu. Pewarna dihasilkan dari kulit kayu dan kayu. Kayu bermanfaat untuk bahan bangunan, bantalan rel kereta api, dan pegangan perkakas, karena ketahanannya jika direndam dalam air garam. Bahan kayu bakar yang baik serta merupakan salah satu kayu terkuat diantara jenis-jenis mangrove.
Catatan	: Dilaporkan bahwa anakan jenis ini dapat membelah menjadi dua, dan regenerasi mereka dapat terjadi melalui salah satu anakan tersebut. Lihat gambar 28.



Gambar 28. Mangrove *Ceriops tagal*.

Sumber : Ron Yeo, 2011

26) *Excoecaria agallocha*

Nama setempat	: Buta-buta, menengan, madengan, kayu wuta, sambuta, kalapinrang, mata huli, makasuta, goro-goro raci, kalibuda, betuh, warejit, bebutah.
Deskripsi umum	: Pohon merangas kecil dengan ketinggian mencapai 15 m. Kulit kayu berwarna abu-abu, halus, tetapi memiliki bintil. Akar menjalar di sepanjang permukaan tanah, seringkali berbentuk kusut dan ditutupi oleh lentisel. Batang, dahan dan daun memiliki getah (warna putih dan lengket) yang dapat mengganggu kulit dan mata.
Daun	: Hijau tua dan akan berubah menjadi merah bata sebelum rontok, pinggiran bergerigi halus, ada 2 kelenjar pada pangkal daun. Unit & Letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 6,5-10,5 x 3,5-5 cm.
Bunga	: Memiliki bunga jantan atau betina saja, tidak pernah keduanya. Bunga jantan (tanpa gagang) lebih kecil dari betina, dan menyebar di sepanjang tandan. Tandan bunga jantan berbau, tersebar, berwarna hijau dan panjangnya mencapai 11 cm. Letak: di ketiak daun. Formasi: bulir. Daun mahkota: hijau & putih. Kelopak bunga: hijau kekuningan. Benang sari: 3; kuning.
Buah	: Bentuk seperti bola dengan 3 tonjolan, warna hijau, permukaan seperti kulit, berisi biji berwarna coklat tua. Ukuran: diameter 5-7 mm.
Ekologi	: Tumbuhan ini sepanjang tahun memerlukan masukan air tawar dalam jumlah besar. Umumnya ditemukan pada bagian pinggir mangrove di bagian daratan, atau kadang-kadang di atas batas air pasang. Jenis ini juga ditemukan tumbuh di sepanjang pinggiran danau asin (90% air laut) di pulau vulkanis Satonda, sebelah utara Sumbawa. Mereka umum ditemukan sebagai jenis yang tumbuh kemudian pada beberapa hutan yang telah ditebang, misalnya di Suaka Margasatwa. Karang-Gading Langkat Timur Laut, dekat Medan, Sumatera Utara. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Penyerbukan dilakukan oleh serangga, khususnya lebah. Hal ini terutama diperkirakan terjadi karena adanya serbuk sari yang tebal serta kehadiran nektar yang memproduksi kelenjar pada ujung pinak daun di bawah bunga.
Penyebaran	: Tumbuh di sebagian besar wilayah Asia Tropis, termasuk di Indonesia, dan di Australia. Kelimpahan : Melimpah setempat.

Manfaat	: Akar dapat digunakan untuk mengobati sakit gigi dan pembengkakan. Kayu digunakan untuk bahan ukiran. Kayu tidak bisa digunakan sebagai kayu bakar karena bau wanginya tidak sedap bagi masakan. Kayu dapat digunakan sebagai bahan pembuat kertas yang bermutu baik. Getah digunakan untuk membunuh ikan. Kayunya kadang-kadang dijual karena wanginya, akan tetapi wanginya akan hilang beberapa tahun kemudian.
Catatan	: Getah putihnya beracun dan dapat menyebabkan kebutaan sementara, sesuai dengan namanya, yaitu buta-buta. Lihat gambar 29.



Gambar 29. Mangrove *Excoecaria agallocha*.

Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

27) *Gymnanthera paludosa*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Semak pemanjat, hingga 4 m. Batang ditutupi oleh tonjolan. Pada umumnya tidak berambut, tetapi memiliki rambut pendek, halus di bagian atas.
Daun	: Daun halus, tipis. Unit & Letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: elips-bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 3-5,5 x 1-2 cm.
Bunga	: Di antara pasangan tangkai daun, panjang tangkai bunga kurang dari 2 cm. Formasi: kelompok. Daun mahkota: halus, hijau kekuningan, memiliki tabung memanjang 7-8 mm, diameter 16-18 mm.
Buah	: Buah tipis, berpasangan dan berpengait di ujungnya. Biji berlunas dan halus tetapi memiliki rambut

	panjangnya 2-2,5 cm. Ukuran: panjang biji 5mm, panjang buah 10,5-12 cm. Lihat gambar 30.
Ekologi	: Tumbuh di mangrove. Bunga dari Oktober - Maret.
Distribusi	: Tercatat dari Jawa dan Madura, tetapi kemungkinan ditemukan di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tidak tahu.
Manfaat	: Tidak tahu.



Gambar 30. Daun dan Buah Mangrove *Gymnanthera paludosa*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

28) *Heritiera globosa*

Nama setempat	: Dungun.
Deskripsi umum	: Sangat menyerupai <i>Heritiera littoralis</i> (lihat deskripsi berikut), perbedaannya terletak pada buah yang bundar dan tangkai daun yang lebih panjang. Memiliki ujung daun ventral yang dangkal, memanjang pada ujung jauh menuju mulut atau sayapnya, dimana sayap selalu agak melengkung yang merupakan kekhasannya. Gagang daun lebih panjang dari 2 cm dan mungkin lebih dari 4 cm. Akar papan berkembang baik dan menyerupai ular, memanjang 2-4 m dari pangkal batang. (Lihat gambar 31)
Ekologi	: Tumbuh di belakang zona jalur mangrove, tetapi juga telah dikoleksi di tempat sejauh 70 km dari laut, pada sistem sungai air tawar yang dipengaruhi oleh pasang surut.
Penyebaran	: Sarawak, Sabah dan Kalimantan, akan tetapi kemungkinan memiliki penyebaran yang lebih luas.
Kelimpahan	: Relatif umum setempat.
Manfaat	: Memiliki kayu yang kuat dan berat.



Gambar 31. Mangrove *Heritiera globosa*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

29) *Heritiera littoralis*

Nama setempat	: Dungu, dungun, atung laut, lawanan kete, rumung, balang pasisir, lawang, cerlang laut, lulun, rurun, belohila, blakangabu, bayur laut.
Deskripsi umum	: Pohon yang selalu hijau dengan ketinggian mencapai 25 m. Akar papan berkembang sangat jelas. Kulit kayu gelap atau abu-abu, bersisik dan bercelah. Individu pohon memiliki salah satu bunga betina atau jantan.
Daun	: Kukuh, berkulit, berkelompok pada ujung cabang, Gagang daun panjangnya 0,5-2 cm. Warna daun hijau gelap bagian atas dan putih-keabu-abuan di bagian bawah karena adanya lapisan yang bertumpang-tindih. Unit & letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: bulat telur-elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 10-20 x 5-10 cm, kadang sampai 30 x 15-18 cm.
Bunga	: Bunga jantan lebih banyak, tetapi lebih kecil dibanding bunga betina (pada pohon yang berbeda). Tandan bunga berambut (terutama pada bagian ketiak daun dan ujung cabang). Letak: di ujung atau di ketiak. Formasi: bergerombol bebas. Daun mahkota: ungu

	dan coklat; panjang 4-5 mm. Kelopak bunga: 4-5; seperti mangkok, kemerahan dan berambut.
Buah	: Buah berwarna hijau hingga coklat mengkilat, berkayu. Memiliki 1 biji dan masak pada tandan yang tergantung. Ukuran: panjang 6-8 cm; lebar 5-6 cm.
Ekologi	: Sangat umum tumbuh di tepi daratan hutan mangrove, dan mungkin juga menempati bagian tepi atau berdekatan dengan hutan dataran rendah, atau pantai berkarang. Nampaknya tidak toleran terhadap salinitas yang tinggi dan tidak tumbuh pada lokasi yang sangat terbuka atau kurang adanya pengeringan. Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Seluruh Indonesia. Dari Afrika timur dan Madagaskar hingga Australia dan Pasifik sejauh Kaledonia baru.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Kayu bakar yang baik. Kayu tahan lama dan digunakan untuk bahan perahu, rumah, tiang telepon. Buah digunakan untuk mengobati diare dan disentri. Biji digunakan untuk pengolahan ikan. Lihat gambar 32.



Gambar 32. Mangrove *Heritiera littoralis*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

30) *Kandelia candel*

Nama setempat	: Berus-berus, beras-beras, beus, pulut-pulut, pisang-pisang Laut.
Deskripsi umum	: Semak atau pohon kecil, tinggi hingga 7 meter dengan pangkal batang lebih tebal. Umumnya tanpa akar nafas. Kulit kayu berwarna keabu-abuan hingga coklat-kemerahan, permukaan halus dan memiliki lentisel.
Daun	: Tepi daun mengkerut kedalam. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: elips-bulat memanjang. Ujung: membundar hingga sedikit runcing.
Bunga	: Tandan bunga bercabang dua, memiliki 4 dan kadang-kadang 9 bunga berwarna putih, panjangnya 1,5-2 cm. Kelopak bunga: tabung daun kelopak bunga melebihi bakal buah dan memiliki cuping sejajar yang melengkung ketika bunga mekar penuh. Daun mahkota: panjangnya 14 mm. Benang sari: banyak dan berbentuk filamen.
Buah	: Berwarna hijau berbentuk oval, panjang 1,5-2,5 cm. Hipokotil silindris panjangnya 15-40 cm.
Ekologi	: Tumbuh secara sporadis pada pematang sungai pasang surut. Menempati relung yang sempit.
Penyebaran	: Timur Laut Sumatera, Kalimantan Barat dan Utara. India, Burma, Thailand, Indo Cina, Cina, Taiwan, Jepang Selatan dan Malaysia.
Kelimpahan	: Sangat terbatas dan jarang.
Manfaat	: Utamanya untuk kayu bakar. Lihat gambar 33.



Gambar 33. Mangrove *Kandelia candel*.

Sumber : Wikipedia,2019

31) *Lumnitzera littorea*

Nama setempat	: Teruntum (merah), api-api uding, sesop, sesak, geriting, randai, riang laut, taruntung, duduk agung, duduk gedeh, welompelong, posi-posi, ma gorago, kedukduk.
Deskripsi umum	: Pohon selalu hijau dan tumbuh tersebar, ketinggian pohon dapat mencapai 25 m, meskipun pada umumnya lebih rendah. Akar nafas berbentuk lutut, berwarna coklat tua dan kulit kayu memiliki celah/retakan membujur (longitudinal).
Daun	: Daun agak tebal berdaging, keras/kaku, dan berumpun pada ujung dahan. Panjang tangkai daun mencapai 5 mm. Unit & Letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 2-8 x 1-2,5 cm.
Bunga	: Bunga biseksual, berwarna merah cerah, harum, dan dipenuhi oleh nektar. Panjang tangkai bunga mencapai 3 mm, tandan 2-3 cm. Memiliki dua buah pinak daun berbentuk bulat telur dan berukuran 1 mm pada bagian pangkalnya. Letak: di ujung. Formasi: bulir. Daun mahkota: 5; merah, 4-6 x 1,5-2 mm. Kelopak bunga: 5; hijau 1 x-12 mm. Benang sari: <10; Panjang benang sari dua kali ukuran daun mahkota.
Buah	: Buah berbentuk seperti pot/jambangan tempat bunga/elips, berwarna hijau keunguan, agak keras dan bertulang. Ukuran: panjang 9-20mm; Diameter 4-5 mm.
Ekologi	: Menyukai substrat halus dan berlumpur pada bagian pinggir daratan di daerah mangrove, dimana penggenangan jarang terjadi. Mereka juga terdapat pada jalur air yang memiliki pasokan air tawar yang kuat dan tetap. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Produksi nektar, warna bunga serta morfologi dan lokasinya menunjukkan bahwa penyerbukannya dibantu oleh burung. Buah yang ringan dan dapat mengapung sangat menunjang penyebaran mereka melalui air.
Penyebaran	: Daerah tropis Asia, Indonesia, Australia Utara dan Polinesia. Tidak terdapat, atau kalau pun ada, sangat jarang dijumpai di pantai-pantai di Jawa.
Kelimpahan	: Melimpah setempat dan kadang-kadang tumbuh dalam bentuk kelompok.
Manfaat	: Kayunya kuat dan sangat tahan terhadap air. Dengan penampilannya yang menarik dan memiliki wangi seperti mawar, maka kayunya sangat cocok untuk

dijadikan sebagai bahan pembuatan lemari dan furnitur lainnya. Sayangnya, kayu berukuran besar sangat jarang ditemukan.

Catatan

: 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. Lihat gambar 34.



Gambar 34. Mangrove *Lumnitzera littorea*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

32) *Lumnitzera racemosa*

- | | |
|----------------|--|
| Nama setempat | : Api-api balah, susup, lasi, duduk laki-laki, api-api jambu, teruntum, aduadu, duduk, knias, saman-sigi, kedukduk, truntun. |
| Deskripsi umum | : Belukar atau pohon kecil, selalu hijau dengan ketinggian mencapai 8 m. Kulit kayu berwarna coklat-kemerahan, memiliki celah/retakan longitudinal (khususnya pada batang yang sudah tua), dan tidak memiliki akar nafas. |
| Daun | : Daun agak tebal berdaging, keras/kaku, dan berumpun pada ujung dahan. Panjang tangkai daun mencapai 10 mm. Unit & Letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: bulat telur menyempit. Ujung: membundar. Ukuran: 2-10 x 1-2,5 cm. |
| Bunga | : Bunga biseksual, tanpa gagang, berwarna putih cerah, dipenuhi oleh nektar. Panjang tandan 1-2 cm. Memiliki dua pinak daun berbentuk bulat telur, panjangnya 1,5 mm pada bagian pangkalnya. Letak: |

	di ujung atau di ketiak. Formasi: bulir. Daun mahkota: 5; putih, 2-4 x 7-8 mm. Kelopak bunga: 5; hijau (6-8 mm). Benang sari: <10; Panjang benang sari sama atau sedikit lebih panjang dari daun mahkota.
Buah	: Buah berbentuk kembang/elips, berwarna hijau kekuningan, berserat, berkayu dan padat. Ukuran: panjang 7-12 mm; Diameter 3-5 mm. Lihat gambar 35.
Ekologi	: Tumbuh di sepanjang tepi vegetasi mangrove. Menyukai substrat berlumpur padat. Mereka juga terdapat di sepanjang jalur air yang dipengaruhi oleh air tawar. Bunga putih, agak harum dan kaya akan nektar, diserbuki oleh serangga. Buah berserat teradaptasi untuk penyebaran melalui air.
Penyebaran	: Dari bagian timur Afrika tropis dan Madagaskar sampai Malaysia, di seluruh Indonesia, PNG, Australia utara dan Polinesia. Hampir tidak ditemukan di sepanjang pantai yang menghadap Samudera India.
Kelimpahan	: Agak umum.
Manfaat	: Kayunya keras dan tahan lama, cocok untuk berbagai keperluan bahan bangunan, seperti jembatan, kapal, furnitur dan sebagainya. Ukurannya lebih kecil dari <i>L. littorea</i> , sehingga sangat jarang ditemukan kayu yang berukuran besar. Kulit kayu kadang-kadang digunakan sebagai bahan pelapis.
Catatan	: Meskipun ditemukan di seluruh Malaysia dan Indonesia, <i>L. littorea</i> dan <i>L. racemosa</i> tidak pernah ditemukan pada habitat dan lokasi yang sama. Penyebab persis dari perbedaan karakter ekologis tersebut sampai saat ini belum diketahui. Cuping daun kelopak bunga dengan ujung berkelenjar ditemukan di Irian Jaya, PNG dan Filipina. Bahan bakar yang baik.



Gambar 35. Mangrove *Lumnitzera racemose*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

33) *Nypa fruticans*

Nama setempat	: Nipah, tangkal daon, buyuk, lipa.
Deskripsi umum	: Palma tanpa batang di permukaan, membentuk rumpun. Batang terdapat di bawah tanah, kuat dan menggarpu. Tinggi dapat mencapai 4-9 m.
Daun	: Seperti susunan daun kelapa. Panjang tandan/gagang daun 4 - 9 m. Terdapat 100 - 120 pinak daun pada setiap tandan daun, berwarna hijau mengkilat di permukaan atas dan berserbuk di bagian bawah. Bentuk: lanset. Ujung: meruncing. Ukuran: 60-130 x 5-8 cm.
Bunga	: Tandan bunga biseksual tumbuh dari dekat puncak batang pada gagang sepanjang 1-2 m. Bunga betina membentuk kepala melingkar berdiameter 25-30 cm. Bunga jantan kuning cerah, terletak di bawah kepala bunganya.
Buah	: Buah berbentuk bulat, warna coklat, kaku dan berserat. Pada setiap buah terdapat satu biji berbentuk telur. Ukuran: diameter kepala buah: sampai 45 cm. Diameter biji: 4-5 cm.
Ekologi	: Tumbuh pada substrat yang halus, pada bagian tepi atas dari jalan air. Memerlukan masukan air tawar tahunan yang tinggi. Jarang terdapat di luar zona pantai. Biasanya tumbuh pada tegakan yang berkelompok. Memiliki sistem perakaran yang rapat dan kuat yang tersesuaikan lebih baik terhadap perubahan masukan air, dibandingkan dengan sebagian besar jenis tumbuhan mangrove lainnya. Serbuk sari lengket dan penyerbukan nampaknya dibantu oleh lalat <i>Drosophila</i> . Buah yang berserat serta adanya rongga udara pada biji membantu penyebaran mereka melalui air. Kadang-kadang bersifat vivipar.
Distribusi	: Asia Tenggara, Malaysia, seluruh Indonesia, Papua New Guinea, Filipina, Australia dan Pasifik Barat.
Kelimpahan	: Umum, sangat umum setempat.
Manfaat	: Sirup manis dalam jumlah yang cukup banyak dapat dibuat dari batangnya, jika bunga diambil pada saat yang tepat. Digunakan untuk memproduksi alkohol dan gula. Jika dikelola dengan baik, produksi gula yang dihasilkan lebih baik dibandingkan dengan gula tebu, serta memiliki kandungan sukrosa yang lebih tinggi. Daun digunakan untuk bahan pembuatan payung, topi, tikar, keranjang dan kertas rokok. Biji dapat dimakan. Setelah diolah, serat gagang daun juga dapat dibuat tali dan bulu sikat.

Catatan : Serbuk sari dari jenis ini telah ditemukan sejak jaman Cretaceous atas, 65-70 juta tahun yang lalu. Nypa telah dikenal di Australia sejak awal jaman Tertiary. Lihat gambar 36.



Gambar 36. Mangrove *Nypa fruticans*.
Sumber : Fagg, M, 2019

34) *Osbornia octodonta*

Nama setempat	: Baru-baru.
Deskripsi umum	: Berupa pohon atau belukar dengan ketinggian dapat mencapai 7 meter, selalu hijau, tangkai/dahannya tunggal atau berjumlah banyak. Kadang-kadang memiliki akar nafas. Kulit kayu berwarna coklat atau abu-abu, berserat dan berserabut. Ranting halus berwarna abu-abu pucat dan berbentuk segi empat pada saat muda. Individu yang lebih besar memiliki batang yang berlubang di tengahnya.
Daun	: Berkulit tipis, menimbulkan aroma pada saat disentuh, ada kelenjar minyak yang tembus cahaya dan berukuran kecil serta ada pembengkakan pada gagang daun sepanjang 2 mm yang berwarna merah. Unit & Letak: sederhana, bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 2,5-5 x 1-3 cm.
Bunga	: Biseksual. Dalam satu tandan terdapat 1-3 bunga yang bergerombol, bunga tidak bertangkai tapi langsung menempel pada tandan. Terdapat 2 pinak daun berbentuk elips, panjang 6 mm, terletak pada pangkal gagang bunga. Pinak daun tersebut kemudian rontok. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok. Daun mahkota: Tidak ada. Kelopak bunga: 8; hijau (3-6 mm). Benang sari: berwarna putih hingga kuning,

	jumlahnya sampai 48 helai, ukurannya lebih panjang dibanding cuping kelopak bunga.
Buah	: Buah ditutupi oleh cuping kelopak bunga dan kelopak tidak membuka pada saat telah matang. Biji berjumlah 1-2, berbentuk datar dan bulat telur terbalik. Ukuran: panjang 5-10 mm; diameter 5 mm.
Ekologi	: Tumbuh di tempat yang lebih terbuka pada tepi daratan di daerah mangrove atau pada pinggiran alur air yang dipengaruhi oleh pasang surut. Tidak memiliki ketergantungan khusus terhadap substrat tumbuh, dan dapat ditemukan pada lumpur halus, batuan, dan pasir. Meskipun demikian, jenis tumbuhan ini tidak ditemukan tumbuh pada daerah yang kerap tergenang oleh air tawar. Di Australia jenis ini ditemukan berbunga dari bulan Juni sampai Desember dengan puncaknya pada bulan November dan berbuah pada bulan Februari. Bunga diserbuki oleh serangga. Buah disebarkan lewat air dan terapung di air karena adanya rambutrambut yang dapat memerangkap udara.
Penyebaran	: Di Indonesia (Irian Jaya, Sulawesi, Jawa Timur, Kepulauan Sunda Kecil), Kalimantan Utara, Filipina, Papua New Guinea, Australia Tropis.
Kelimpahan	: Tidak tahu.
Manfaat	: Para nelayan menggunakan daunnya untuk mengusir serangga. Kulit kayu kadang kadang digunakan untuk menambal perahu dan kayunya tahan lama. Lihat gambar 37.



Gambar 37. Mangrove *Osbornia octodonta*.

Sumber : Grazyna Paczkowska, 1995

35) *Phemphis acidula*

Nama setempat : Sentigi, centigi, mentigi, cantinggi.

Deskripsi umum	: Pohon/belukar, menyebar rimbun/melebar di permukaan tanah, dengan ketinggian hingga 3 m. Kulit kayu berwarna abu-abu hingga coklat. Akar nafas tidak terlalu berkembang.
Daun	: Tebal (hingga 3 mm) berdaging, kaku, berkulit dan agak melengkung/tertekuk ke dalam. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: elip hingga bulat telur terbalik. Ujung: membulat hingga menajam tumpul. Ukuran: panjang 1-3 cm.
Bunga	: Berbentuk lonceng. Letak: di ketiak daun. Formasi: berkelompok (ada 1 hingga beberapa bunga per kelompok). Daun mahkota: 6, putih bersih, bagian tengahnya agak keunguan-kekuningan. Kelopak bunga: 12, berwarna hijau. Benang sari: jumlahnya 12 - 18.
Buah	: Berbentuk seperti mangkuk es krim, warna coklat, permukaannya berambut, di dalamnya terdapat 20-30 biji yang sangat kecil. Ukuran : diameter buah 3-5 mm, panjang 10 mm.
Ekologi	: Sering dijumpai tumbuh pada pantai berpasir, pada tepi/lereng pematang tambak atau tepi saluran air yang masih terkena jangkauan pasang surut.
Penyebaran	: Kemungkinan di seluruh Indonesia. Setidaknya tercatat di Bali dan Lombok.
Kelimpahan	: Tidak diketahui.
Manfaat	: Tidak diketahui. Lihat gambar 38.



Gambar 38. Mangrove *Phemphis acidula*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

36) *Rhizophora apiculata*

Nama setempat	: Bakau minyak, bakau tandok, bakau akik, bakau puteh, bakau kacang, bakau leutik, akik, bangka minyak, donggo akit, jankar, abat, parai, mangi-mangi, slengkren, tinjang, wako.
Deskripsi umum	: Pohon dengan ketinggian mencapai 30 m dengan diameter batang mencapai 50 cm. Memiliki perakaran yang khas hingga mencapai ketinggian 5 meter, dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang. Kulit kayu berwarna abu-abu tua dan berubah-ubah.
Daun	: Berkulit, warna hijau tua dengan hijau muda pada bagian tengah dan kemerahan di bagian bawah. Gagang daun panjangnya 17-35 mm dan warnanya kemerahan. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips menyempit. Ujung: meruncing. Ukuran: 7-19 x 3,5-8 cm.
Bunga	: Bisexual, kepala bunga kekuningan yang terletak pada gagang berukuran <14 mm. Letak: Di ketiak daun. Formasi: kelompok (2 bunga per kelompok). Daun mahkota: 4; kuning-putih, tidak ada rambut, panjangnya 9-11 mm. Kelopak bunga: 4; kuning kecoklatan, melengkung. Benang sari: 11-12; tak bertangkai.
Buah	: Buah kasar berbentuk bulat memanjang hingga seperti buah pir, warna coklat, panjang 2-3,5 cm, berisi satu biji fertil. Hipokotil silindris, berbintil, berwarna hijau jingga. Leher kotilodon berwarna merah jika sudah matang. Ukuran: Hipokotil panjang 18-38 cm dan diameter 1-2 cm.
Ekologi	: Tumbuh pada tanah berlumpur, halus, dalam dan tergenang pada saat pasang normal. Tidak menyukai substrat yang lebih keras yang bercampur dengan pasir. Tingkat dominasi dapat mencapai 90% dari vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi. Menyukai perairan pasang surut yang memiliki pengaruh masukan air tawar yang kuat secara permanen. Percabangan akarnya dapat tumbuh secara abnormal karena gangguan kumbang yang menyerang ujung akar. Kepiting dapat juga menghambat pertumbuhan mereka karena mengganggu kulit akar anakan. Tumbuh lambat, tetapi perbungaan terdapat sepanjang tahun.
Penyebaran	: Sri Lanka, seluruh Malaysia dan Indonesia hingga Australia Tropis dan Kepulauan Pasifik.

Kelimpahan	: Melimpah di Indonesia, tersebar jarang di Australia.
Manfaat	: Kayu dimanfaatkan untuk bahan bangunan, kayu bakar dan arang. Kulit kayu berisi hingga 30% tanin (per sen berat kering). Cabang akar dapat digunakan sebagai jangkar dengan diberati batu. Di Jawa acapkali ditanam di pinggiran tambak untuk melindungi pematang. Sering digunakan sebagai tanaman penghijauan.

37) *Rhizophora mucronata*

Nama setempat	: Bangka hitam, dongoh korap, bakau hitam, bakau korap, bakau merah, jankar, lenggayong, belukap, lolaro.
Deskripsi umum	: Pohon dengan ketinggian mencapai 27 m, jarang melebihi 30 m. Batang memiliki diameter hingga 70 cm dengan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan terdapat celah horizontal. Akar tunjang dan akar udara yang tumbuh dari percabangan bagian bawah.
Daun	: Daun berkulit. Gagang daun berwarna hijau, panjang 2,5-5,5 cm. Pinak daun terletak pada pangkal gagang daun berukuran 5,5-8,5 cm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips melebar hingga bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 11-23 x 5-13 cm.
Bunga	: Gagang kepala bunga seperti cagak, bersifat biseksual, masing-masing menempel pada gagang individu yang panjangnya 2,5-5 cm. Letak: di ketiak daun. Formasi: Kelompok (4-8 bunga per kelompok). Daun mahkota: 4; putih, ada rambut. 9 mm. Kelopak bunga: 4; kuning pucat, panjangnya 13-19 mm. Benang sari: 8; tak bertangkai.
Buah	: Buah lonjong/panjang hingga berbentuk telur berukuran 5-7 cm, berwarna hijaukecoklatan, seringkali kasar di bagian pangkal, berbiji tunggal. Hipokotil silindris, kasar dan berbintil. Leher kotilodon kuning ketika matang. Ukuran: Hipokotil: panjang 36-70 cm dan diameter 2-3 cm.
Ekologi	: Di areal yang sama dengan <i>R.apiculata</i> tetapi lebih toleran terhadap substrat yang lebih keras dan pasir. Pada umumnya tumbuh dalam kelompok, dekat atau pada pematang sungai pasang surut dan di muara sungai, jarang sekali tumbuh pada daerah yang jauh dari air pasang surut. Pertumbuhan optimal terjadi pada areal yang tergenang dalam, serta pada tanah yang kaya akan humus. Merupakan salah satu jenis

	tumbuhan mangrove yang paling penting dan paling tersebar luas. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Anakan seringkali dimakan oleh kepiting, sehingga menghambat pertumbuhan mereka. Anakan yang telah dikeringkan dibawah naungan untuk beberapa hari akan lebih tahan terhadap gangguan kepiting. Hal tersebut mungkin dikarenakan adanya akumulasi tanin dalam jaringan yang kemudian melindungi mereka.
Penyebaran	: Afrika Timur, Madagaskar, Mauritania, Asia tenggara, seluruh Malaysia dan Indonesia, Melanesia dan Mikronesia. Dibawa dan ditanam di Hawaii.
Manfaat	: Kayu digunakan sebagai bahan bakar dan arang. Tanin dari kulit kayu digunakan untuk pewarnaan, dan kadang-kadang digunakan sebagai obat dalam kasus hematuria (perdarahan pada air seni). Kadang-kadang ditanam di sepanjang tambak untuk melindungi pematang.

38) *Rhizophora stylosa*

Nama setempat	: Bakau, bako-kurap, slindur, tongke besar, wako, bangko.
Deskripsi umum	: Pohon dengan satu atau banyak batang, tinggi hingga 10 m. Kulit kayu halus, bercelah, berwarna abu-abu hingga hitam. Memiliki akar tunjang dengan panjang hingga 3 m, dan akar udara yang tumbuh dari cabang bawah.
Daun	: Daun berkulit, berbintik teratur di lapisan bawah. Gagang daun berwarna hijau, panjang gagang 1-3,5 cm, dengan pinak daun panjang 4-6 cm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: elips melebar. Ujung: meruncing. Ukuran: meruncing.
Bunga	: Gagang kepala bunga seperti cagak, biseksual, masing-masing menempel pada gagang individu yang panjangnya 2,5-5 cm. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (8-16 bunga per kelompok). Daun mahkota: 4; putih, ada rambut. 8 mm. Kelopak bunga: 4; kuning hijau, panjangnya 13-19 mm. Benang sari: 8; dan sebuah tangkai putik, panjang 4-6 mm.
Buah	: Panjangnya 2,5-4 cm, berbentuk buah pir, berwarna coklat, berisi 1 biji fertil. Hipokotil silindris, berbintil agak halus. Leher kotilodon kuning kehijauan ketika matang. Ukuran: Hipokotil: panjang 20-35 cm (kadang sampai 50 cm) dan diameter 1,5-2,0 cm.

Ekologi	: Tumbuh pada habitat yang beragam di daerah pasang surut: lumpur, pasir dan batu. Menyukai pematang sungai pasang surut, tetapi juga sebagai jenis pionir di lingkungan pesisir atau pada bagian daratan dari mangrove. Satu jenis relung khas yang bisa ditempatinya adalah tepian mangrove pada pulau/substrat karang. Menghasilkan bunga dan buah sepanjang tahun. Kemungkinan diserbuki oleh angin.
Penyebaran	: Di Taiwan, Malaysia, Filipina, sepanjang Indonesia, Papua New Guinea dan Australia Tropis. Tercatat dari Jawa, Bali, Lombok, Sumatera, Sulawesi, Sumba, Sumbawa, Maluku dan Irian Jaya.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Sebagai bahan bangunan, kayu bakar, dan arang. Masyarakat Aborigin di Australia menggunakan kayu jenis ini untuk pembuatan bumerang, tombak serta berbagai obyek upacara Anggur ringan serta minuman untuk mengobati hematuria (pendarahan pada air seni) dapat dibuat dari buahnya.
Catatan	: Jumlah bunga per kelompok dari jenis <i>R. stylosa</i> lebih banyak daripada <i>R. mucronata</i> .

39) *Sarcolobus globosa*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Semak pemanjat dengan ketinggian hingga 4 m, dan memiliki batang yang halus.
Daun	: Permukaan atas daun ditutupi oleh rambut, khususnya di bagian urat daun. Daun agak tebal, panjang gagang 2-30 mm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 4-9 x 3-5,5 cm.
Bunga	: Berwarna kuning dengan garis-garis memanjang berwarna jingga. Bagian dalam bunga ditutupi rambut-rambut pendek. Bunga terdapat pada tandan yang padat, panjang gagang bunga 0,5-2 cm. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (5-10 bunga per kelompok). Daun mahkota: 5; diameter 12-14 mm, terletak diatas tabung yang panjangnya 2,5 mm. Kelopak bunga: 5 terdapat kelenjar di dalamnya. Kepala sari: Ujungnya tumpul, berwarna coklat.
Buah	: Berwarna coklat, berbintil, sebagian besar soliter, elips melebar dengan pangkal yang tidak merata. Buah memiliki gagang yang tebal, kaya akan cairan yang menyerupai susu. Biji berjumlah banyak,

	permukaannya rata dan bentuknya bulat telur terbalik, dikelilingi oleh tepian yang menyerupai sayap, berukuran 13-15 x 8-9 mm. Ukuran: buah: 8-9 x 7-8 cm, biji: 20-25 x 16-18 mm.
Ekologi	: Tumbuh pada mangrove berlumpur. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Biji yang memiliki tepian seperti sayap dapat terapung di permukaan air. Apabila sayapnya dicopot, maka biji tersebut akan tenggelam.
Distribusi	: Tercatat di Jawa, tetapi kemungkinan terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tidak tahu.
Manfaat	: Tidak tahu.

40) *Scyphiphora hydrophyllacea*

Nama setempat	: Perepat lanang, cingam, duduk perempuan, duduk rayap, duduk rambat, dandulit.
Deskripsi umum	: Semak tegak, selalu hijau, seringkali memiliki banyak cabang, ketinggian mencapai 3 m. Kulit kayu kasar berwarna coklat, cabang muda memiliki resin, kadang-kadang terdapat akar tunjang pada individu yang besar.
Daun	: Daun berkulit dan mengkilap. Pinak daun berkelenjar, terletak pada pangkal gagang daun membentuk tutup berambut. Gagang daun lurus panjangnya hingga 13 mm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 4-9 x 2-5 cm.
Bunga	: Warna putih, hampir tak bertangkai, biseksual, terdapat pada tandan yang panjangnya hingga 15 mm. Letak: di ketiak daun. Formasi: kelompok (3-7 bunga per kelompok). Daun mahkota: 4-5; putih-agak merah, elips, 2-4 x 22,5 mm, mulut berambut kasar. Kelopak bunga: 4-5; berbentuk mangkok, bawahnya seperti tabung (panjang 5mm). Benang sari: 4-5.
Buah	: Silindris, berwarna hijau hingga coklat, berurat memanjang dan memiliki sisa daun kelopak bunga. Tidak membuka ketika matang. Terdapat 4 biji silindris. Ukuran: buah: panjang 8 mm, biji: 1 x 2 mm.
Ekologi	: Tumbuh pada substrat lumpur, pasir dan karang pada tepi daratan mangrove atau pada pematang dan dekat jalur air. Nampaknya tidak toleran terhadap penggenangan air tawar dalam waktu yang lama dan biasanya menempati lokasi yang kerap tergenang oleh pasang surut. Dilaporkan tumbuh pada lokasi yang

Penyebaran	tidak cocok untuk dikolonisasi oleh jenis tumbuhan mangrove lainnya. Perbungaan terdapat sepanjang tahun, kemungkinan diserbuki sendiri atau oleh serangga. Nektar diproduksi oleh cakram kelenjar pada pangkal mahkota bunga. Banyak buah yang dihasilkan, akan tetapi pembiakan biji relatif rendah. Buah teradaptasi dengan baik untuk penyebaran oleh air karena kulit buahnya yang ringan dan mengapung.
Kelimpahan	: India, Sri Lanka, Malaysia, seluruh Indonesia, Papua New Guinea, Filipina, Kepulauan Solomon dan Australia Tropis.
Manfaat	: Tersebar, dan secara keseluruhan relatif jarang. : Kayu kemungkinan dapat digunakan untuk peralatan makan, seperti sendok. Daun dapat digunakan untuk mengatasi sakit perut.
Catatan	: Sangat menyerupai <i>Lumnitzera</i> , tetapi daun <i>Lumnitzera</i> letaknya bersilangan.

41) *Sonneratia alba*

Nama setempat	: Pedada, perepat, pidada, bogem, bidada, posi-posi, wahat, putih, beropak, bangka, susup, kedada, muntu, sopo, barapak, pupat, mange-mange.
Deskripsi umum	: Pohon selalu hijau, tumbuh tersebar, ketinggian kadang-kadang hingga 15 m. Kulit kayu berwarna putih tua hingga coklat, dengan celah longitudinal yang halus. Akar berbentuk kabel di bawah tanah dan muncul kepermukaan sebagai akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul dan tingginya mencapai 25 cm.
Daun	: Daun berkulit, memiliki kelenjar yang tidak berkembang pada bagian pangkal gagang daun. Gagang daun panjangnya 6-15 mm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membulat. Ukuran: 5-12,5 x 3-9 cm.
Bunga	: Biseksual; gagang bunga tumpul panjangnya 1 cm. Letak: di ujung atau pada cabang kecil. Formasi: soliter-kelompok (1-3 bunga per kelompok). Daun mahkota: putih, mudah rontok. Kelopak bunga: 6-8; berkulit, bagian luar hijau, di dalam kemerahan. Seperti lonceng, panjangnya 2-2,5 cm. Benang sari: banyak, ujungnya putih dan pangkalnya kuning, mudah rontok.
Buah	: Seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Buah mengandung banyak

Ekologi	biji (150-200 biji) dan tidak akan membuka pada saat telah matang. Ukuran: buah: diameter 3,5-4,5 cm. : Jenis pionir, tidak toleran terhadap air tawar dalam periode yang lama. Menyukai tanah yang bercampur lumpur dan pasir, kadang-kadang pada batuan dan karang. Sering ditemukan di lokasi pesisir yang terlindung dari hempasan gelombang, juga di muara dan sekitar pulau-pulau lepas pantai. Di lokasi dimana jenis tumbuhan lain telah ditebang, maka jenis ini dapat membentuk tegakan yang padat. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Bunga hidup tidak terlalu lama dan mengembang penuh di malam hari, mungkin diserbuki oleh ngengat, burung dan kelelawar pemakan buah. Di jalur pesisir yang berkarang mereka tersebar secara vegetatif. Kunang-kunang sering menempel pada pohon ini dikala malam. Buah mengapung karena adanya jaringan yang mengandung air pada bijinya. Akar nafas tidak terdapat pada pohon yang tumbuh pada substrat yang keras.
Penyebaran	: Dari Afrika Utara dan Madagaskar hingga Asia Tenggara, seluruh Indonesia, Malaysia, Filipina, Australia Tropis, Kepulauan Pasifik barat dan Oceania Barat Daya.
Kelimpahan	: Umum. Melimpah setempat.
Manfaat	: Buahnya asam dapat dimakan. Di Sulawesi, kayu dibuat untuk perahu dan bahan bangunan, atau sebagai bahan bakar ketika tidak ada bahan bakar lain. Akar nafas digunakan oleh orang Irian untuk gabus dan pelampung.

42) *Sonneratia caseolaris*

Nama setempat	: Pedada, perepat, pidada, bogem, bidada, rambai, wahat merah, posi-posi merah.
Deskripsi umum	: Pohon, ketinggian mencapai 15 m, jarang mencapai 20 m. Memiliki akar nafas vertikal seperti kerucut (tinggi hingga 1 m) yang banyak dan sangat kuat. Ujung cabang/ranting terkulai, dan berbentuk segi empat pada saat muda.
Daun	: Gagang/tangkai daun kemerahan, lebar dan sangat pendek. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat memanjang. Ujung: membundar. Ukuran: bervariasi, 5-13 x 2-5 cm.
Bunga	: Pucuk bunga bulat telur. Ketika mekar penuh, tabung kelopak bunga berbentuk mangkok, biasanya tanpa

	urat. Letak: di ujung. Formasi: soliter-kelompok (1-3 bunga per kelompok). Daun mahkota: merah, ukuran 17-35 x 1,5-3,5 mm, mudah rontok. Kelopak bunga: 6-8; berkulit, bagian luar hijau, di dalam putih kekuningan hingga kehijauan. Benang sari: banyak, ujungnya putih dan pangkalnya merah, mudah rontok.
Buah	: Seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Ukuran lebih besar dari <i>S.alba</i> , bijinya lebih banyak (800-1200). Ukuran: buah: diameter 6-8 cm.
Ekologi	: Tumbuh di bagian yang kurang asin di hutan mangrove, pada tanah lumpur yang dalam, seringkali sepanjang sungai kecil dengan air yang mengalir pelan dan terpengaruh oleh pasang surut. Tidak pernah tumbuh pada pematang/ daerah berkarang. Juga tumbuh di sepanjang sungai, mulai dari bagian hulu dimana pengaruh pasang surut masih terasa, serta di areal yang masih didominasi oleh air tawar. Tidak toleran terhadap naungan. Ketika bunga berkembang penuh (setelah jam 20.00 malam), bunga berisi banyak nektar. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Biji mengapung. Selama hujan lebat, kecenderungan pertumbuhan daun akan berubah dari horizontal menjadi vertikal.
Penyebaran	: Dari Sri Lanka, seluruh Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Malaysia, Filipina, hingga Australia tropis, dan Kepulauan Solomon.
Kelimpahan	: Umum, dan melimpah setempat.
Manfaat	: Buah asam dapat dimakan (dirujuk). Kayu dapat digunakan sebagai kayu bakar jika kayu bakar yang lebih baik tidak diperoleh. Setelah direndam dalam air mendidih, akar nafas dapat digunakan untuk mengganti gabus.

43) *Sonneratia ovata*

Nama setempat	: Bogem, kedabu.
Deskripsi umum	: Pohon berukuran kecil atau sedang, biasanya hingga 5 m, kadang-kadang mencapai 20 m, dengan cabang muda berbentuk segi empat serta akar nafas vertikal.
Daun	: Gagang/tangkai daun panjangnya 2-15 mm. Unit & Letak: sederhana & berlawanan. Bentuk: bulat telur. Ujung: membundar. Ukuran: 4-10 x 3-9 cm.
Bunga	: Gagang/tangkai bunga lurus, panjang 1-2 cm, atau kadang-kadang tidak ada. Pucuk bunga berbentuk

	bulat telur lebar dan ditutupi oleh tonjolan kecil. Letak: di ujung. Formasi: soliter-kelompok (ada 1-3 bunga per kelompok). Daun mahkota: tidak ada. Kelopak bunga: bagian dalam merah. Panjangnya 2,5 - 4,5 cm. Tabung seperti mangkok, muncul dari gagang yang pendek. Benang sari: banyak, warnanya putih dan mudah rontok.
Buah	: Seperti bola, ujungnya bertangkai dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Ukuran hampir sama dengan <i>S.alba</i> . Ukuran: buah: diameter 3-5 cm.
Ekologi	: Tumbuh di tepi daratan hutan mangrove yang airnya kurang asin, tanah berlumpur dan di sepanjang sungai kecil yang terkena pasang surut. Tidak pernah tumbuh pada substrat karang. Perbungaan terjadi sepanjang tahun.
Penyebaran	: Di Thailand, Malaysia, Kepulauan Riau, Sumatra, Jawa, Sulawesi, Maluku, Sungai Sebangau /Kalimantan Tengah, dan Papua New Guinea.
Kelimpahan	: Umum setempat, tetapi secara keseluruhan agak jarang.
Manfaat	: Kayu bakar. Buah muda dapat dimakan sebagai rujakan.

44) *Xylocarpus granatum*

Nama setempat	: Niri, nilih, nyireh, nyiri, nyuru, jombok gading, buli, bulu putih, buli hitam, inggili, siri, nyireh bunga, nyiri udang, nyiri hutan, pohon kira-kira, jomba, banang-banang, nipa, niumiri-kara, kabau, mokmof.
Deskripsi umum	: Pohon dapat mencapai ketinggian 10-20 m. Memiliki akar papan yang melebar ke samping, meliuk-liuk dan membentuk celahan-celahan. Batang seringkali berlubang, khususnya pada pohon yang lebih tua. Kulit kayu berwarna coklat muda-kekuningan, tipis dan mengelupas, sementara pada cabang yang muda, kulit kayu berkeriput.
Daun	: Agak tebal, susunan daun berpasangan (umumnya 2 pasang pertangkai) dan ada pula yang menyendiri. Unit & Letak: majemuk & berlawanan. Bentuk: elips bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 4,5 - 17 cm x 2,5 - 9 cm.
Bunga	: Bunga terdiri dari dua jenis kelamin atau betina saja. Tandan bunga (panjang 2-7 cm) muncul dari dasar (ketiak) tangkai daun dan tangkai bunga panjangnya

	4-8 mm. Letak: di ketiak. Formasi: gerombol acak (8-20 bunga per gerombol). Daun mahkota: 4; lonjong, tepinya bundar, putih kehijauan, panjang 5-7 mm. Kelopak bunga: 4 cuping; kuning muda, panjang 3 mm. Benang sari: berwarna putih krem dan menyatu di dalam tabung.
Buah	: Seperti bola (kelapa), berat bisa 1-2 kg, berkulit, warna hijau kecoklatan. Buahnya bergelantungan pada dahan yang dekat permukaan tanah dan agak tersembunyi. Di dalam buah terdapat 6-16 biji besar-besar, berkayu dan berbentuk tetrahedral. Susunan biji di dalam buah membingungkan seperti teka-teki (dalam bahasa Inggris disebut sebagai 'puzzle fruit'). Buah akan pecah pada saat kering. Ukuran: buah: diameter 10-20 cm.
Ekologi	: 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. Individu yang telah tua seringkali ditumbuhi oleh epifit.
Penyebaran	: Di Indonesia tumbuh di Jawa, Madura, Bali, Kepulauan Karimun Jawa, Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, Maluku dan Sumba, Irian Jaya.
Kelimpahan	: Melimpah setempat, khususnya pada area bekas tebangan hutan dan gangguan lainnya.
Manfaat	: Kayunya hanya tersedia dalam ukuran kecil, kadang-kadang digunakan sebagai bahan pembuatan perahu. Kulit kayu dikumpulkan karena kandungan taninnya yang tinggi (>24% berat kering).

45) *Xylocarpus mekongensis*

Nama setempat	: Tidak tahu.
Deskripsi umum	: Pohon yang kuat, berbentuk tiang dengan mahkota berbentuk kerucut, ketinggian sampai 15 m. Kulit kayu berwarna coklat muda, mengelupas secara longitudinal, dan memiliki garis-garis sempit.
Daun	: Pinak daun berbentuk lonjong, dengan ukuran 4,5-12 x 2-7,5 cm, dengan ujung tajam atau tumpul dengan panjang 2-4 mm. Unit & Letak: majemuk & berlawanan. Bentuk: elips - bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: panjang bisa mencapai 20 cm.
Bunga	: Tandan bunga (panjang 4-6,5 cm) muncul dari ketiak tangkai daun dan tangkai bunga panjangnya 6-10 mm.

	Letak: di ketiak. Formasi: gerombol acak (9-35 bunga per gerombol). Daun mahkota: berbentuk lonjong lebar, berwarna putihkekuningan dan panjang 5 x 2 mm. Kelopak bunga: berwarna hijau, panjang 2 mm. Benang sari: tabung benang sari berbentuk seperti kendi, panjang 5 mm. Kepala sari panjangnya 1 mm.
Buah	: Seperti bola dan terbagi atas beberapa bagian kepingan. Ukuran: buah: diameter 5-10 cm, biji: diameter 6,5 cm.
Ekologi	: Pohon jenis ini ditemukan di tepi hutan yang berbatasan dengan perairan pasang surut dan pada bagian tepi daratan di daerah mangrove. Substrat tumbuhnya terdiri dari pasir dan lumpur. Mereka menyukai daerah yang memperoleh masukan air tawar selama beberapa kali dalam setahun.
Penyebaran	: Tercatat di PNG, Afrika Timur, Asia Tenggara, Australia Barat, dan mungkin saja tumbuh di Irian Jaya
Kelimpahan	: Ditemukan secara berkala tetapi tidak pernah dalam kelimpahan yang tinggi.
Manfaat	: Bahan bangunan, kayu bakar, minyak untuk penerangan dan minyak rambut serta untuk pewarnaan (di PNG). Jamu dari pohon ini digunakan untuk mengobati kolera.

46) *Xylocarpus moluccensis*

Nama setempat	: Niri/nyirih batu, nyirih, siri, jombok, miumeri-mee, parasar, kabau, raru, nyiri gundik, nyuru, mojong tihulu, pamuli, loleso, banang-banang.
Deskripsi umum	: Pohon tingginya antara 5-20 m. Memiliki akar nafas mengerucut berbentuk cawan. Kulit kayu halus, sementara pada batang utama memiliki guratan-guratan permukaan yang tergores dalam.
Daun	: Lebih tipis dari <i>X. granatum</i> , susunan daun berpasangan (umumnya 2-3 ps pertangkai) dan ada pula yang menyendiri. Unit & letak: majemuk & berlawanan. Bentuk: elips - bulat telur terbalik. Ujung: meruncing. Ukuran: 4-12 cm x 2-6,5cm.
Bunga	: Terdiri dari dua jenis kelamin atau betina saja. Tandan bunga (panjang 6-18,5 cm) muncul dari ketiak tangkai daun dan tangkai bunga panjangnya 2-10 mm. Letak: di ketiak. Formasi: gerombol acak (10-35 bunga per gerombol). Daun mahkota: 4; putih kekuningan, lonjong, tepinya bundar, panjang nya 6-7 mm.

	Kelopak bunga: 4 cuping; hijau kekuningan, panjang sekitar 1,5 mm. Benang sari: 8, menyatu; putih krem dan tingginya sekitar 2 mm.
Buah	: Warna hijau, bulat seperti jambu bengkak, permukaan berkulit dan di dalamnya terdapat 4-10 kepingan biji berbentuk tetrahedral. Ukuran: buah: diameter 8-15 cm.
Ekologi	: Jenis mangrove sejati di hutan pasang surut, pematang sungai pasang surut, serta tampak sepanjang pantai.
Penyebaran	: Di Indonesia terdapat di Jawa, Bali, Maluku, NTT, Sulawesi, Kalimantan, Irian Jaya.
Kelimpahan	: Umum setempat.
Manfaat	: Kayu dipakai untuk kayu bakar, membuat rumah, perahu dan kadang-kadang untuk gagang keris. Biji digunakan sebagai obat sakit perut. Jamu yang berasal dari buah dipakai untuk obat habis bersalin dan meningkatkan nafsu makan. Tanin kulit kayu digunakan untuk membuat jala serta sebagai obat pencernaan.

47) *Xylocarpus rumphii*

Nama setempat	: Nyirih, banang-banang, siri, nyirih batu, jombok, niri.
Deskripsi umum	: Pohon tingginya dapat mencapai 6 m. Memiliki akar udara tapi tidak jelas. Kulit kayu kasar berwarna coklat dan mengelupas seperti guratan-guratan kecil dan sempit.
Daun	: Susunan daun berpasangan (umumnya 3-4 pasang pertangkai) dan ada pula yang menyendiri. Warna hijau tua. Unit & Letak: majemuk & berlawanan. Bentuk: bulat telur-bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: 7 x 12 cm.
Bunga	: Terdiri dari dua jenis kelamin atau betina saja. Letak: di ketiak. Formasi: Gerombol acak. Daun mahkota: 4; krem-putih kehijauan. Kelopak bunga: 4 cuping; hijau kekuningan. Benang sari: menyatu membentuk tabung; putih krem.
Buah	: Warna hijau, bulat seperti jambu bengkak, permukaan licin berkilauan dan di dalamnya terdapat 4-10 kepingan biji berbentuk tetrahedral. Ukuran: buah: diameter 8 cm (lebih kecil dari <i>X. granatum</i>).
Ekologi	: Jenis mangrove sejati. Terdapat di pantai berpasir atau berbatu, di belakang atau sedikit di atas garis pasang tinggi.
Penyebaran	: Di Indonesia terdapat di Jawa dan Bali.

Kelimpahan	: Tidak diketahui.
Manfaat	: Kayu dipakai untuk kayu bakar, membuat rumah dan perahu. Lihat gambar 39.



Gambar 39. Mangrove *Xylocarpus rumphii*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

2.1.2. Mangrove Ikutan

Mangrove ikutan adalah kelompok tumbuhan yang berasosiasi dengan mangrove sejati. Mangrove ikutan tidak memiliki bentuk adaptasi khusus karena bukan tumbuhan khas ekosistem mangrove namun memiliki toleransi yang tinggi untuk dapat hidup pada kondisi lingkungan ekosistem mangrove.

1) *Barringtonia asiatica*

Nama setempat	: Sea putat, bogem, butong, butun, pertun, putat laut, bitung, talise, hutun.
Deskripsi umum	: Pohon berukuran kecil hingga sedang dengan ketinggian 7-20 (-30) m dan diameter 25-100 cm. Mahkota pohon berdaun besar dan rimbun. Kulit kayu abu-abu agak merah muda dan halus. Ranting tebal.
Daun	: Berwarna hijau tua, agak tebal, berkulit dan urat daun nampak jelas. Ketika masih muda daun berwarna agak merah muda, ketika tua berwarna kuning atau merah muda pucat. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: agak membundar, tumpul. Ukuran : 15-45 x 9-20 cm.
Bunga	: Menggantung, berukuran sangat besar, diameternya sampai 10 cm dan harum. Formasi: bergerombol, menggantung seperti payung. Daun mahkota: 4,

	putih dan kuning. Kelopak bunga: berwarna putih kehijauan. Benangsari: banyak dan panjang, warnanya merah di bagian ujung dan putih di dekat pangkal.
Buah	: Besar, permukaan halus dan berbentuk tetrahedral/piramid seperti buah delima. Buah berwarna hijau (kadang tersamar oleh warna daunnya) lalu berubah menjadi coklat. Berisi satu biji berukuran besar. Ukuran: diameter buah 1015 cm.
Ekologi	: Tumbuh di hutan pantai, pantai dan pantai berkarang, kadang-kadang di mangrove. Tumbuh sama baiknya di daratan. Buah sering terlihat mengapung sepanjang pantai. Mereka mengapung dan dapat tumbuh setelah menempuh perjalanan yang jauh. Bunga terbuka setelah matahari tenggelam dan rontok menjelang pagi, sehingga hanya terbuka satu malam saja. Penyerbukan kemungkinan dilakukan oleh ngengat besar.
Penyebaran	: Tumbuh dari Madagaskar hingga Pasifik Barat. Tercatat di seluruh Indonesia, termasuk Sumatera, Kalimantan, Jawa, Bali, Sulawesi, Sunda Kecil dan Maluku.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Kadang-kadang ditanam sebagai tanaman hias. Pohon dan bijinya mengandung saponin yang dapat digunakan sebagai racun ikan. Biji yang digunakan sebagai racun ikan seringkali dicampur dengan tuba (Derris – rotenon). Minyak yang berwarna kemerahan dapat diperoleh dengan memanaskan dan memeras bijinya. Di Jawa, cairan yang diperoleh dari bijinya dapat digunakan sebagai perekat dalam pembuatan payung, serta untuk membunuh ekto-parasit, seperti lintah.
Catatan	: Jenis ini seringkali dikelirukan dengan <i>Terminalia catappa</i> atau <i>Fagraea crenulata</i> . Meskipun demikian, <i>B.asiatica</i> memiliki daun yang lebih berdaging, lebih mengkilat dan ujung yang lebih runcing dibandingkan dengan <i>T.catappa</i> . <i>F. crenulata</i> memiliki daun yang tumbuh berpasangan serta memiliki duri di sepanjang batangnya. Lihat gambar 40.

2) *Calophyllum inophyllum*

Nama setempat	: Camplung, nyamplung, bintanguru, benaga, bintangur laut, menaga, naga.
---------------	--

Deskripsi umum	: Pohon berwarna gelap, berdaun rimbun, ketinggian 10-30 m, biasanya tumbuh agak bengkok, condong atau bahkan sejajar dengan tanah. Memiliki getah lekat berwarna putih atau kuning.
Daun	: Memiliki banyak urat dengan posisi lateral paralel dan halus. Bagian atas daun berwarna hijau tua dan mengkilap, bagian bawahnya hijau agak kekuningan. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: elips hingga bulat memanjang, agak mirip dengan daun <i>Rhizophora mucronata</i> (jenis bakau). Ujung : membundar. Ukuran: 10-21,5 x 6-11 cm.
Bunga	: Biseksual, tandan bunga panjangnya hingga 15 cm serta memiliki 5-15 bunga per tandan. Letak: di ketiak. Formasi: bergerombol, menggantung seperti payung. Daun mahkota: 4, putih dan kuning, harum, ukuran diameter 2-3 cm. Kelopak bunga: 4, dua dari kelopak bunga berwarna putih. Benangsari: banyak.
Buah	: Berbentuk bulat seperti bola pingpong kecil, memiliki tempurung kuat dan di dalamnya terdapat 1 biji. Ukuran: diameter buah 2,5-4 cm.
Ekologi	: Tumbuh pada habitat bukan rawa dan pantai berpasir, hingga ketinggian 200 m. Kadang-kadang tumbuh pada lokasi mangrove, biasanya pada habitat transisi. Tercatat di Sumatera di sepanjang Danau Singkarak pada ketinggian 386 m. Perbungaan nampaknya terjadi terus menerus sepanjang tahun, dengan satu atau lebih saat puncaknya. Penyerbukan hampir pasti dilakukan oleh serangga. Buah disebarkan melalui arus laut, atau oleh kelelawar yang memakan bagian luar buah yang berdaging.
Penyebaran	: Dari Afrika Timur hingga Polinesia, dan dimasukkan ke Pasifik. Kemungkinan terdapat di seluruh Indonesia, tercatat di Sumatera, Bali, Jawa, Kalimantan dan Irian Jaya.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Buah mudanya digarami untuk makanan. Dapat digunakan sebagai bahan pewarna, minyak, kayu dan obat-obatan. Di Bali, buahnya yang sudah tua dipakai bermain oleh anak-anak sebagai kelereng atau bola pingpong kecil. Di Australia, Malaysia dan Indonesia (Bali) sering ditanam sebagai pohon peneduh. Lihat gambar 41.

3) *Calotropis gigantea*

Nama setempat	: Biduri, modori, menori, widuri, mendori.
---------------	--

Deskripsi umum	: Herba rendah/semak, ketinggian mencapai 3 m. Memiliki banyak getah.
Daun	: Posisi daun horizontal, permukaan daun (atas maupun bawah) dilapisi oleh rambut-rambut halus yang berwarna agak putih seperti tepung. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: bulat telur melebar. Ujung : membundar. Ukuran: 10-20 x 3,5-5,5 cm.
Bunga	: Memiliki tandan dan tangkai/gagang bunga yang panjang. Letak: pada ketiak daun. Formasi: seperti payung yang sedang dibuka. Daun mahkota: putih agak ungu, ukuran diameter 6-10 mm. Kelopak bunga: 5, seperti piramid, kekar dan kaku, berwarna ungu agak putih, diameter 3-4 cm.
Buah	: Berbentuk bulat seperti kapsul dan di dalamnya terdapat banyak biji-biji yang permukaannya berambut halus. Ukuran: diameter buah 10-15 mm.
Ekologi	: Tumbuh pada habitat yang tidak tergenang air, pantai berpasir dan lahan berbatu, hingga ketinggian sekitar 300 m. Di Bali dijumpai mulai pada daerah pantai yang gersang dan udaranya panas hingga ke lereng gunung Agung yang suhu udaranya sejuk. Umumnya dijumpai di lahan-lahan pantai yang terbengkalai dan terbuka (mendapat sinar matahari penuh).
Penyebaran	: Kemungkinan terdapat di seluruh Indonesia, tercatat di Bali dan Jawa.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Di Bali, daun dan bunganya sering digunakan sebagai makanan jangkrik. Lihat gambar 42.



Gambar 40. Mangrove *Barringtonia asiatica*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010



bunga & buah



pohon

Gambar 41. Mangrove *Calophyllum inophyllum*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010



Gambar 42. Mangrove *Calotropis gigantea*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

4) *Cerbera manghas*

Nama setempat : Bintan, badak, goro-goro, kayu susu, kayu kurita, bintaro, kenyeri putih, kadong, koyandan, mangga brabu, waba, jabal, kenyen putih, biru tasi.

Deskripsi umum	: Pohon atau belukar dengan ketinggian mencapai 20 m. Kulit kayu bercelah, berwarna abu-abu hingga cokelat, memiliki lentisel dan cairan putih susu. Akar menjalar di permukaan tanah, tetapi kurang memiliki akar udara dan akar nafas.
Daun	: Agak gelap, hijau mengkilap di bagian atas dan hijau pucat di bagian bawah. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat memanjang atau lanset, seperti daun mangga. Ujung: meruncing. Ukuran: 10-28 x 2-8 cm.
Bunga	: Biasanya terdapat 20 –30 bunga pada setiap tandan. Letak: di ujung cabang. Formasi: berkelompok secara tidak beraturan. Daun mahkota: 5, putih bersih dengan bagian pusat berwarna jingga hingga merah muda-merah. Kelopak bunga: 5, putih kehijauan, jaraknya agak jauh dari daun mahkota. Benang sari: tidak bergagang, menempel pada mulut tabung. Perpanjangan dari masing-masing benang sari yang berambut dan berbentuk seperti taji menutupi kerongkongan tabung mahkota bunga.
Buah	: Berbentuk bulat, hijau hingga hijau kemerahan, mengkilat dan berdaging. Selintas bentuknya menyerupai buah mangga. Ukuran: diameter buah 6-8 cm.
Ekologi	: Tumbuh di hutan rawa pesisir atau di pantai hingga jauh ke darat (400 m d.p.l), menyukai tanah pasir yang memiliki sistem pengeringan yang baik, terbuka terhadap udara dari laut serta tempat yang tidak teratur tergenang oleh pasang surut. Biasanya tumbuh di bagian tepi daratan dari mangrove.
Penyebaran	: Kemungkinan di seluruh Indonesia. Tercatat di Bali, Jawa, Sumatera Barat, Sulawesi Utara, Maluku, Timor dan Irian Jaya. Tersebar di PNG, Kepulauan Bismarck dan seluruh Kepulauan Solomon.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Minyak yang diperas dari biji dan buah mudanya dapat digunakan untuk mengatasi gatal-gatal, reumatik, serta pilek. Minyak biji dapat digunakan untuk meracuni ikan (di Burma juga digunakan sebagai insektisida). Kulit kayu dan daun digunakan sebagai obat pencakar. Kayu digunakan sebagai kayu bakar dan bahan arang. Belakangan ini banyak dipakai sebagai tanaman hias/peneduh di dalam kompleks perumahan.
Catatan	: Berpotensi sebagai obat farmakologi karena pengaruh kardiovaskular-nya. Lihat gambar 43.



Gambar 43. Mangrove *Cerbera manghas*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

5) *Clerodendrum inerme*

Nama setempat	: Kayu tulang, kwanji, keranji, dadap-laut.
Deskripsi umum	: Belukar, menjalar melebar di permukaan tanah, dengan ketinggian kurang dari 2 m.
Daun	: Hijau tua mengkilap di bagian atas, kaku dan tertekuk ke dalam. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: elip, bulat memanjang. Ujung: meruncing. Ukuran: panjang 3-4 cm.
Bunga	: Berbentuk lonceng. Letak: di ketiak daun. Formasi: berkelompok (3 bunga per kelompok). Daun mahkota: 5, putih bersih, bagian bawahnya bertangkai panjang. Kelopak bunga: hijau dan jaraknya agak jauh dari daun mahkota. Benang sari: terjurai sangat panjang jika dibandingkan dengan mahkota bunganya, warnanya merah keunguan.
Buah	: Berbentuk bulat telur, warna hijau hingga kecoklatan, permukaannya seperti kulit, mengkilat dan berdaging. Ukuran: diameter buah 7-10 mm.
Ekologi	: Tumbuh subur pada daerah lumpur kering atau lumpur berpasir di belakang kawasan hutan mangrove.
Penyebaran	: Kemungkinan di seluruh Indonesia. Setidaknya tercatat di Jawa dan Bali.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Tidak diketahui.

6) *Derris trifolia*

Nama setempat	: Ambung, kambingan, tuba laut, areuy ki tonggeret, tuwa areuy, gadel, toweran, kamulut, tuba abal.
Deskripsi Umum	: Tumbuhan pemanjat/perambat berkayu, panjang 15 m atau lebih. Kulit kayu coklat tua, halus dengan lentisel merah muda. Batang yang lebih muda berwarna merah tua, memiliki banyak lentisel.
Daun	: Memiliki 3-7 pinak daun, permukaan atas berwarna hijau mengkilat dan bagian bawah abu-abu-hijau. Unit & Letak: majemuk dan bersilangan. Bentuk: bulat telur atau elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 6-13 x 2-6 cm.
Bunga	: Bisexual, tandan bunga panjangnya 7-20 cm dan gagang bunga panjangnya 2 mm. Letak: di ketiak batang yang tumbuh horizontal sepanjang permukaan tanah. Formasi: bulir. Daun mahkota: ungu agak putih-merah muda pucat, panjangnya sekitar 1 cm. Benangsari: bagian atas tumbuh sendiri, sementara 9 lainnya bersatu.
Buah	: Polong berkulit, bulat memanjang atau hampir bundar, tipis/pipih, bergerombol. Satu atau dua biji berkeriput, hampir bundar, hijau-perunggu ketika kering. Ukuran: buah 2-4,5 x 2,5-3,5 cm; biji 12 x 11 mm.
Ekologi	: Tumbuh pada substrat berpasir dan berlumpur pada bagian tepi daratan dari habitat mangrove. Menyukai areal yang mendapat pasokan air tawar, tergenang secara tidak teratur oleh air pasang surut. Bunga muncul pada bulan September – November, sementara buah pada bulan November sampai Desember (di Australia). Biji dan polong teradaptasi dengan penyebaran melalui air. Mereka mungkin juga disebarkan melalui angin.
Penyebaran	: Melalui Asia Tenggara, Indonesia, Australia, Cina hingga India dan Afrika.
Kelimpahan	: Tidak umum tetapi tersebar luas.
Manfaat	: Penggunaan jenis ini untuk meracuni ikan sudah banyak diketahui. Racun ikan yang dijual secara komersial (rotenone) dihasilkan dari akar jenis lain, yaitu <i>Derris elliptica</i> . Batangnya sangat tahan lama dan dapat digunakan sebagai tali.
Catatan	: Masyarakat di Indonesia Timur menanam varietas sendiri yang kemudian dicampur dengan bahan kimia untuk meracuni (membius) ikan.

7) *Finlaysonia maritima*

Nama setempat	: Basang siap.
Deskripsi umum	: Tumbuhan pemanjat/perambat berkayu, mengandung getah berwarna putih.
Daun	: Tebal berdaging, warna hijau cerah. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: elips hingga bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 8-13 x 3,5-5 cm.
Bunga	: Putih dan merah muda, panjangnya sekitar 0,7 – 1,0 cm.
Buah	: Bentuk seperti kapsul atau seperti kantung perut ayam. Buah berpasangan, waktu masih muda berwarna hijau tapi jika sudah matang warnanya kemerahan. Ukuran: buah 7-8 x 2,5-3,5 cm.
Ekologi	: Dijumpai pada kawasan mangrove yang terbuka, kadang-kadang dijumpai lebih ke arah pantai.
Penyebaran	: Diduga terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tidak umum tetapi tersebar luas.
Manfaat	: Tidak diketahui.

8) *Hibiscus tiliaceus*

Nama setempat	: Waru laut, waru langit, waru langkong, siron, waru lot, waru lenga, waru lengis, baru, kabaru, bahu, molowahu, fau, kasjanaf, iwal, wakati.
Deskripsi umum	: Pohon yang tumbuh tersebar dengan ketinggian hingga mencapai 15 m. Kulit kayu halus, burik-burik, berwarna coklat keabu-abuan.
Daun	: Agak tipis (jika dibanding <i>Thespesia populnea</i>), berkulit dan permukaan bawah berambut halus dan berwarna agak putih. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: seperti hati. Ujung: meruncing. Ukuran: 7,5-15 x 7,5-14,5 cm.
Bunga	: Berbentuk lonceng. Saat mekar (sore hari) berwarna kuning muda dengan warna jingga/gelap di bagian tengah dasar, lalu keesokan harinya keseluruhan bunga jadi jingga dan rontok. Dasar dari gagang tandan bunga yang memanjang ditutupi oleh pinak daun yang kemudian akan jatuh dan menyisakan tonjolan berbentuk cincin. Letak: di ketiak daun. Formasi: soliter atau berkelompok (2-5). Daun mahkota: kuning, diameter 5-7 cm. Kelopak bunga: 5, bergerigi. Tangkai putik: ada 5 (tidak menyatu), dengan kepala putik berwarna ungu kecoklatan

Buah	: Membuka menjadi 5 bagian, dan memiliki biji khas yang berambut. Ukuran: diameter buah sekitar 2 cm.
Ekologi	: Merupakan tumbuhan khas di sepanjang pantai tropis dan seringkali berasosiasi dengan mangrove. Juga umum di sepanjang pinggiran sungai di kawasan dataran rendah. Perbungaan sepanjang tahun. Biji mengapung dan dapat tumbuh meskipun dimasuki air laut. Pada daun tua, kelenjar pengeluar gula seringkali berwarna hitam karena diserang jamur.
Penyebaran	: Di seluruh Indonesia. Pan-tropis, setidaknya di penyemaian. Penyebaran geografis serta sifat ekologi alami belum diketahui secara pasti.
Kelimpahan	: Tersebar luas dan umum.
Manfaat	: Ditanam sebagai pohon peneduh di taman. Akarnya digunakan sebagai obat demam. Serat kayu digunakan sebagai tali. Daun kadang-kadang digunakan sebagai makanan ternak. Kayu digunakan sebagai bahan pembuatan bagian dalam perahu (Lombok).

9) *Ipomoea pes-caprae*

Nama setempat	: Batata pantai, daun katang, tapak kuda, katang-katang, dalere, watata ruruan, alere, leleri, andali arana, daredei, dolodoi, tilalade, mari-mari, wedor, tati rai, wedule, bulalingo, loloro, balim-balim, kabai-kabai, ketepeng, daun kacang, daun barah.
Deskripsi umum	: Herba tahunan dengan akar yang tebal. Batang panjangnya 5-30 m dan menjalar, akar tumbuh pada ruas batang. Batang berbentuk bulat, basah dan berwarna hijau kecoklatan.
Daun	: Tunggal, tebal, licin dan mengkilat. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat telur seperti tapak kuda. Ujung: membundar membelah (bertakik). Ukuran: 3-10 x 3-10,5 cm.
Bunga	: Berwarna merah muda - ungu dan agak gelap di bagian pangkal bunga. Bunga membuka penuh sebelum tengah hari, lalu menguncup setelah lewat tengah hari. Letak bunga: di ketiak daun pada gagang yang panjangnya 3-16 cm. Formasi: soliter. Daun mahkota: berbentuk seperti terompet/corong, panjang 3-5 cm, diameter pada saat membuka penuh sekitar 10 cm.
Buah	: Berbentuk kapsul bundar hingga agak datar dengan empat biji berwarna hitam dan berambut rapat. Ukuran: buah 12-17 mm, biji 6-10 mm.

Ekologi	: Tumbuh liar mulai permukaan laut hingga 600 m, biasanya di pantai berpasir, tetapi juga tepat pada garis pantai, serta kadang-kadang pada saluran air.
Penyebaran	: Pan-tropis.
Kelimpahan	: Sangat umum.
Manfaat	: Bijinya dilaporkan sebagai obat yang baik untuk sakit perut dan kram. Daunnya untuk obat reumatik/nyeri persendian/pegal-pegal, wasir dan korengan, sedangkan akarnya sebagai obat sakit gigi dan eksim. Cairan dari batangnya digunakan untuk mengobati gigitan dan sengatan binatang. Wanita hamil dilarang memakai tanaman obat ini.

10) *Melastoma candidum*

Nama setempat	: Senduduk, kluruk, senggani, harendong, kemanden
Deskripsi umum	: perdu, tinggi sekitar 0,5 – 4 m, cabangnya banyak.
Daun	: Tebal, kaku, warnanya hijau hingga hijau kekuningan. Urat daun menyirip rapat secara lateral, pada permukaan daun terdapat tiga tulang daun yang jelas dan memanjang lurus seperti garis (longitudinal) kearah ujung daun. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat memanjang hingga lanset. Ujung: meruncing lancip. Ukuran: 2-20 x 0,75-8,5 cm.
Bunga	: Warna ungu kemerahan, tandan dan gagang bunga berwarna hijau kecoklatan. Letak: di ujung cabang. Formasi: berkelompok, setiap kelompok ada 2-3 bunga. Daun mahkota: jumlahnya 4-18, membuka penuh secara horizontal, diameter saat membuka penuh 4,5-6,5 cm. Kelopak bunga: berbentuk tabung dengan bentuk cuping bergerigi 5. Tangkai putik: warnanya kuning keputihan, panjangnya 8-17 mm.
Buah	: Berbentuk kapsul bulat, jika sudah matang akan merekah dan terbagi-bagi ke dalam beberapa segmen (bagian), warna ungu tua kemerahan. Biji kecil sekali berupa bintik-bintik berwarna coklat. Ukuran: diameter buah 8-10 mm.
Ekologi	: Tumbuh liar mulai permukaan laut hingga 1650 m, yaitu pada tempat-tempat yang memperoleh sinar matahari cukup, mulai dari pantai yang berlumpur, lapangan terbuka, lahan terlantar, pinggir jalan hingga lereng gunung. Biasanya muncul bersama tanaman semak lainnya.
Penyebaran	: Di seluruh Indonesia.

Kelimpahan	: Sangat umum.
Manfaat	: Buahnya enak dimakan, daunnya yang masih muda sebagai sayur/lalab. Akar, daun dan seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan sebagai obat gangguan pencernaan, diare, disentri basiler, hepatitis, sariawan, keputihan, mimisan, wasir berdarah, pembekuan dalam pembuluh darah, keracunan oleh singkong, bisul dan memperlancar air susu ibu.

11) *Morinda citrifolia*

Nama setempat	: Mengkudu, eodu, eoru, keumudee, lengkudu, bangkudu, pamarai, mangkudu, neteu, kudu, cangkudu, kemudu, pace, tibah, ai kombo, bakulu, wungkudu, labanau.
Deskripsi umum	: perdu atau pohon kecil yang tumbuh membengkok, tinggi 3-8 m, banyak cabang dengan ranting segi empat.
Daun	: Tebal, bertangkai pendek, warnanya hijau tua mengkilap, tepi daun rata. Urat daun menyirip ke arah pinggir daun dan tampak sangat jelas. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: bulat telur hingga elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 10-40 x 5-17 cm.
Bunga	: Warna putih, harum dan mudah rontok. Letak: di ketiak daun. Formasi: payung dengan 5-8 bunga. Daun mahkota: jumlahnya 5, warna putih.
Buah	: Lonjong bulat telur seperti kapsul dan penuh dengan benjolan. Ketika masih mentah berwarna hijau muda, ketika matang agak kekuningan, lembek dan berair. Biji kecil-kecil, coklat kehitaman dan banyak. Ukuran: panjang 5-10 cm.
Ekologi	: Tumbuh liar di pantai hingga 500 m d.p.l, yaitu pada tempat-tempat yang memperoleh sinar matahari cukup hingga sedikit ternaungi, mulai dari pantai berpasir hingga berlumpur, lapangan terbuka, lahan terlantar, pinggir jalan hingga jauh ke darat.
Penyebaran	: Mulai dari Asia Tropis hingga Polynesia. Di Indonesia banyak ditemukan dari dataran rendah (dekat pesisir pantai), hutan, ladang atau ditanam di pekarangan sebagai tanaman sayur atau tanaman obat.
Kelimpahan	: Sangat umum.
Manfaat	: Akarnya untuk mewarnai batik dan anyaman pandan, daun muda biasa dikukus dan direbus sebagai sayuran atau untuk membungkus ikan. Buah muda direbus untuk lalab; buah setengah matang untuk rujak, dan

yang matang untuk membersihkan karat pada logam atau untuk keramas. Selain itu, akar, daun, buah, bunga atau kulit batang tanaman ini dapat juga digunakan sebagai obat batuk, sariawan, tekanan darah tinggi, radang empedu, melancarkan kencing, disentri, sakit lever, cacingan, cacar air, sakit pinggang, sakit perut , dll.

12) *Pandanus odoratissima*.

Nama setempat	: pandan.
Deskripsi umum	: Pohon dapat mencapai ketinggian hingga 6 m.
Daun	: Berduri pada sisi daun dan ujungnya tajam. Panjang antara 0,5 – 2,0 meter.
Bunga	: Letak: di ujung. Benangsari: banyak. Formasi: payung.
Buah	: Seperti buah nenas dan ketika matang warnanya merah.
Ekologi	: Tumbuh pada habitat dengan substrat berpasir di depan garis pantai, terkena pasang surut hingga agak ke belakang garis pantai.
Penyebaran	: Diduga terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Sangat umum.
Manfaat	: Sebagai tanaman hias dan tanaman pagar. Lihat gambar 44.

13) *Pandanus tectorius*

Nama setempat	: Pandan.
Deskripsi umum	: Pohon dapat mencapai ketinggian hingga 6 m.
Daun	: Berduri pada sisi daun dan ujungnya tajam. Panjang antara 0,5 – 2,0 meter
Bunga	: Warna merah-ungu. Letak: di ujung. Benangsari: banyak. Formasi: payung.
Buah	: Seperti buah nanas dan ketika matang warnanya kuning jeruk.
Ekologi	: Tumbuh pada habitat dengan substrat berpasir di depan garis pantai, terkena pasang surut hingga agak ke belakang garis pantai.
Penyebaran	: Diduga terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Sangat umum.
Manfaat	: Dapat sebagai tanaman pagar. Bunganya dimanfaatkan untuk wangi-wangian dan hiasan pada acara pernikahan. Lihat gambar 45.



Gambar 44. Mangrove *Pandanus odoratissima*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010



Gambar 45. Mangrove *Pandanus tectorius*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

14) *Passiflora foetida*

Nama setempat	: Gegambo, lemanas, remugak, kaceprek, kileuleur, permot, pacean, rajutan, ceplukan blungsun, bungan pulir, moteti, buah pitri, kaap.
Deskripsi umum	: Terna merambat, panjang 1,5-5 m. Memiliki alat pembelit yang beruntaian seperti spiral.
Daun	: Berwarna hijau kekuningan hingga hijau muda mengkilat seperti ada lapisan lilin, berambut halus, bertangkai 2-10 cm. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: seperti jantung, lebar menjari dengan tiga lekukan. Ujung: meruncing. Ukuran: 5-13 x 4-12 cm.
Bunga	: Warna agak putih hingga ungu muda/pucat, pada bagian tengahnya jauh lebih ungu. Letak: di ketiak tangkai daun. Formasi: soliter. Daun mahkota: berbentuk bulat telur terbalik, diameter hingga 5 cm. Benang sari: banyak, putih dan panjangnya dapat melampaui ukuran panjang mahkota bunga.
Buah	: Bulat seperti kelereng, kadang agak lonjong. Kulit buah hijau jika mentah dan menjadi getas dan kuning ketika matang. Buah dibungkus oleh serabut yang berambut banyak. Di dalam buah banyak dijumpai biji. Ukuran: diameter buah 1,5-3,0 cm.
Ekologi	: Tumbuh liar di dekat pantai berpasir yang bukan rawa, tanah lapang terlantar, merambat di pagar dan menyenangi lokasi yang mendapat cahaya matahari yang kuat.
Penyebaran	: Berasal dari Amerika Tropis dan di Indonesia tumbuh secara liar.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Daun muda dapat digunakan sebagai sayur, buahnya enak dimakan (manis seperti markisa, tapi agak sedikit pahit). Seluruh bagian tanaman juga dapat digunakan sebagai obat batuk, koreng, borok, kencing berlemak dan pembesaran kelenjar limfa di leher.

15) *Pongamia pinnata*

Nama setempat	: Kacang kayu laut, ki pahang laut, bangkong, kranji, asawali, awakal, marauwen, tangi, klengkeng.
Deskripsi umum	: Pohon dengan ketinggian hingga 15 m. Cabang pada umumnya tidak memiliki rambut atau urat, dan

	memiliki goresan yang menyerupai bintil berdekatan dengan pinak daun pada pangkal gagang daun.
Daun	: Tersusun dalam dua deret, dengan 3-7 pinak daun yang terletak secara bersilangan, mengkilat dan warnanya hijau tua. Unit & Letak: majemuk dan bersilangan. Bentuk: bulat telur hingga elips. Ujung: meruncing. Ukuran: 5-22,5 x 2,5-15 cm.
Bunga	: Seperti kacang, warna ungu pucat. Bunga terletak berpasangan di sepanjang tandan bunga yang panjangnya 6-27 cm. Gagang bunga berukuran 7-15 mm ditutupi oleh pinak daun yang halus dan berambut pendek. Letak: di ketiak daun. Formasi: bergerombol secara acak. Daun mahkota: berbentuk bulat telur terbalik, panjang 11-18 mm. Kelopak bunga: berbentuk cangkir, panjangnya 4-5 mm, ditutupi oleh rambut yang pendek dan halus serta memiliki gigi tumpul yang sangat pendek.
Buah	: Polong berkulit tebal dan berparuh, memiliki gagang pendek di atas goresan daun mahkota bunga, padat dan memiliki sebuah biji. Polong tidak membuka ketika masak. Warna buah hijau kecoklatan. Ukuran: 5-7 x 2-3 cm.
Ekologi	: Tumbuh di pantai berpasir yang bukan rawa, dan kadang-kadang di bagian tepi daratan dari mangrove. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Bunga seringkali berubah bentuk menjadi kantung bundar yang bisa dikelirukan dengan buahnya.
Penyebaran	: Terdapat di seluruh Indonesia. Tersebar luas di Asia Tropis.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Daun digunakan sebagai makanan ternak. Biji beracun untuk manusia. Umum ditanam di areal pesisir kawasan tropis karena sifatnya yang tahan terhadap salinitas dan udara yang terbuka. Kadang-kadang ditanam sebagai pohon peneduh di sepanjang jalan.

16) *Ricinus communis*

Nama setempat	: Gloah, lulang, dulang, jarak, kalikih alang, jarag, dulang jai, lana-lana, lafandru, jarak jawa, jarak jitun, kaliki, kaleke, kalalei, alale, malasai, kolonyan, kohongiang, kilale, tetanga, luluk, paku penuai, paku ton, ketowang, balacai, lutur bal.
Deskripsi umum	: Perdu tegak dapat mencapai ketinggian hingga 3 m.

Daun	: Seperti daun singkong, tapi tepinya bergerigi, urat daunnya rapat dan jelas. Warna daun hijau tua di permukaan atas dan hijau muda di permukaan bawah. Tangkai daun panjang berwarna hijau hingga merah bata. Unit & Letak: sederhana tunggal dan bersilangan. Bentuk: menjari dengan jumlah jari 7 – 9. Ujung: meruncing. Ukuran: diameter 10-40 cm.
Bunga	: Majemuk, berwarna kuning oranye dan berkelamin satu.
Buah	: Bentuknya bulat bersegmen (ada 3 segmen) dan berambut (seperti buah rambutan). Warna buah hijau dan bergerombol pada tandan yang panjang. Satu tandan dapat berisikan sekitar 30 – 40 buah.
Ekologi	: Tumbuh liar di hutan, tanah kosong, sepanjang pantai atau ditanam sebagai komoditi perkebunan pada ketinggian antara 0 – 800 m dari permukaan laut. Dapat tumbuh di areal yang kurang subur asal pH tanahnya sekitar 6-7 dan drainase airnya baik. Akar jarak tidak tahan terhadap adanya genangan air.
Penyebaran	: Terdapat di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Bijinya terasa manis, pedas, netral dan digunakan untuk mengobati kanker mulut rahim dan kulit, kelumpuhan otot muka, TBC kelenjar, bisul, koreng dan infeksi jamur. Daunnya untuk obat koreng, eksim, gatal, batuk dan hernia. Akar dipakai sebagai obat rematik, tetanus, epilepsi, bronchitis, luka terpukul, gangguan jiwa (<i>schizophrenia</i>).

17) *Scaevola taccada*

Nama setempat	: Bakung-bakung, bako-bakoan, babakoan, gegabusan.
Deskripsi umum	: Herba rendah/semak/pohon, dapat mencapai ketinggian hingga 3 m.
Daun	: Melebar kearah atas, berwarna hijau kekuningan dan mengkilat, tepinya melengkung dan permukaan daun seperti berlapis lilin. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik hingga elips. Ujung: membundar. Ukuran: 16,5-30 x 7,5-9,5 cm.
Bunga	: Letak bunga: di ketiak daun. Formasi: mengelompok. Daun mahkota: putih bersih, sering pada bagian dalamnya terdapat strip/garis berwarna jingga. Tangkai Putik: membengkok.

Buah	: Berbentuk kapsul, bulat. Ketika muda berwarna hijau muda, lalu menjadi putih ketika sudah matang. Ukuran: diameter buah 8-12 mm.
Ekologi	: Dijumpai secara soliter di bagian tepi daratan dari mangrove, pada tepi pematang yang tidak terkena pengaruh pasang surut atau di daerah yang sistem drainasenya baik dan lokasinya terbuka terhadap cahaya.
Penyebaran	: Mungkin ditemukan di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tidak diketahui.
Manfaat	: Tidak tahu.

18) *Sesuvium portulacastrum*

Nama setempat	: Gelang (-laut), saruni air, krokot, gelan-pasir, sesepi.
Deskripsi umum	: Herba tahunan, menjalar, seringkali memiliki banyak cabang. Panjangnya hingga 1 m dengan batang berwarna merah cerah, halus dan ditumbuhi akar pada ruasnya.
Daun	: Tebal berdaging. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: bulat memanjang hingga lanset. Ujung: membundar. Ukuran: 2,5-7 x 0,5-1,5 cm.
Bunga	: Kecil, warna ungu, memiliki tangkai panjangnya 3-15 mm dan tabung panjangnya 3 mm. Letak bunga: di ketiak daun. Formasi: soliter. Daun mahkota: 5 cuping, panjang 6-9 mm. Benangsari: banyak dan 3-4 tangkai putik.
Buah	: Berbentuk kapsul, bundar dan halus, panjang melintang kira-kira 8 mm. Terdapat beberapa biji hitam berbentuk kacang, halus dan panjangnya 1,5 mm.
Ekologi	: Seringkali ditemukan di sepanjang bagian tepi daratan dari mangrove, pada hamparan lumpur dan gundukan pasir, pada areal yang secara tidak teratur digenangi oleh pasang surut. Substrat tumbuh berupa pasir, lumpur dan tanah liat. Juga ditemukan di pantai berkarang, sepanjang pematang tambak dan kali pasang surut. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Bunga diserbuki kumbang kecil pengumpul madu serta ngengat yang terbang siang. Biji tidak mengapung.
Penyebaran	: Jenis Pan-tropis; ditemukan di sepanjang pesisir Jawa, Madura, Sulawesi dan Sumatera.
Kelimpahan	: Tidak diketahui.

Manfaat : Daun dapat dimakan setelah berulang kali dicuci dan dimasak. Juga digunakan sebagai makanan kambing. Lihat gambar 46.



Gambar 46. Mangrove *Sesuvium portulacastrum*.

Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

19) *Stachytarpheta jamaicensis*

Nama setempat	: Pecut kuda, jarongan, jarong lalaki, ngadi rengga, rumjarum, remek getih, jarong, biron, sekar laru, laler mengeng, ki meurit beureum.
Deskripsi umum	: Terna tahunan, tumbuh tegak terburai ke samping membentuk semak, tinggi mencapai 1 meter.
Daun	: Permukaan daun kasar dan guratan – guratan / lekukan di permukaannya tampak jelas. Unit & Letak: sederhana dan berlawanan. Bentuk: bulat telur, tepi bergerigi, tidak berambut. Ujung: meruncing. Ukuran: 2,5-6 x 1,0-3,5 cm.
Bunga	: Terdapat pada tandan yang panjangnya mencapai 4-20 cm seperti pecut, bunga duduk tanpa tangkai. Bunga mekar tidak serentak, ukurannya kecil berwarna ungu kebiruan dan putih. Letak: di ketiak daun. Formasi: bulir pada tandan yang panjang.
Ekologi	: Dijumpai pada pematang tambak, hamparan lahan yang terbengkalai, pada lokasi terbuka dan kering serta mendapat pencahayaan matahari yang kuat.
Penyebaran	: Seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Tidak diketahui.
Manfaat	: sebagai bahan obat-obatan, misalnya untuk mengobati infeksi dan adanya batu pada saluran kencing, reumatik, sakit tenggorokan, pembersih darah, datang haid tidak teratur, keputihan dan hepatitis A. Lihat gambar 47.



Gambar 47. Mangrove *Stachytarpheta jamaicensis*.

Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

20) *Terminalia catappa*

Nama setempat	: Ketapang, beowa, kilaula, ketapas, klihi, lisa, wewa, sabrise, sarisei, talisei, dumpajang, luumpoyang, sadina, sarisa, sirisal, lisa, tasi, klis, tiliho, indian or singapore almond.
Deskripsi umum	: Pohon meluruh dengan ketinggian 10-35 m. Cabang muda tebal dan ditutupi dengan rapat oleh rambut yang kemudian akan rontok. Mahkota pohon berlapis secara horizontal, suatu kondisi yang terutama terlihat jelas pada pohon yang masih muda.
Daun	: Sangat lebar, umumnya memiliki 6-9 pasang urat yang jaraknya berjauhan, dengan sebuah kelenjar terletak pada salah satu bagian dasar dari urat tengah. Daun berubah menjadi merah muda atau merah beberapa saat sebelum rontok, sehingga kanopi pohon tampak berwarna merah. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: bulat telur terbalik. Ujung: membundar. Ukuran: 825 x 5-14 cm (kadang panjangnya sampai 30 cm).
Bunga	: Tandan bunga (panjangnya 8-16 cm) ditutupi oleh rambut yang halus. Bunga berwarna putih atau hijau pucat dan tidak bergagang. Sebagian besar dari bunga merupakan bunga jantan, dengan atau tanpa tangkai putik yang pendek. Letak: di ketiak daun. Formasi: bulir. Kelopak bunga: halus di bagian dalam.
Buah	: Penampilan seperti buah almond. Bersabut dan cangkangnya sangat keras. Ukuran 5-7 cm x 4x5,5 cm. Kulit buah berwarna hijau hingga hijau kekuningan

	(mengkilat) di bagian tengahnya, kemudian berubah menjadi merah tua.
Ekologi	: Sebarannya sangat luas. Tumbuh di pantai berpasir atau berkarang dan bagian tepi daratan dari mangrove hingga jauh ke darat. Penyebaran buah dilakukan melalui air atau oleh kelelawar pemakan buah. Pohon menggugurkan daunnya (ketika warnanya berubah merah) sekali waktu, biasanya dua kali setahun (di Jawa pada bulan Januari atau Februari dan Juli atau Agustus).
Penyebaran	: Di seluruh Indonesia, tetapi agak jarang di Sumatera dan Kalimantan. Tumbuh di bagian tropis Asia, Australia Utara dan Polinesia.
Kelimpahan	: Umum, seringkali mendominasi vegetasi pantai.
Manfaat	: Sering ditanam sebagai pohon peneduh jalanan. Kayu berwarna merah dan memiliki kualitas yang baik, digunakan sebagai bahan bangunan dan pembuatan perahu. Biji buahnya dapat dimakan dan mengandung minyak yang berlemak dan bening. Tanin digunakan untuk mengatasi disentri serta untuk penyamakan kulit. Daun kerap digunakan untuk mengobati reumatik. Lihat gambar 48.



Gambar 48. Mangrove *Terminalia catappa*.
Sumber : Yus Rusila Noor dkk, 2010

21) *Thespesia populnea*

Nama setempat	: Waru laut, waru pantai, waru lot, salimuli.
Deskripsi umum	: Pohon dengan ketinggian 2-10 m.
Daun	: Tebal, berkulit dan permukaannya halus. Unit & Letak: sederhana dan bersilangan. Bentuk: seperti hati. Ujung: meruncing. Ukuran: 7-24 x 5-16 cm.
Bunga	: Berbentuk lonceng, kuning muda dengan warna jingga/gelap di bagian tengah dasar. Tangkai putik menyatu, berwarna kuning dan ujungnya tumpul. Bunga berisi cairan seperti susu berwarna kuning yang kemudian akan berubah menjadi merah. Terdapat 3-8 pinak daun di bagian luar kelopak bunga.
Buah	: Bakal buah juga memiliki cairan berwarna kuning. Buah seperti bola dan bersegmen, diameter 2,5-4,5 cm. Terdapat 3-4 biji pada setiap ruang/segmen buah yang padat ditutupi oleh rambut pendek .
Ekologi	: Tumbuh di pantai, di pematang-pematang tambak dan bagian tepi daratan dari mangrove.
Penyebaran	: Pan-tropis; di seluruh Indonesia.
Kelimpahan	: Umum.
Manfaat	: Kayunya ringan. Pada masa lalu kulit kayu digunakan sebagai bahan serat. Daun dan buah digunakan sebagai obat.

22) *Wedelia biflora*

Nama setempat	: Sernai, pokok serunai, serunai laut, seremai, seruni, bunga batang.
Deskripsi umum	: Fena tahunan, panjang 1,5-5 m dengan batang yang kurus. Beberapa rambut tumbuh pada kedua sisi permukaan daun dan pada batang.
Daun	: Tepi daun bergerigi, dengan gagang daun panjangnya 0,5-4 cm. Bentuk: bulat telur. Letak: bersilangan. Ukuran: 3-17 x 1-12 cm.
Bunga	: Kepala bunga biasanya soliter, berwarna kuning cerah, terletak pada bagian atas ketiak bunga atau kadang-kadang dalam pasangan, diameter 1,5-2,5 cm. Gagang bunga panjangnya 1-7 cm, ditutupi oleh rambut. Memiliki kekhasan berupa bunga komposit dengan delapan “daun mahkota” (sesungguhnya adalah bunga terpisah berbentuk seperti bendera) dan cakram bunga (betina), berjumlah 20-30.
Ekologi	: Tumbuh terutama sepanjang atau dekat pantai, pada pantai berpasir dan pinggiran mangrove. Dapat juga

	tumbuh di perkebunan kelapa, sawah kering, pinggir sungai dan hutan sekunder.
Penyebaran	: Kemungkinan terdapat di seluruh Indonesia. Dari Afrika Timur hingga Kepulauan Pasifik.
Kelimpahan	: Umum di mangrove.
Manfaat	: Daunnya memiliki kepentingan untuk obat, terutama untuk penggunaan luar. Mengobati luka terpotong atau terkena gigitan. Cairan yang diambil dari daunnya dapat digunakan untuk mengobati sakit perut atau digunakan untuk ibu yang baru bersalin. Akar digunakan untuk obat penyakit kelamin. Kadang-kadang ditanam. Digunakan sebagai tumbuhan penutup tanah di perkebunan dengan tujuan untuk menghindari erosi serta mencegah kehilangan air.

2.2. Tipe Vegetasi Mangrove

Hutan mangrove umumnya tumbuh pada daerah yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir (Arief, 2003 dan Wibisono, 2013). Daerahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada pasang saat purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove, menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat melalui aliran air sungai, serta terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Mangrove merupakan suatu komunitas vegetasi pantai wilayah tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pohon yang khas atau semak-semak yang mampu tumbuh di perairan asin. Mangrove sebagai suatu komunitas vegetasi pantai tropis dan sub tropis yang didominasi oleh beberapa jenis pohon yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur.

Tumbuhan mangrove sebagaimana tumbuhan lainnya memproses cahaya matahari dan zat hara menjadi jaringan tumbuhan (bahan organik) melalui proses fotosintesis. Komponen dasar dari rantai makanan di ekosistem mangrove bukanlah tumbuhan mangrove itu sendiri, tetapi serasah yang berasal dari tumbuhan mangrove (daun, ranting, buah, batang, dan sebagainya). Sebagian serasah mangrove didekomposisi oleh bakteri dan fungi menjadi zat hara terlarut yang dapat langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton, alga ataupun tumbuhan mangrove itu sendiri dalam proses fotosintesis, sebagian lagi sebagai partikel serasah (detritus) dimanfaatkan oleh ikan, udang dan kepiting sebagai makanannya (Bengen, 2004). Komunitas mangrove tumbuh baik pada pantai berlumpur yang terlindung dan teluk, pada umumnya pohon-pohonnya berbatang lurus dengan ketinggian mencapai 3,5 sampai dengan 4,5 m. Pada daerah pantai berpasir dan terumbu karang, mangrove tumbuh kerdil dan rendah dengan batang yang bengkok-bengkok (Panjaitan, 2002), Spesies mangrove menjadi tiga komponen sebagai berikut:

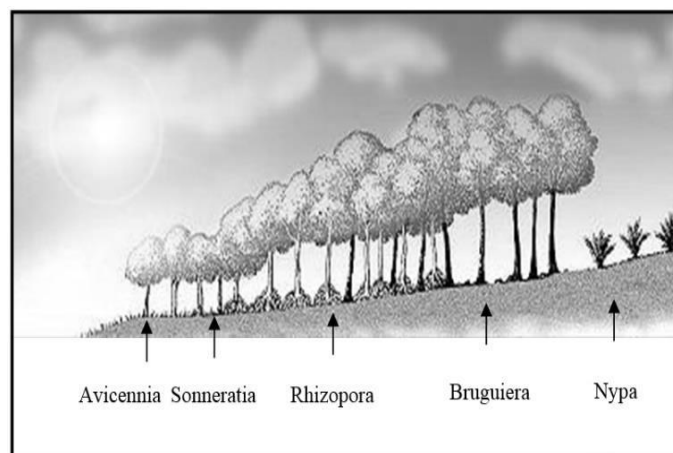
- a) Komponen mayor, yaitu spesies yang mengembangkan karakteristik morfologi yang berupa akar udara dan mekanisme fisiologi yang berupa kelenjar garam untuk

beradaptasi dengan lingkungannya. Jenis mangrove yang memiliki kelenjar garam antara lain : *Rhizophora* sp, *Ceriops* sp, *Avicennia* sp, *Bruguiera* sp, *Sonneratia* sp.

- b) Komponen minor (tumbuhan pantai), yaitu spesies yang tidak menonjol, dapat tumbuh di sekeliling habitat. Jenis yang termasuk komponen minor adalah *Spinifex litoreus* (gulung-gulung), *Ipomea-pes caprae* (ketang-ketang).
- c) Komponen asosiasi, yaitu jenis yang tidak tumbuh pada komunitas mangrove atau dalam kata lain dapat tumbuh pada tanah daratan (terrestrial). Jenis yang termasuk asosiasi mangrove misalnya *Terminalia cattapa* (ketapang) dan *Cerbera manghas* (bintaro).

Ada lima faktor utama yang mempengaruhi zonasi mangrove di kawasan pantai tertentu, yaitu gelombang yang menentukan frekuensi tergenang, salinitas yang berkaitan dengan hubungan osmosis mangrove, substrat, pengaruh darat seperti aliran air masuk dan rembesan air tawar, dan terjangan terhadap gelombang yang menentukan jumlah substrat yang dapat dimanfaatkan. Penyebaran dan zonasi hutan mangrove tergantung pada berbagai faktor lingkungan. Berikut salah satu tipe zonasi hutan mangrove di Indonesia (Bengen, 2001), lihat gambar 48:

1. Daerah yang paling dekat dengan laut, dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia* sp. Pada zona ini biasa berasosiasi *Sonneratia* sp yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
2. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* sp. Di zona ini juga dijumpai *Bruguiera* sp.
3. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera* sp.
4. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa*, dan beberapa spesies palem lainnya.



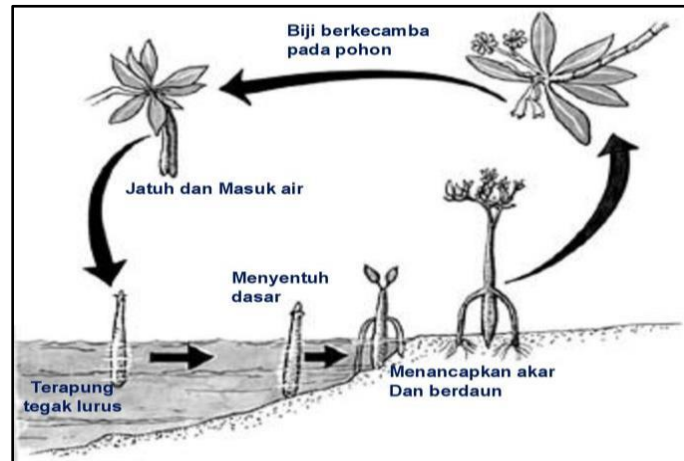
Gambar 49. Zonasi ekosistem mangrove.

Sumber : Welly dkk, 2010.

Zonasi mangrove juga dilakukan berdasarkan salinitas yang terbagi kedalam dua divisi yaitu zona air payau ke laut dengan kisaran salinitas antara 10-30 ppt, dan zona

air tawar ke air payau dengan salinitas antara 0-10 ppt pada waktu air pasang. (Haan, 1931 ; Supriharyono, 2000 dan Yudana, 2008).

2.3. Ekosistem Mangrove



Gambar 50. Siklus hidup mangrove.
Sumber : Arifin, 2017

Mangrove mempunyai cara yang khas yaitu mekanisme reproduksi dengan buah yang disebut vivipar. Cara berkembang biak vivipar adalah dengan menyiapkan bakal pohon (*propagule*) dari buah atau bijinya sebelum lepas dari pohon induk.

Mangrove menghasilkan kecambah dengan tunas akar tunjang dari buah. Akar keluar saat masih tergantung di tangkai pohon sehingga pada waktu matang akan jatuh dan masuk ke laut untuk berkembang menjadi pohon yang baru. Bakal pohon akan terapung tegak lurus terbawa arus jauh dari tempat pohon induknya kemudian mencari tempat dangkal lalu menancap secara tegak vertikal di tanah menumbuhkan akar-akar, cabang dan daun-daun pertamanya (Bengen, 2004), proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 49.

Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat berupa pasir, lumpur atau batu karang. Namun paling banyak ditemukan adalah di daerah pantai berlumpur, laguna, delta sungai, dan teluk atau estuaria. Jenis *Avicennia* sp berkembang pada tanah bertekstur halus, relatif kaya dengan bahan organik dan salinitas tinggi. Dominasi dari jenis ini pada umumnya terjadi pada delta sungai-sungai besar dengan tingkat sedimentasi tinggi berkadar lumpur halus yang tinggi pula.

Ekosistem mangrove atau hutan mangrove adalah ekosistem hutan yang ditumbuhi oleh berbagai jenis tanaman mangrove. Daerah dalam hutan mangrove akan tergenang saat pantai sedang pasang, dan akan bebas dari genangan saat laut surut. Sebagai

kesatuan ekosistem, mangrove dihuni oleh banyak organisme. Adapun organisme yang dapat hidup dalam hutan mangrove adalah organisme yang adaptif terhadap kadar mineral garam yang tinggi dari air laut. Mereka saling berinteraksi satu sama lain untuk mencapai keseimbangan ekosistem yang terus berlanjut.

Ciri-ciri ekosistem gurun yang paling khas antara lain:

1. Jenis tumbuhan yang hidup relatif sangat terbatas.
2. Akar pepohonan terbilang unik karena berbentuk layaknya jangkar yang melengkung.
3. Terdapat biji atau propagul dengan sifat vivipar atau mampu melakukan proses perkecambahan pada kulit pohon.
4. Tanah hutan mangrove tergenang secara berkala.
5. Ekosistem mangrove juga mendapat aliran air tawar dari daratan.
6. Terlindung dari gelombang besar serta arus pasang surut laut.
7. Air di wilayah hutan mangrove berasa payau.

Berikut fungsi ekosistem Mangrove :

Fungsi Fisik	Fungsi Ekonomi	Fungsi Biologi
1. Menjaga garis pantai juga tebing sungai terhindar dari erosi dan abrasi. 2. Memacu percepatan perluasan lahan. 3. Mengendalikan intrusi dari air laut. 4. Melindung daerah belakang hutan mangrove dari pengaruh negatif hempasan gelombang juga angin kencang. 5. Sebagai kawasan penyangga rembesan air lautan. 6. Sebagai pusat pengolahan limbah organik.	1. Sumber kayu bahan bakar dan bahan bangunan bagi manusia. 2. Penghasil beberapa unsur penting seperti minuman, makanan, obat-obatan, tannin, dan madu. 3. Sebagai lahan untuk produksi pangan.	1. Sebagai tempat untuk mencari makanan, memijah, dan berkembang biak bagi berbagai organisme laut seperti ikan, udang, dan lain-lain. 2. Sebagai salah satu sumber keanekaragaman plasma nutfah.

Meski memiliki banyak fungsi, kita menyadari saat ini ekosistem hutan mangrove telah mengalami kerusakan yang cukup signifikan. Beberapa hal yang mempengaruhi kerusakan dari ekosistem ini antara lain:

1. Pertumbuhan penduduk yang membeludak membuat pesisir pantai digunduli dan digunakan sebagai tempat untuk bermukim.

2. Alih fungsi ekosistem mangrove menjadi kawasan tambak tradisional yang dilakukan secara masif oleh masyarakat sekitar pantai.
3. Penebangan hutan mangrove sebagai kegiatan untuk mendapatkan kayu bakar.

2.4.Fauna Penghuni Hutan Mangrove

Mangrove merupakan habitat bagi berbagai jenis satwa liar seperti primata, reptilia dan burung. Selain sebagai tempat berlindung dan mencari makan, mangrove juga merupakan tempat berkembang biak bagi burung air. Bagi berbagai jenis ikan dan udang, perairan mangrove merupakan tempat ideal sebagai daerah asuhan, tempat mencari makan dan tempat pembesaran anak.

Moluska sangat banyak ditemukan pada areal mangrove di Indonesia. Budiman (1985) mencatat sebanyak 91 jenis moluska hanya dari satu tempat saja di Seram, Maluku. Jumlah tersebut termasuk 33 jenis yang biasanya terdapat pada karang, akan tetapi juga sering mengunjungi daerah mangrove. Beberapa dari 91 jenis kelompok moluska tersebut diketahui hidup di dalam tanah, sementara yang lainnya ada yang hidup di permukaan dan ada pula yang hidup menempel pada tumbuh-tumbuhan. Di lokasi lain, keragaman jenis moluska tidak sebanyak di Seram, sebagai contoh Giesen, dkk (1991) mencatat 74 jenis moluska pada mangrove di Sulawesi Selatan, sementara Budiman (1988) menemukan 40 jenis di Halmahera. Sebanyak 24 jenis dari 40 jenis yang ditemukan Budiman (1988) merupakan jenis-jenis yang hidup di daerah mangrove, sehingga dapat dikatakan sebagian besar dari jenis-jenis moluska tersebut hidup di daerah mangrove.

Kepiting juga umum ditemukan di daerah mangrove. Dari setiap meter persegi dapat ditemukan 10 - 70 ekor kepiting (Macintosh, 1984), khususnya jenis-jenis penggali dari genus *Cleistocoeloma*, *Macrophthalmus*, *Metaplex*, *Ilyoplax*, *Sesarma* dan *Uca* (Wada & Wowor, 1989 & Sasekumar, dkk, 1989). Kepiting Mangrove *Scylla serrata* merupakan kepiting yang hidup di daerah mangrove yang bernilai ekonomi tinggi (Delsman, 1972). Lebih dari 100 jenis kepiting mangrove diketahui hidup di Malaysia dan 76 jenis di Singapura. Sayangnya, pengetahuan mengenai kepiting mangrove di Indonesia sangat sedikit sekali dipelajari. Giesen, dkk (1991) mencatat sebanyak 28 jenis kepiting di mangrove Sulawesi Selatan didominasi oleh genus *Sesarma* dan *Uca*.

Mangrove juga merupakan habitat penting bagi berbagai jenis krustasea lainnya, termasuk berbagai jenis udang-udangan yang memiliki nilai komersial penting. Sasekumar, dkk (1992) mencatat sebanyak 9 jenis udang di sungai-sungai kecil di mangrove Selangor, Malaysia, yang sebagian besar diantaranya merupakan anakan. Giesen, dkk (1991) mencatat sebanyak 14 jenis udang termasuk *Macrobrachium* (8 jenis), *Metapeneus* (2 jenis) dan *Palaemonetes* (2 jenis) pada mangrove di Sulawesi Selatan. Toro (dalam Manuputty, 1984) mencatat sebanyak 28 jenis krustasea, termasuk 8 jenis udang pada habitat mangrove di Pulau Pari, Teluk Jakarta. Dua jenis yang paling umum ditemukan adalah *Thalassina anomala* dan *Uca dussumieri*.

Ikan menjadikan areal mangrove sebagai tempat untuk pemijahan, habitat permanen atau tempat berbiak (Aksornkoae, 1993). Sebagai tempat pemijahan, areal mangrove berperan penting karena menyediakan tempat naungan serta mengurangi tekanan predator, khususnya ikan predator. Dalam kaitannya dengan makanan, hutan mangrove menyediakan makanan bagi ikan dalam bentuk material organik yang terbentuk dari

jatuhan daun serta berbagai jenis hewan invertebrata, seperti kepiting dan serangga. Selain itu, mangrove juga merupakan tempat pembesaran anak-anak ikan. Sasekumar, dkk (1992) mencatat sebanyak 119 jenis ikan hidup pada sungai-sungai kecil di daerah mangrove di Selangor, Malaysia, dimana sebagian besar diantaranya masih berupa anakan. Hal yang sama dapat dilihat di Segara Anakan, tercatat lebih dari 60 % ikan yang tertangkap merupakan ikan muda (Wahyuni, dkk, 1984).

Beberapa jenis ikan yang ditemukan di areal mangrove antara lain *Tetraodon erythrotaenia*, *Pilonobutis microns*, *Butis butis*, *Liza subviridis*, dan *Ambassis buruensis* (Erftemeijer, dkk, 1989). Di Indonesia, Burhanuddin (1993) mencatat sebanyak 62 jenis ikan hidup di daerah mangrove di Pulau Panaitan, Taman Nasional Ujung Kulon. Ikan yang dominan ditemukan adalah *Mugil cephalus* yang bersifat herbivora, sedangkan jenis-jenis lain yang juga umum ditemukan adalah *Caranx kalla*, *Holocentrum rubrum*, *Lutjanus fulviflamma* dan *Plotosus canius* yang bersifat karnivora, serta *Toxotes jaculator* yang bersifat insektivora. Ikan gelodok (*Periophthalmus spp.*, *Scartelaos spp.*; MacNae, 1968) merupakan ikan yang sering sekali terlihat “berenang” pada genangan air berlumpur atau menempel pada akar mangrove.

Untuk kelompok Arthropoda terbang yang hidup di mangrove, termasuk serangga, dijelaskan oleh Abe (1988) dalam penelitiannya di Halmahera, Maluku bahwa sebagian besar serangga yang ditemukan berasal dari ordo Hymenoptera, Diptera and Psocoptera. Sangat sedikit sekali Amphibia dapat ditemukan bertahan hidup pada lingkungan yang berair asin seperti lingkungan mangrove. Meskipun demikian, 2 jenis amphibia telah diketahui dapat bertahan hidup pada lingkungan demikian, yaitu *Rana cancrivora* and *R. limnocharis* (MacNae, 1968).

Jenis-jenis Reptilia yang umum ditemukan di daerah mangrove di Indonesia diantaranya adalah buaya muara (*Crocodylus porosus*), biawak (*Varanus salvator*), ular air (*Enhydryis enhydryis*), ular mangrove (*Boiga dendrophila*), Ular tambak (*Cerberus rhynchops*), *Trimeresurus wagler* dan *T. purpureomaculatus* (MacNae, 1968; Keng & Tat-Mong, 1989; Giesen, 1993). Seluruh jenis reptilia tersebut dapat juga ditemukan pada lingkungan air tawar atau di daratan.

Jenis-jenis burung yang hidup di daerah mangrove tampaknya tidak terlalu berbeda dengan jenis-jenis yang hidup di daerah hutan sekitarnya. Mereka menggunakan mangrove sebagai habitat untuk mencari makan, berbiak atau sekedar beristirahat. Bagi beberapa jenis burung air, seperti Kuntul (*Egretta spp*), Bangau (*Ciconiidae*) atau Pecuk (*Phalacrocoracidae*), daerah mangrove menyediakan ruang yang memadai untuk membuat sarang, terutama karena minimnya gangguan yang ditimbulkan oleh predator. Bagi jenis-jenis pemakan ikan, seperti kelompok burung Raja Udang (*Alcedinidae*), mangrove menyediakan tenggeran serta sumber makanan yang berlimpah.

Bagi berbagai jenis burung air migran (khususnya *Charadriidae* dan *Scolopacidae*), mangrove memainkan peranan yang sangat penting dalam migrasi mereka. Mangrove tidak hanya sebagai tempat perhentian, akan tetapi juga sebagai tempat perlindungan dan mencari makan. Beberapa lokasi yang sangat penting bagi burung bermigrasi diantaranya adalah Pantai Timur Sumatera (Danielsen & Verheugt, 1989; Rusila 1991; Giesen, 1991;), Pantai Utara Jawa (Erftemeijer & Djuharsa, 1988 dan Rusila 1987) dan Pantai Barat Sulawesi Selatan (Baltzer, 1990 dan Giesen, dkk, 1991). Sementara itu, beberapa daerah lain di Kalimantan, Sulawesi dan Irian kemungkinan juga merupakan lokasi-lokasi yang

penting, akan tetapi masih diperlukan survey yang lebih mendalam untuk membuktikan hal tersebut.

Balen (1988) mencatat sebanyak 167 jenis burung terestrial di hutan mangrove Pulau Jawa, merupakan 34 % dari seluruh jenis burung yang telah tercatat di Pulau Jawa (Andrew, 1992). Verheught, dkk (1993) menemukan sebanyak 120 jenis burung (atau 150 jenis jika termasuk daerah lumpur disekitar hutan mangrove) di daerah limpasan banjir dan pasang surut di Sumatera Selatan (56% dari total burung yang ditemukan di daerah tersebut atau 25% dari seluruh jenis burung di Sumatera). Di Sulawesi Selatan, Baltzer (1990) melaporkan dari 141 jenis burung yang ditemukan di lahan basah propinsi tersebut, sebanyak 81 jenis ditemukan di hutan mangrove (58 % atau 21 % dari seluruh burung di Sulawesi). Sementara itu, di Irian Jaya, Erftmeijer, dkk (1991) menemukan 64 jenis burung hidup di hutan mangrove diantara 90 jenis yang ditemukan di teluk Bintuni (71% atau 10% dari seluruh burung di Irian Jaya). Disamping itu, dari 17% total jumlah burung yang tercatat di Pulau Sumba, 27 jenis ditemukan di daerah Mangrove Pulau Sumba (Zieren, dkk, 1990).

Pangkalan Data Lahan Basah (Wetland Data Base) mencatat setidaknya 200 jenis burung hidup bergantung pada habitat mangrove. Jumlah ini mewakili 13% dari seluruh jenis burung yang ada di Indonesia (Andrew, 1992).

Mangrove juga merupakan habitat yang baik bagi beberapa jenis burung yang telah langka atau terancam kepunahan, seperti:

- Wilwo (*Mycteria cinerea* - Milky Stork - *Ciconiidae*). Jenis ini telah dianggap sebagai salah satu jenis bangau yang paling terancam di seluruh dunia (Verheught, 1987). Populasinya diperkirakan hanya tinggal berjumlah 5000 - 6000 ekor saja (Verheught, 1987 dan Rose & Scott, 1994), dimana lebih dari 90% diantaranya ditemukan di daerah hutan bakau di Indonesia, terutama di Sumatera dan Jawa. Mereka hanya diketahui berbiak di hutan mangrove di Hutan Bakau Pantai Timur (Danielsen dan Skov, 1987), Tanjung Koyan, hutan bakau Tanjung Selokan dan hutan bakau Semenanjung Banyuasin, seluruhnya di Sumatera Selatan (Danielsen, dkk, 1991). Di Jawa jenis ini hanya diketahui berbiak di hutan bakau Pulau Rambut (Allport & Wilson, 1986 dan Rusila, dkk, 1994).
- Bubut hitam (*Centropus nigrorufus* - *Sunda coucal* - *Cuculidae*). Jenis ini telah tercantum dalam Red Data Book dalam kategori Vulnerable. Merupakan jenis endemik Pulau Jawa. Pada saat ini, jenis ini diperkirakan hanya bertahan hidup di kawasan hutan mangrove dan rawa sekitar Tanjung Karawang, Indramayu dan Segara Anakan (Andrew, 1990).
- Bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus* - Lesser Adjutant - *Ciconiidae*). Bagi jenis yang tergolong vulnerable ini, hutan mangrove merupakan habitat penting untuk bersarang atau mencari makan (Silvius & Verheught, 1989). Populasi mereka sebagian besar terdapat di pantai timur Sumatera (Sumatera Selatan, Jambi dan Riau) dan beberapa kawasan hutan bakau di Delta Sungai Brantas dan Bengawan Solo, pantai utara Jawa (Erftmeijer & Djuharsa, 1988) serta hutan mangrove di Segara Anakan yang merupakan hutan mangrove terbesar yang saat ini tersisa di Pulau Jawa (Erftmeijer, dkk, 1988).

Mamalia yang umum ditemukan pada habitat mangrove diantaranya adalah babi liar (*Sus scrofa*), kancil (*Tragulus spp.*), kelelawar (*Pteropus spp.*) belang-berang (*Lutra perspicillata* dan *Amblyonyx cinerea*), lutung (*Trachypithecus aurata*), Bekantan (*Nasalis*

larvatus; endemik Kalimantan) dan kucing bakau (*Felis viverrina*) (MacNae, 1968; Payne, Francis & Phillipps, 1985; Melisch, dkk, 1993). Tidak satupun dari mamalia diatas hidup secara eksklusif di mangrove. Bekantan tadinya dianggap hanya hidup pada habitat mangrove, kemudian diketahui bahwa mereka juga menggunakan hutan rawa gambut (Payne, dkk, 1985). Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) umum ditemukan di daerah mangrove dan sering terlihat mencari makan pada hamparan lumpur di sekitar mangrove. *Macaca ochreata* (endemik Sulawesi) pada masa lalu umum terlihat di daerah mangrove dekat Malili, Teluk Bone, Sulawesi Selatan (Giesen, dkk, 1991). Harimau Sumatera (*Panthera tigris sumatranus*) masih ditemukan di wilayah Sungai Sembilang, Sumatera Selatan (Danielsen & Verheugt, 1989), dimana jika areal ini digabungkan dengan areal Taman Nasional Berbak di Jambi, dapat dianggap sebagai tempat hidup harimau Sumatera yang terbaik (Frazier, 1992). Dari empat jenis berang-berang yaitu *Aonyx cinerea*, *Lutra lutra*, *Lutra sumatrana* dan *Lutra perspicillata* yang diketahui hidup di Indonesia juga ditemukan di hutan mangrove. Dari kelompok mamalia air, dua jenis lumba-lumba yaitu *Orcella brevirostris* dan *Sousa chinensis* juga ditemukan di daerah muara sekitar hutan bakau, sedangkan mamalia udara yang sering ditemukan adalah *Pteropus vampirus*.

-oo0oo-

BAB III. KEGUNAAN MANGROVE

3.1. Pemanfaatan Mangrove

Mangrove merupakan ekosistem yang sangat produktif. Berbagai produk dari mangrove dapat dihasilkan baik secara langsung maupun tidak langsung, diantaranya: kayu bakar, bahan bangunan, keperluan rumah tangga, kertas, kulit, obat-obatan dan perikanan (Tabel 1). Melihat beragamnya manfaat mangrove, maka tingkat dan laju perekonomian pedesaan yang berada di kawasan pesisir seringkali sangat bergantung pada habitat mangrove yang ada di sekitarnya. Contohnya, perikanan pantai yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan mangrove, merupakan produk yang secara tidak langsung mempengaruhi taraf hidup dan perekonomian desa-desa nelayan.

Sejarah pemanfaatan mangrove secara tradisional oleh masyarakat untuk kayu bakar dan bangunan telah berlangsung sejak lama. Bahkan pemanfaatan mangrove untuk tujuan komersial seperti ekspor kayu, kulit (untuk tanin) dan arang juga memiliki sejarah yang panjang. Pembuatan arang mangrove telah berlangsung sejak abad yang lalu di Riau dan masih berlangsung hingga kini. Eksploitasi mangrove dalam skala besar di Indonesia nampaknya dimulai awal abad ini, terutama di Jawa dan Sumatera (van Bodegom, 1929; Boon, 1936), meskipun eksploitasi sesungguhnya dengan menggunakan mesin-mesin berat nampaknya baru dimulai pada tahun 1972 (Dephut & FAO, 1990). Pada tahun 1985, sejumlah 14 perusahaan telah diberikan ijin pengusahaan hutan yang mencakup sejumlah 877.200 hektar areal mangrove, atau sekitar 35% dari areal mangrove yang tersisa (Dephut & FAO, 1990).

Nampaknya produk yang paling memiliki nilai ekonomis tinggi dari ekosistem mangrove adalah perikanan pesisir. Banyak jenis ikan yang bernilai ekonomi tinggi menghabiskan sebagian siklus hidupnya pada habitat mangrove (Sasekumar, dkk, 1992 dan Burhanuddin, 1993). Kakap (*Lates calcarifer*), kepiting mangrove (*Scylla serrata*) serta ikan salmon (*Polynemus sheridani*) merupakan jenis ikan yang secara langsung bergantung kepada habitat mangrove (Griffin, 1985). Menurut Unar (dalam Djamali, 1991) beberapa jenis udang penaeid di Indonesia sangat tergantung pada ekosistem mangrove. Martosubroto & Naamin (dalam Djamali, 1991) mengemukakan adanya hubungan linier positif antara luas hutan mangrove dengan produksi udang, dimana makin luas hutan mangrove makin tinggi produksi udangnya dan sebaliknya. Hal ini didukung oleh berbagai penelitian di negara-negara lain (Tabel 2).

Keberadaan mangrove berkaitan erat dengan tingkat produksi perikanan. Di Indonesia hal ini dapat dilihat bahwa daerah-daerah perikanan potensial seperti di perairan sebelah timur Sumatera, pantai selatan dan timur Kalimantan, pantai Cilacap dan pantai selatan Irian Jaya yang kesemuanya masih berbatasan dengan hutan mangrove yang cukup luas dan

bahkan masih perawan (Soewito, 1984). Sebaliknya, menurunnya produksi perikanan di Bagansiapiapi, dimana sebelum perang dunia II merupakan penghasil ikan utama di Indonesia bahkan sebagai salah satu penghasil ikan utama di dunia, salah satunya disebabkan oleh rusaknya mangrove di daerah sekitarnya (Kasry, 1984).

Sebagian besar kegiatan penangkapan ikan di Indonesia berlangsung di dekat pantai. Kegiatan ini umumnya dilakukan oleh komunitas nelayan setempat dengan pola yang tradisional atau oleh nelayan modern yang datang dari kota pelabuhan besar. Pada tahun 1998 total produksi perikanan laut Indonesia adalah sekitar 3,6 juta ton yang melibatkan tidak kurang dari 478.250 keluarga (BPS, 1998).

A. PRODUK VEGETASI

Tabel 1. Produk yang dihasilkan mangrove

Kategori	Tipe Pemanfaatan	Contoh Jenis Yang Dimanfaatkan
Bahan bakar:	- Kayu bakar	sebagian besar jenis pohon
	- Arang kayu	sebagian besar jenis pohon
	- Alkohol	<i>Nypa fruticans</i>
Bahan bangunan:	- Kayu, kayu tiang	<i>Bruguiera, Rhizophora spp.</i>
	- Konstruksi berat (jembatan)	<i>Bruguiera, Rhizophora spp.</i>
	- bantalan rel KA	<i>Rhizophora, Ceriops spp.</i>
	- Pertambangan	<i>Bruguiera, Rhizophora spp.</i>
	- Pembuatan perahu	<i>Livistona saribus, Lumnitzeria</i>
	- Alas dok	<i>Lumnitzeria spp.</i>
	- Tiang bangunan	<i>Rhizophora, Bruguiera spp.</i>
	- Lantai	<i>Oncosperma tigillaria</i>
	- Atap	<i>Nypa fruticans, Acrostichum</i>
	- Alas lantai	<i>speciosum</i>
	- Pagar, pipa	<i>Cyperus malaccensis,</i>
	- Lem	<i>Eleocharis dulcis</i>
	- Papan terutama	<i>Scolopia macrophylla</i> <i>Cycas rumphii</i> <i>Rhizophoraceae</i>
Perikanan:	- Tiang pancing	<i>Ceriops spp.</i>
	- Pelampung	<i>Dolichandrone spathacea,</i>
	- Racun ikan	<i>S. alba Derris trifoliata,</i>
	- Perekat jala	<i>Cerbera floribunda</i>
	- Tali	<i>Rhizophoraceae</i>
	- Jangkar	<i>Stenochlaena palustris, H.</i>
	- Penahan perahu	<i>tiliaceus Pemphis acidula,</i> <i>Rhizophora apiculata Atuna</i> <i>racemosa, Osbornia</i> <i>octodonta</i>
Tekstil, kulit	- Fiber sintetis (mis. Rayon)	terutama <i>Rhizophoraceae</i>
	- Pewarna kain	<i>E. indica, Peltophorum</i>

Tabel 1. Produk yang dihasilkan mangrove (lanjutan)

	- Pengawetan kulit	<i>Pterocarpum</i>
	- Pembuatan kain	terutama <i>Rhizophora</i> , <i>Lumnitzera</i> spp. <i>Eleocharis dulcis</i>
Pertanian:	- Pupuk	<i>Paspalum vaginatum</i> , <i>Colocasia esculenta</i>
Produk kertas:	- Berbagai jenis kertas	<i>Avicennia marina</i> , <i>Camptostemon schultzei</i>
	- Berbagai jenis kertas	<i>Avicennia marina</i> , <i>Camptostemon schultzei</i>
Keperluan rumah tangga	- Mebel	banyak jenis tumbuhan berkayu
	- Hiasan	<i>X. granatum</i> , <i>Scaevola taccada</i> , <i>Nypa fruticans</i>
	- Lem	<i>Cycas rumphii</i>
	- Minyak rambut	<i>Xylocarpus mekongensis</i> <i>Phymatodes scolopendria</i>
	- Parfum	<i>Dolichandrone spathacea</i> , <i>X. granatum</i>
	- Peralatan	<i>Typha angustifolia</i>
	- Isi bantal	<i>Cyperus malaccensis</i> , <i>Scirpus grossus</i>
	- Keranjang	<i>Dolichandrone spathacea</i> (topeng),
	- Mainan	<i>Excoecaria indica</i> (bijinya)
	- Racun	<i>Cerbera manghas</i> (insektisida)
	- Tanaman hias	<i>Cryptocoryne ciliata</i> , <i>Crinum asiaticum</i>
	- Lilin	<i>Tristellateia australasiae</i>
	- Obat-obatan	<i>Horsfieldia irya</i>
	- Anti nyamuk	<i>Drymoglossum piloselloides</i> , <i>Drynaria rigidula</i> <i>Osbornia octodonta</i> , <i>Quassia indica</i>
Makanan, minuman dan obat :	- Gula	<i>Nypa fruticans</i>
	- Alkohol	<i>Nypa fruticans</i>
	- Minuman fermentasi	<i>Rhizophora stylosa</i>
	- Minyak goreng	biji <i>Terminalia catappa</i>
	- Daging manis (dari propagula)	<i>Bruguiera cylindrica</i> , <i>B. gymnorrhiza</i>
	- Sayuran (dari propagula, buah, atau daun)	daun <i>Stenochlaena palustris</i>
	- pengganti tembakau	fagifer epidermis daun <i>Nypa</i> <i>Loxogramma involute</i>
	- Kertas rokok	<i>Avicennia</i> , buah <i>Inocarpus</i>

Tabel 1. Produk yang dihasilkan mangrove (lanjutan)

<u>Lain-lain:</u>	- Ikan	<i>Lates calcarifer, Chanos chanos</i>
	- Krustasea	<i>Penaeus spp., Scylla serrata</i>
	- Kerang	kerang-kerangan
	- Madu dan lilin	<i>Apis dorsata</i>
	- Burung	terutama burung air
	- Mammalia	terutama <i>Sus scrofa</i>
	- Reptilia	<i>Varanus salvator, Crocodylus porosus</i>
	- Lainnya	<i>Rana spp.</i>

Sumber : Saenger, dkk (1983) serta tambahan informasi dari Knox and Miyabara (1984) dan Fong (1984).

Tabel 2. Hubungan antara luas hutan mangrove dengan jumlah tangkapan udang (per tahun) (dalam Nirarita, 1993)

Lokasi (ton)	Hasil Tangkapan (ha)	Luas Mangrove Korelasi (n)	Koefisien	Sumber
Australia	0,2 – 15	0,1 – 0,8	0,76 (6)	Staples et al, 1985
Malaysia	0 – 25	0 – 50	0,74 (7)	Jothy, 1984
Teluk Meksiko	10 – 1.000	1 – 1.000	0,975 (15)	Boesch & Turner, 1984
Filipina	0,2 – 5	1 - 42	0,62 (6)	Pauly & Ingles, 1986

3.2.Fungsi Mangrove

3.2.1. Fungsi Fisik

Fungsi fisik hutan mangrove menegaskan bahwa secara fisik, hutan mangrove mempunyai fungsi yang sangat penting, diantaranya:

3.2.1.1. Menjaga Garis Pantai

Fungsi paling utama dari ekosistem hutan mangrove adalah menjaga kestabilan garis pantai. Hal ini sangat penting jika garis pantai tidak terjaga dengan baik, maka garis pantai semakin lama akan terkikis oleh gelombang air laut. Kondisi ini dikhawatirkan dapat menyebabkan rusaknya lokasi pantai karena abrasi pantai sehingga daratan akan menyempit karena terkikis.

3.2.1.2. Mempercepat Pertumbuhan Lahan Baru

Salah satu peran dan sekaligus manfaat ekosistem mangrove, adalah adanya sistem perakaran mangrove yang kompleks, rapat dan lebat sehingga dapat memerangkap sisa-sisa bahan organik dan endapan yang terbawa air laut dari bagian daratan. Proses ini menyebabkan air laut terjaga kebersihannya dan dengan demikian memelihara kehidupan padang lamun (*seagrass*) dan terumbu karang. Karena proses ini maka mangrove seringkali dikatakan pembentuk daratan karena endapan dan tanah yang ditahannya menumbuhkan perkembangan garis pantai dari waktu ke waktu. Pertumbuhan mangrove memperluas batas pantai dan memberikan kesempatan bagi tumbuhan terestrial hidup dan berkembang di wilayah daratan. Akar pohon mangrove juga menjaga pinggiran pantai dari bahaya erosi. Buah vivipar yang dapat berkelana terbawa air hingga menetap di dasar yang dangkal dapat berkembang dan menjadi kumpulan mangrove di habitat yang baru. Dalam kurun waktu yang panjang habitat baru ini dapat meluas menjadi pulau sendiri.

3.2.1.3. Pelindung Terhadap Gelombang dan Angin

Hutan mangrove memiliki kemampuan untuk mengurangi energi gelombang. Tanaman mangrove umumnya dapat ditemukan pada pantai tropis, utamanya pada daerah dengan serangan gelombang yang relatif kecil. Kemampuan hutan mangrove mengurangi energi gelombang ditentukan oleh nilai kerapatan dan lebar vegetasi. Peredaman gelombang karena terjadinya gesekan antara zat cair dan komponen vegetasi mangrove seperti akar, batang, ranting dan daun.

3.2.1.4. Mencegah Intrusi Air Laut.

Intrusi air laut merupakan salah satu masalah lingkungan yang banyak dihadapi oleh masyarakat kawasan ekosistem pantai di Indonesia. Intrusi air laut itu sendiri adalah naiknya batas antara permukaan air tanah dengan permukaan air laut ke arah daratan. Perbedaan tekanan dimana tekanan air tanah lebih kecil dibandingkan air laut sehingga menyebabkan batas antara air tawar dan asin menjadi kabur sehingga air tanah di wilayah pesisir pantai menjadi asin.

3.2.1.5. Menahan Sedimen

Hutan mangrove juga berfungsi untuk menahan sedimen sehingga jika terjadi secara terus-menerus, maka akan menumbuhkan lahan baru atau memperluas daratan. Hal ini dapat terjadi karena sistem perakaran mangrove yang sangat rapat dan lebat dapat menahan atau memerangkap sedimen yang terbawa oleh air laut.

3.2.2. Fungsi Biologi

3.2.2.1. Sumber makanan

Fungsi biologi hutan mangrove yang pertama adalah sebagai salah satu bahan pelapukan yang menjadi sumber makanan penting bagi invertebrata pemakan bahan pelapukan, yang juga berfungsi sebagai makanan bagi hewan-hewan yang lebih besar seperti ikan laut, udang, juga binatang laut lainnya.

3.2.2.2. Kawasan *Nursery Ground*, *Spawning Ground* dan *Feeding Ground*

Hutan mangrove secara ekologis berfungsi sebagai tempat mencari makan (*feeding-ground*), tempat memijah (*spawning ground*), tempat berkembang biak (*nursery ground*) berbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut, tempat bersarang berbagai jenis satwa liar terutama burung dan reptil. Peranan terpenting ekologi mangrove terhadap ekosistem perairan pantai adalah lewat serasah mangrove yang gugur berjatuh ke dalam air.

3.2.2.3. Sumber Plasma Nutfah

Plasma nutfah merupakan pembawa sifat keturunan yang dapat berupa organ utuh atau bagian dari tumbuhan atau hewan serta mikroorganisme, sehingga plasma nutfah dianggap sebagai salah satu kekayaan alam berharga. Keberadaan plasma nutfah sangat bermanfaat baik bagi perbaikan jenis-jenis flora dan fauna juga keberlangsungan kehidupan liar itu sendiri di masa depan.

3.2.3. Fungsi Ekonomi

3.2.3.1. Penghasil kayu

Salah satu fungsi ekonomi utama dari hutan mangrove adalah pohon-pohon yang ada di dalam hutan mangrove bisa dimanfaatkan dapat dimanfaatkan sebagaimana pohon-pohon pada ekosistem hutan umumnya. Kayu dari pohon-pohon di hutan mangrove dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan sebagai bahan pembuatan furniture juga bahan bangunan. Selain itu, kayu dari tanaman di hutan mangrove dapat digunakan sebagai kayu bakar sehingga dapat menjadi alternatif bahan bakar fosil.

3.2.3.2. Penghasil Bahan Baku Industri

Pohon mangrove adalah pohon berkayu yang kuat dan berdaun lebat. Mulai dari bagian akar, kulit kayu, batang pohon, daun dan bunganya semua dapat dimanfaatkan manusia. Sehingga mangrove dapat berfungsi sebagai penghasil bahan baku industri, seperti bahan bangunan, tekstil, kertas, obat-obatan, dan keperluan rumah tangga lainnya.

3.2.3.3. Tempat Pariwisata

Banyak yang menganggap bahwa ekosistem hutan mangrove merupakan kawasan yang mempunyai nilai estetika, baik dari faktor alamnya juga kehidupan yang ada di dalamnya. Sehingga dengan keunggulan hutan mangrove tersebut dapat memberikan objek wisata yang berbeda salah satunya karena karakteristik hutan yang berada di di dua alam yaitu darat dan air (laut).

3.2.3.4. Tempat Pendidikan dan Penelitian

Indonesia merupakan negara dengan area hutan mangrove terbesar di dunia, sehingga hal ini cukup menguntungkan bagi para pelajar dan para peneliti yang akan meneliti lingkungan hutan mangrove. Keunikan dan keberagaman yang ada di hutan mangrove dapat dijadikan sarana untuk edukasi maupun rekreasi bagi masyarakat.

-oo0oo-

BAB IV. STATUS MANGROVE DI INDONESIA

4.1. Kondisi Hutan Mangrove di Indonesia

Luas ekosistem mangrove di Indonesia mencapai 75% dari total mangrove di Asia Tenggara, atau sekitar 27% dari luas mangrove di dunia. Kekhasan ekosistem mangrove Indonesia adalah memiliki keragaman jenis yang tertinggi di dunia. Sebaran mangrove di Indonesia terutama di wilayah pesisir Sumatera, Kalimantan dan Papua. Luas penyebaran mangrove terus mengalami penurunan dari 4,25 juta hektar pada tahun 1982 menjadi sekitar 3,24 juta hektar pada tahun 1987, dan tersisa seluas 2,50 juta hektar pada tahun 1993. Kecenderungan penurunan tersebut mengindikasikan bahwa terjadi degradasi hutan mangrove yang cukup nyata, yaitu sekitar 200 ribu hektar/tahun. Hal tersebut disebabkan oleh kegiatan konversi menjadi lahan tambak, penebangan liar dan sebagainya (Dahuri, 2002).

Hutan mangrove adalah hutan yang berkembang di daerah pantai yang berair tenang dan terlindung dari hempasan ombak, serta eksistensinya bergantung kepada adanya aliran air laut dan aliran sungai. Hutan mangrove tumbuh berbatasan dengan darat pada jangkauan air pasang tertinggi, sehingga ekosistem ini merupakan daerah transisi yang tentunya eksistensinya juga dipengaruhi oleh faktor-faktor darat dan laut. Komponen flora hutan mangrove, sebagian besar berupa jenis-jenis pohon yang keanekaragamannya lebih kecil dan mudah dikenali bila dibandingkan dengan hutan darat. Sedangkan komponen faunanya, sebagian besar adalah kelompok avertebrata, dan hidup dalam ekosistem mangrove, namun sebagian kecil dari biota tersebut juga hidup di ekosistem sekitar perairan mangrove.

Indonesia memiliki salah satu wilayah hutan mangrove luas di dunia. Sekitar 3 juta hektare hutan mangrove tumbuh di sepanjang 95.000 kilometer pesisir Indonesia. Jumlah ini mewakili 23% dari keseluruhan ekosistem mangrove dunia (Giri et al., 2011). Hutan mangrove ditemukan di banyak wilayah Indonesia, dan ekosistem mangrove regional penting ada di Papua, Kalimantan dan Sumatera (FAO, 2007). Tinggi pohon mangrove di Indonesia dapat mencapai 50 meter. Kelompok pohonnya padat, dengan akar berkelindan keluar dari batang pohon. Ketika laut pasang, hutan mangrove dibanjiri oleh air. Dan saat laut surut, lumpur tebal melapisi permukaan mangrove, menyimpan material organik yang sangat kaya (FAO, 2007).

Mangrove Indonesia merupakan salah satu hutan kaya karbon dunia. Hutan mangrove merupakan hutan dengan kandungan karbon terpadat di wilayah tropis. Lahan ini menyimpan lebih dari tiga kali rata-rata karbon per hektar hutan tropis daratan (Donato et al., 2011). Hutan mangrove Indonesia menyimpan lima kali karbon lebih banyak per hektare dibandingkan dengan hutan tropis dataran tinggi (Murdiyarso et al., 2015). Mangroves berkontribusi terhadap 10-15% sedimen simpanan karbon pesisir sementara di

wilayah pesisir global hanya menyumbang 0,5% (Alongi, 2014). Mangrove Indonesia menyimpan 3,14 miliar metrik ton karbon (PgC) (Murdiyarso et al., 2015). Jumlah ini mencakup sepertiga stok karbon pesisir global (Pendleton et al., 2012). Permukaan bawah ekosistem mangrove Indonesia menyimpan sejumlah besar karbon: 78% karbon disimpan di dalam tanah, 20% karbon disimpan di pohon hidup, akar atau biomassa, dan 2% disimpan di pohon mati atau tumbang (Murdiyarso et al., 2015).

Mangrove Indonesia memainkan peran signifikan dalam strategi mitigasi perubahan iklim nasional dan global. Dalam tiga dekade terakhir, Indonesia kehilangan 40% mangrove (FAO, 2007). Artinya, Indonesia memiliki kecepatan kerusakan mangrove terbesar di dunia (Campbell & Brown, 2015). Deforestasi mangrove Indonesia terhitung sebesar 6% dari total kehilangan hutan tahunan, meskipun hanya menutupi kurang dari 2% total wilayah hutan negara. Jumlah ini setara 0,05 juta hektare (Mha) dari total 0,84 Mha deforestasi tahunan di Indonesia (Margono et al., 2014; *Ministry of Forestry Republic of Indonesia*, 2014). Deforestasi mangrove di Indonesia mengakibatkan hilangnya 190 juta metrik ton CO₂ setara tiap tahun (*equally*). Angka ini menyumbang 20% emisi penggunaan lahan di Indonesia (Murdiyarso et al., 2015) dengan estimasi emisi sebesar 700 juta metrik ton CO₂ – eq (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2010). Dengan mencegah deforestasi mangrove, Indonesia dapat memenuhi seperempat dari 26% target reduksi emisi pada 2020 (Murdiyarso et al., 2015). Hilangnya hutan mangrove di Indonesia menyumbang 42% emisi gas rumah kaca akibat rusaknya ekosistem pesisir, termasuk rawa, mangrove dan rumput laut (Murdiyarso et al., 2015; Pendleton et al., 2012).

4.2. Penyebab Kerusakan Hutan Mangrove

Penyebab utama hilangnya mangrove di Indonesia termasuk akibat konversi tambak udang yang dikenal sebagai “revolusi biru” (Sumatra, Sulawesi dan Jawa Timur), penebangan dan konversi lahan untuk pertanian atau tambak garam (Jawa dan Sulawesi) serta degradasi akibat tumpahan minyak dan polusi (Kalimantan Timur) (FAO, 2007). Pada 2013, pemasukan dari ekspor udang Indonesia mencapai 1,5 miliar dolar AS; hampir 40% total pemasukan sektor perikanan Indonesia (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014)

Kegiatan pembangunan utama yang memberikan sumbangan terbesar terhadap menurunnya luas areal mangrove di Indonesia adalah pengambilan kayu untuk keperluan komersial serta peralihan peruntukan untuk tambak dan areal pertanian (khususnya padi dan kelapa). Pada tahun 1990, luas areal tambak yang terantau sekitar 269.000 hektar (Ditjen Perikanan, 1991), yang kemudian meningkat menjadi 750.000 hektar pada tahun 2002/2003 (Baplan, 2005). Sementara itu, data tahun 1985 menunjukkan seluas 877.200 hektar areal mangrove berada dalam konsesi perusahaan hutan untuk diambil kayunya (Dep. Kehutanan & FAG, 1990).

Sejarah pemanfaatan tambak diawali di Jawa dan Sulawesi selatan, kemudian berkembang ke Aceh, Sumatera Utara dan Lampung (Giesen, 1991 a,b,c). Pada tahun 1982, perkiraan luas tambak di Indonesia seluas 193.700 hektar (Bailey, 1988), kemudian bertambah menjadi 269.000 hektar pada tahun 1990 (Ditjen Perikanan, 1991), 390.182 ha pada tahun 1997 (Ditjen Perikanan, 1997) dan menjadi 750.000 hektar pada tahun 2002/2003 (Baplan, 2005). Berarti terjadi penambahan areal tambak lebih dari 35% dalam kurun waktu 20 tahun.

Areal tambak yang tercatat pada tahun 2002/03 seluas hampir 750.000 hektar tersebut sama dengan 23 % dari luas asal areal mangrove pada tahun yang sama. Perlu dicatat, ini tidak termasuk tambak-tambak yang telah ditinggalkan dan tidak diusahakan lagi yang di beberapa lokasi cukup luas. Di SM Karang Gading Langkat Timur Laut, misalnya, terdapat sekitar 2.500 hektar tambak yang tidak diusahakan dan kemudian ditumbuhi oleh *Acrostichum aureum* (Giesen & Sukotjo, 1991).

Pembangunan tambak di areal mangrove sebenarnya bukan tanpa masalah. Ada beberapa permasalahan yang dihadapi para pembuka lahan, seperti pengasaman tanah (Hassan & Ti, 1986), tidak bercampurnya tanah (Giesen, dkk, 1991) serta berkurangnya anakan untuk keperluan perkembangan ikan (Wardoyo & Rasyid, 1985). Dalam banyak kasus, pestisida dan antibiotika juga kerap kali digunakan, bahkan untuk tambak tradisional. Statistik perikanan untuk Sulawesi Selatan menunjukkan sekitar 16.559 ton pestisida digunakan untuk tambak selama tahun 1990 (BPS, 1990), yang berarti lebih dari 18 kg. pestisida per hektar per bulan (asumsi seluruhnya digunakan di Sulawesi Selatan). Dampak yang ditimbulkan oleh pestisida terhadap lingkungan dijelaskan oleh Primarvera (1991) dan Baird (1994). Meskipun demikian, kehadiran tambak tidak selalu berarti hilangnya mangrove. Hal ini dapat dilihat pada pola tambak yang masih menyisakan pohon mangrove, yang dipraktekkan di beberapa tempat di Jawa. Pada pola ini, mangrove ditanam di bagian tengah tambak. Sistem ini sangat baik untuk diterapkan karena selain melindungi dan mempertahankan mangrove, juga dapat dimanfaatkan oleh burung air.

Kegiatan pengambilan kayu sering terlihat di Riau, Kalimantan dan Papua. Luas areal konsesi perusahaan hutan meningkat dari 455.000 hektar pada tahun 1978 (Burbridge & Koesoebimo, 1980) menjadi 877.200 hektar pada tahun 1985 (Departemen Kehutanan dan FAO, 1990), atau sekitar 35% dari luas areal mangrove yang tersisa pada awal tahun 1990-an (data Giesen, 1993). Sayangnya, dampak yang ditimbulkan oleh pengambilan kayu terhadap hilangnya luasan areal mangrove sangat sulit untuk dirinci. Pada beberapa kasus, dampak lain dari pengambilan kayu mangrove adalah penurunan kualitas tegakannya. Nurkin (1979) menjelaskan bagaimana areal mangrove yang telah ditebangi di Sulawesi Selatan kemudian ditumbuhi oleh *Acrostichum aureum*, selanjutnya menghambat terjadinya regenerasi tumbuhan mangrove. Di daerah lain, mangrove ternyata juga dapat tumbuh sendiri setelah tumbuhannya ditebang, misalnya di Riau Tenggara (Giesen, 1991 b), serta di areal mangrove di Sei Kecil, Kalimantan Barat (Abdulahdi & Suhardjono, 1994). Meskipun dalam beberapa kasus mangrove dapat tumbuh kembali, akan tetapi tidak berarti bahwa tumbuhan yang baru tersebut akan selalu sama dengan jenis seberumnya, bahkan seringkali justru jenis tumbuhan yang kurang diminati yang kemudian menjadi dominan, seperti *Xylocarpus granatum* di Pulau Bakung, Riau (Giesen, 1991 b), *Excoecaria agallocha* dan *Bruguiera parviflora* di Karang Gading Langkat Timur Laut, Sumatera Utara (Giesen & Sukotjo, 1991).

Penduduk juga memberikan sumbangan terhadap penurunan luas manrove di Indonesia. Seperti diketahui, penduduk setempat telah memanfaatkan mangrove dalam kurun waktu yang lama, namun diyakini bahwa kegiatan mereka tidak sampai menimbulkan kerusakan yang berarti pada ekosistem ini. Akan tetapi, hal tersebut telah berubah dalam dekade terakhir ini seiring dengan adanya penambahan populasi penduduk, baik karena pertumbuhan alami maupun perpindahan dari luar. Kegiatan masyarakat yang menyebabkan hilangnya mangrove ini terutama adalah pemanfaatan areal mangrove

untuk pembangunan tambak. Fiselier, dkk (1990) bahkan menyatakan: “Reklamasi untuk keperluan budidaya perikanan dan pertanian tampaknya saat ini dianggap sebagai suatu kegiatan pembangunan utama yang berlangsung di areal mangrove. Kegiatan reklamasi tersebut sebenarnya berbiaya tinggi dan acapkali tidak berkelanjutan, serta sering menimbulkan dampak yang kurang baik terhadap lingkungan. Keuntungan yang dihasilkan sebagian besar diraup oleh mereka yang datang dari luar, dan hanya sebagian kecil saja yang dinikmati oleh penduduk setempat, berupa hasil penangkapan ikan dan pengumpulan hasil hutan yang dilaksanakan secara tradisional”. Pernyataan ini didukung oleh Ong (1982) yang membahas mengenai konversi mangrove di Malaysia dan menyimpulkan bahwa pembangunan budidaya perikanan berkaitan, baik secara ekonomis maupun secara ekologis.

Kematian mangrove secara alami merupakan kejadian yang umum ditemukan dan merupakan kondisi alami, karena lingkungan mangrove bersifat dinamik dan periodik, serta asosiasi mangrove teradaptasi dengan lingkungan tertentu melalui pertumbuhan dan kematian secara cepat (Uimenez & Lugo, 1985). Perubahan yang terjadi di alam biasanya bersifat fisik (Choy & Booth, 1994, berdasarkan contoh yang diambil di Brunei), sementara penyakit dan faktor biotis lainnya nampaknya berupa agen sekunder. Secara umum dapat dikatakan bahwa kematian mangrove secara alami tidak memberikan sumbangan yang signifikan terhadap hilangnya areal mangrove di Indonesia.

4.3. Pelestarian Hutan Mangrove

Untuk konservasi hutan mangrove dan sempadan pantai, Pemerintah R I telah menerbitkan Keppres No. 32 tahun 1990. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai, sedangkan kawasan hutan mangrove adalah kawasan pesisir laut yang merupakan habitat hutan mangrove yang berfungsi memberikan perlindungan kepada kehidupan pantai dan lautan. Sempadan pantai berupa jalur hijau adalah selebar 100 m dari pasang tertinggi ke arah daratan.

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki dan melestarikan hutan mangrove yaitu:

1. Penanaman kembali mangrove sebaiknya melibatkan masyarakat. Modelnya dapat masyarakat terlibat dalam pembibitan, penanaman dan pemeliharaan serta pemanfaatan hutan mangrove berbasis konservasi. Model ini memberikan keuntungan kepada masyarakat antara lain terbukanya peluang kerja sehingga terjadi peningkatan pendapatan masyarakat.
2. Pengaturan kembali tata ruang wilayah pesisir: pemukiman, vegetasi, dll. Wilayah pantai dapat diatur menjadi kota ekologi sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai wisata pantai (ekoturisme) berupa wisata alam atau bentuk lainnya.
3. Peningkatan motivasi dan kesadaran masyarakat untuk menjaga dan memanfaatkan mangrove secara bertanggungjawab.
4. Ijin usaha dan lainnya hendaknya memperhatikan aspek konservasi.

5. Peningkatan pengetahuan dan penerapan kearifan local tentang konservasi
6. Peningkatan pendapatan masyarakat pesisir
7. Program komunikasi konservasi hutan mangrove
8. Penegakan hukum
9. Perbaiki ekosistem wilayah pesisir secara terpadu dan berbasis masyarakat. Artinya dalam memperbaiki ekosistem wilayah pesisir masyarakat sangat penting dilibatkan yang kemudian dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Selain itu juga mengandung pengertian bahwa konsep-konsep lokal (kearifan lokal) tentang ekosistem dan pelestariannya perlu ditumbuh-kembangkan kembali sejauh dapat mendukung program ini.

-oo0oo-

BAB V. KEBIJAKAN DAN PERATURAN TENTANG MANGROVE

5.1. Peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan mangrove

Seperti di tempat lain di dunia ini, lahan di Indonesia diberi status tertentu yang memungkinkan penggunaan tertentu. Bila suatu areal lahan telah digunakan secara tradisional oleh suatu komunitas tertentu dalam masyarakat, maka biasanya pengelolaan lahan tersebut akan dialihkan kepada komunitas masyarakat tersebut dengan status *Hak Milik*, *Hak Milik Adat* atau *Hak Pengelolaan*. Areal lahan yang bukan merupakan areal pertanian (termasuk sebagian besar lahan hutan) pada umumnya diberi status sebagai Tanah Negara.

Meskipun telah terdapat pembagian status lahan, kenyataannya masih muncul berbagai konflik menyangkut kepemilikan atau hak pengusahaan lahan. Misalnya, meskipun suatu areal mangrove telah dikelola oleh hukum adat atau merupakan tanah negara (tanah timbul), akan tetapi apabila telah dikonversi menjadi tambak, seringkali lahan tersebut berubah menjadi milik pribadi. Akibat perubahan ini, konflik lain seringkali muncul apabila pemerintah kemudian ingin mengambil kembali lahan tersebut untuk kepentingan yang lain, misalnya untuk jalur hijau.

Sampai saat manuskrip ini dibuat, setidaknya telah dibuat 22 buah peraturan yang berkaitan dengan pengelolaan mangrove di Indonesia. Peraturan-peraturan tersebut umumnya menyoroti hubungan antara sektor kehutanan dan sektor perikanan serta mengenai jalur hijau. Berkaitan dengan konservasi, peraturan yang paling relevan nampaknya adalah Kepres No. 32 Tahun 1990 mengenai areal lindung, Undang-undang No. 5 Tahun 1990 mengenai perlindungan sumber daya hayati dan ekosistemnya dan Undang-undang No. 22 Tahun 1999 mengenai pemerintahan daerah. UU yang terakhir ini memberikan wewenang yang besar kepada daerah untuk melakukan pengelolaan dan pelestarian mangrove.

Beberapa peraturan yang berkait dengan pengelolaan mangrove di Indonesia

1. Undang-undang Dasar Tahun 1945 Pasal 33 ayat 3.
2. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Agraria.
3. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1967 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Kehutanan.
4. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintah di Daerah.
5. Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Perairan

6. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1979 tentang Pemerintahan Desa.
7. Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup.
8. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1985 tentang Perikanan.
9. Undang-undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya.
10. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1990 tentang Kepariwisata.
11. Undang-undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang.
12. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah.
13. Peraturan Pemerintah Nomor 64 Tahun 1967 tentang Penyerahan Sebagian Urusan Bidang Perkebunan, Perikanan dan Kehutanan kepada Daerah Swatantra Tingkat I.
14. Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 1985 tentang Perlindungan Hutan.
15. Peraturan Pemerintah Nomor Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.
16. Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 1990 tentang Usaha Perikanan.
17. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
18. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1991 tentang Rawa.
19. Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai.
20. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 1992 tentang Penyelenggaraan Otonomi Daerah dengan titik berat pada Daerah Tingkat II.
21. Keputusan Presiden Nomor 57 Tahun 1989 tentang Tim koordinasi Pengelolaan Tata Ruang Nasional.
22. Keputusan Presiden Nomor 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung.

5.2. Kebijakan jalur hijau dan rencana tata ruang

Jalur hijau adalah zona perlindungan mangrove yang dipertahankan di sepanjang pantai dan tidak diperbolehkan untuk ditebang, dikonversikan atau dirusak. Fungsi jalur hijau pada prinsipnya adalah untuk mempertahankan pantai dari ancaman erosi serta untuk mempertahankan fungsi mangrove sebagai tempat berkembang biak dan berpijah berbagai jenis ikan.

Kebijakan pemerintah untuk merumuskan suatu jalur hijau dimulai pada tahun 1975 ketika dikeluarkan SK Dirjen Perikanan (No H.I/4/2/18/1975) yang mengatur perlunya dipertahankan areal di sepanjang pantai selebar 400 meter dari rata-rata pasang rendah. Selanjutnya Dirjen Kehutanan mengeluarkan SK No. 60/KPTS/DJ/I/1978 mengenai panduan silvikultur di areal air payau. Menurut SK tersebut, jalur hijau ditetapkan selebar 10 meter di sepanjang sungai dan 50 meter di sepanjang pantai pada pasang terendah.

Pada tahun 1984, menteri Pertanian dan Menteri Kehutanan mengeluarkan Surat Keputusan Bersama No. KB 550/246/KPTS/1984 dan No. 082/KPTS- II/1984, yang menghimbau pelestarian jalur hijau selebar 200 meter sepanjang

pantai, melarang penebangan mangrove di Jawa, serta melestarikan seluruh mangrove yang tumbuh pada pulau-pulau kecil (kurang dari 1.000 ha.) Dikeluarkannya SK Presiden No. 32 Tahun 1990 mengenai Pengelolaan Kawasan Lindung menggantikan seluruh peraturan terdahulu mengenai jalur hijau. Peraturan ini memberikan perlindungan yang lebih memadai terhadap zona jalur hijau. Menurut SK tersebut, jalur mangrove pantai minimal 130 kali rata-rata pasang yang diukur ke darat dari titik terendah pada saat surut. Dalam pelaksanaannya dilapangan, SK ini ternyata memiliki beberapa kelemahan. Beberapa kritik yang dapat disampaikan mengenai SK ini antara lain adalah:

- SK ini tidak dapat diterapkan pada areal yang saat ini tidak memiliki tumbuhan mangrove lagi karena adanya eksploitasi pada masa lalu atau konversi. Untuk itu, hendaknya diadakan penyesuaian yaitu pada areal yang awalnya hanya memiliki vegetasi mangrove.
- Penentuan jalur hijau dengan menggunakan SK ini di pantai-pantai yang datar atau dataran lumpur yang luas tidak dapat digunakan secara efektif. Di beberapa daerah seperti diatas, lebar jalur hijau yang dihitung dari titik terendah saat air surut hanya berupa dataran lumpur saja dan tidak sampai ke hutan mangrovenya. Permasalahan ini dapat diatasi dengan mendefenisikan pengukuran dari hutan mangrove terluar dekat laut.
- SK ini tidak memacu adanya perlindungan terhadap mangrove secara menyeluruh maupun fungsi ekologisnya. SK mengesampingkan adanya keterkaitan ekologis, misalnya dengan mangrove daratan, sumber air tawar atau dengan rawa air tawar. Tanpa adanya perlindungan terhadap ekosistem pendukung secara terpadu, kelangsungan hidup jalur hijau tersebut tidak akan terjamin sepenuhnya.
- SK ini hanya memberikan pilihan untuk konservasi. Pilihan tersebut umumnya tidak memadai pada daerah yang telah memiliki pemanfaatan tradisional yang intensif, sehingga akan menyulitkan tercapainya suatu konsesus pengelolaan mangrove di beberapa daerah. Misalnya di Jawa, hampir seluruh areal mangrove yang ada telah dimanfaatkan oleh penduduk, baik untuk tambak maupun berbagai bentuk pemanfaatan lainnya yang sebenarnya tidak mendukung konservasi mangrove.

Peraturan terakhir mengenai jalur hijau adalah Inmendagri No. 26 Tahun 1997 tentang Penetapan Jalur Hijau Hutan Mangrove. Peraturan ini menginstruksikan kepada seluruh gubernur dan bupati/walikota di seluruh Indonesia untuk melakukan penetapan jalur hijau hutan mangrove di daerahnya masing-masing.

Secara ekologis, lebar jalur hijau mangrove seyogyanya ditentukan secara spesifik untuk setiap lokasi karena setiap tempat mempunyai karakteristik lingkungan yang spesifik. Misalnya, Hilmi, dkk (1997) melakukan studi penentuan lebar jalur hijau mangrove di Angke Kapuk Jakarta menggunakan pendekatan analisis sistem yang menghasilkan rekomendasi perkiraan lebar mangrove di daerah tersebut sekitar 1.000 meter.

5.3. Peraturan yang berkait dengan konservasi mangrove

Perlindungan satwa, tumbuhan dan ekosistem di Indonesia pada dasarnya telah tercakup dalam Undang-undang No. 5 Tahun 1990 mengenai konservasi sumber

daya hayati dan ekosistemnya. Informasi lebih lanjut mengenai areal mangrove yang dilindungi, termasuk total areanya, serta areal lindung

Pada tahun 1993, Departemen Kehutanan mengeluarkan gagasan perlunya pengembangan luasan areal kawasan lindung dari 15 juta hektar menjadi 30 juta hektar. Gagasan ini juga menyangkut sejumlah besar luasan kawasan mangrove. Menyambut gagasan ini, beberapa usulan pemasukan areal baru maupun penambahan luas areal yang telah ada diajukan oleh berbagai organisasi yang bergerak dibidang pelestarian alam. Usulan penambahan areal konservasi mangrove baru seluas 630.000 hektar disampaikan oleh Asian Wetland Bureau/Wetlands International - Indonesia Programme (1994).

-oo0oo-

BAB VI. FAKTOR LINGKUNGAN EKOSISTEM MANGROVE

Ekosistem mangrove dapat berkembang baik di daerah pantai berlumpur dengan air yang tenang dan terlindung dari pengaruh ombak yang besar serta eksistensinya bergantung pada adanya aliran air tawar dan air laut. Samingan (1971) menyatakan bahwa kebanyakan mangrove merupakan vegetasi yang agak seragam, selalu hijau dan berkembang dengan baik di daerah berlumpur yang berada dalam jangkaan peristiwa pasang surut.

Komposisi mangrove mempunyai batas yang khas dan batas tersebut berhubungan atau disebabkan oleh efek selektif dari: (a) tanah, (b) salinitas, (c) jumlah hari atau lamanya penggenangan, (d) dalamnya penggenangan, serta (e) kerasnya arus pasang surut.

Pertumbuhan vegetasi mangrove dipengaruhi oleh faktor lingkungan (fisik, kimia, dan biologis) yang sangat kompleks, antara lain:

6.1. Salinitas

Salinitas air tanah mempunyai peranan penting sebagai faktor penentu dalam pengaturan pertumbuhan dan keberlangsungan kehidupan. Salinitas air tanah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti genangan pasang, topografi, curah hujan, masukan air tawar dan sungai, *run-off* daratan dan evaporasi.

Aksorkoae (1993) menyatakan bahwa salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan hutan mangrove, terutama bagi laju pertumbuhan, daya tahan dan zonasi spesies mangrove.

Toleransi setiap jenis tumbuhan mangrove terhadap salinitas berbeda-beda. Batas ambang toleransi tumbuhan mangrove diperkirakan 36 ppm (MacNae 1968). Adapun Aksornkoae (1993) mencatat bahwa *Avicennia* spp. memiliki toleransi yang tinggi terhadap garam dan *Bruguiera gymnorhiza* ditemukan pada daerah dengan salinitas 10-20 ppm. Di Australia, *Avicennia marina* dapat tumbuh dengan tingkat salinitas maksimum 85 ppm, sedangkan *Bruguiera* spp. dapat tumbuh dengan salinitas tidak lebih dari 37 ppm (Wells 1982 dalam Aksornkoae 1993).

6.2. Tanah

Tanah di hutan mangrove memiliki ciri-ciri yang selalu basah, mengandung garam, oksigen sedikit, berbentuk butir-butir dan kaya bahan organik (Soeroyo 1993). Tanah

tempat tumbuh mangrove terbentuk dari akumulasi sedimen yang bersal dari sungai, pantai atau erosi yang terbawa dari dataran tinggi sepanjang sungai atau kanal (Aksornkoe 1993). Sebagian tanah berasal dari hasil akumulasi dan sedimentasi bahan-bahan koloid dan partikel. Sedimen yang terakumulasi di daerah mangrove memiliki kekhususan yang berbeda, tergantung pada sifat dasarnya. Sedimen yang berasal dari sungai berupa tanah berlumpur, sedangkan sedimen yang berasal dari pantai berupa pasir. Degradasi dari bahan-bahan organik yang terakumulasi sepanjang waktu juga merupakan bagian dari tanah mangrove. Soerianegara (1971) dalam Kusmana (1996) menjelaskan bahwa tanah mangrove umumnya kaya akan bahan organik dan mempunyai nilai nitrogen yang tinggi, kesuburannya bergantung pada bahan alluvial yang terendap.

Menurut Soeroyo (1993), pembentukan tanah mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- faktor fisik, yaitu berupa transport nutrien oleh arus pasang, aliran laut, gelombang dan aliran sungai;
- faktor fisik-kimia, yaitu berupa penggabungan dari beberapa partikel oleh penggumpalan dan pengendapan;
- faktor biotik, yaitu berupa produksi dan perombakan senyawa-senyawa organik.

6.3. Suhu

Menurut Aksornkoe (1993), suhu merupakan faktor penting dalam proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis dan respirasi. Diperkirakan suhu rata-rata didaerah tropis merupakan habitat terbaik bagi tumbuhan mangrove.

Mikroorganisme mempunyai batasan suhu tertentu untuk bertahan terhadap kegiatan fisiologisnya. Respon bakteri terhadap suhu berbeda-beda, umumnya mempunyai batasan suhu optimum 27–36°C. Oleh karena itu, suhu perairan berpengaruh terhadap penguraian daun mangrove dengan asumsi bahwa serasah daun mangrove sebagai dasar metabolisme.

Hutchings dan Saenger (1987) menyatakan bahwa *Avicennia marina* yang ada di Australia memproduksi daun baru pada suhu 18–20°C, jika suhunya lebih tinggi maka laju produksi daun baru akan lebih rendah. Selain itu, laju tertinggi produksi dari daun *Rhizophora* spp., *Ceriops* spp., *Exocoecaria* spp., dan *Lumnitzera* spp. adalah pada suhu 26–28°C. Adapun laju tertinggi produksi daun *Bruguiera* spp. adalah 27°C.

6.4. Curah hujan

Aksornkoe (1993) menyatakan bahwa jumlah, lama dan distribusi curah hujan merupakan faktor penting yang mengatur perkembangan dan penyebaran tumbuhan. Disamping itu curah hujan mempengaruhi faktor lingkungan lain, seperti suhu udara dan air, kadar garam air permukaan dan air tanah yang pada gilirannya akan mempengaruhi kelangsungan hidup spesies mangrove. Pada umumnya tumbuhan

mangrove tumbuh dengan baik pada daerah dengan curah hujan kisaran 1 500 – 3 000 mm/tahun. Namun demikian tumbuhan mangrove dapat juga ditemukan pada daerah dengan curah hujan 4 000 mm/tahun yang tersebar antara 8–10 bulan dalam 1 tahun. Menurut Noakes (1951), iklim dimana tumbuhan mangrove dapat tumbuh dengan baik adalah iklim tropika yang lembab dan panas tanpa ada pembagian musim tertentu, hujan bulanan rata-rata sekitar 225–300 mm, serta suhu rata-rata maksimum pada siang hari mencapai 32°C dan suhu rata-rata malam hari mencapai 23°C.

6.5. Kecepatan angin

Angin merupakan faktor yang berpengaruh terhadap ekosistem mangrove melalui aksi gelombang dan arus di daerah pantai. Hal ini mengakibatkan terjadinya erosi pantai dan perubahan sistem ekosistem mangrove. Angin berpengaruh pada tumbuhan mangrove sebagai agen polinasi dan desiminasi biji, serta meningkatkan evapotranspirasi. Angin yang kuat memungkinkan untuk menghalangi pertumbuhan mangrove dan menyebabkan karakteristik fisiologis yang tidak normal. Angin juga berpengaruh terhadap jatuhnya serasah mangrove, angin yang tinggi mengakibatkan besarnya produksi serasah.

6.6. Derajat kemasaman (pH)

Nilai pH suatu perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. Nilai pH perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktifitas fotosintesis, aktifitas biologi, temperatur, kandungan oksigen, dan adanya kation serta anion dalam perairan (Aksornkoae & Wattayakorn 1987 *dalam* Aksornkoae 1993). Nilai pH hutan mangrove berkisar antara 8.0 – 9.0 (Welch *dalam* Winarno 1996). Nilai pH yang tinggi lebih mendukung organisme pengurai untuk menguraikan bahan-bahan organik yang jatuh di daerah mangrove, sehingga tanah mangrove yang bernilai pH tinggi secara nisbi mempunyai karbon organik yang kurang lebih sama dengan profil tanah yang dimilikinya (Winarno 1996).

Air laut sebagai media yang memiliki kemampuan sebagai larutan penyangga dapat mencegah perubahan nilai pH yang ekstrim. Perubahan nilai pH sedikit saja akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga.

6.7. Zat hara

Aksornkoae (1993) menyatakan bahwa hara merupakan faktor penting dalam memelihara keseimbangan ekosistem mangrove. Hara dalam ekosistem mangrove dibagi kedalam dua kelompok:

- Hara anorganik, yang penting untuk kelangsungan hidup organisme mangrove. Hara ini terdiri atas N, P, K, Mg, Ca, dan Na. Sumber utama hara anorganik

adalah curah hujan, limpasan sungai, endapan, air laut, dan bahan organik yang terurai di mangrove;

- Detritus organik, yang merupakan bahan organik yang berasal dari bioorganik yang melalui beberapa tahap pada proses mikrobial. Sumber utama detritus organik ada dua, antara lain:
 - *Autochthonous*, seperti fitoplankton, diatom, bakteri, jamur, algae pada pohon atau akar dan tumbuhan lain di hutan mangrove.
 - *Allochthonous*, seperti partikel-partikel dari aliran sungai, partikel tanah dari erosi darat, tanaman, dan hewan yang mati di daerah pesisir atau laut.

-oo0oo-

BAB VII. FAKTOR PEREDAM GELOMBANG PADA MANGROVE

7.1. Kelentingan (*Resillience*)

Pada dasarnya jika sebuah benda diberi gaya, ada kemungkinan benda tersebut akan membengkok searah dengan gaya penyebabnya. Jika gaya penyebabnya ini dihilangkan maka benda akan kembali ke keadaan semula, benda ini dikatakan benda elastis. Kelentingan (*resillience*) adalah kemampuan untuk kembali lagi setelah menerima gangguan (Molles, 2005 ; Suheriyanto, 2008).

Semakin cepat sebuah benda pulih, dan semakin besar gaya yang dapat ditahannya, semakin tinggi daya lenting benda tersebut. Dengan kata lain, kelentingan (*resillience*) ialah sifat yang dimiliki oleh suatu benda untuk kembali ke keadaan semula ketika gaya yang bekerja padanya dihapuskan. Jika gaya yang diberikan pada benda diperbesar hingga suatu nilai tertentu, lalu nilai tersebut dihilangkan ternyata benda tidak dapat kembali ke keadaan semula. Batas gaya yang dapat diberikan hingga benda hampir tidak dapat dikembalikan ke keadaan semula ini dinamakan batas kelentingan/batas elastik (Surya, 1997 ; Kamal, 2013).

Untuk mengetahui kelentingan akar nafas terlebih dahulu diperlukan koefisien refleksi dan koefisien transmisi. Koefisien refleksi dan koefisien transmisi sangat bermanfaat untuk memperkirakan secara cepat perambatan energi gelombang yang melewati hutan mangrove. Koefisien-koefisien ini memberikan informasi global tentang jumlah energi yang dipantulkan oleh hutan mangrove dan jumlah energi yang ditransmisikan melewati hutan mangrove. Penentuan koefisien-koefisien ini memerlukan informasi gelombang datang dan gelombang yang meninggalkan hutan mangrove. Oleh karena itu, perlu untuk memisahkan gelombang datang dan gelombang pantul dari data elevasi yang terekam. Ilustrasi kelentingan akar nafas, lihat gambar 51.

Spektrum gelombang datang dan gelombang pantul digunakan untuk menentukan koefisien refleksi (K_R) dan koefisien transmisi (K_T) serta koefisien disipasi (K_D) dengan menggunakan hubungan-hubungan yang dikemukakan oleh Massel (Massel, 1996 ; Muliddin dkk, 2014).

$$K_R = \frac{H_r}{H_i}$$

Keterangan :

K_R : Koefisien Refleksi / Kelentingan

H_r : Tinggi Gelombang Refleksi (m)

H_i : Tinggi Gelombang Datang (m)

$$K_T = \frac{H_t}{H_i}$$

Keterangan :

K_T : Koefisien Transmisi

H_t : Tinggi Gelombang Transmisi (m)

H_i : Tinggi Gelombang Datang (m)



Gambar 51. Ilustrasi kelentingan akar nafas.

Sumber : Heni Nur Luthfiyani, 2019

Akan tetapi, apabila dua buah gelombang dengan periode yang sama dan berlawanan arah masing-masing dengan amplitudo a_1 dan a_2 ($a_1 > a_2$), maka gabungan dari profil gelombang tersebut diberikan oleh persamaan berikut :

$$\eta = a_1 \cos(kx + \sigma t) + a_2 \cos(kx - \sigma t)$$

$$\eta = (a_1 + a_2) \cos kx \cos \sigma t - (a_1 - a_2) a_2 \sin kx \sin \sigma t$$

Persamaan di atas adalah untuk gelombang dengan refleksi tidak sempurna. Apabila a_{maks} adalah jumlah dari a_1 dan a_2 , dan a_{min} adalah selisih dari a_1 dan a_2 , maka :

$$K_R = \frac{a_1}{a_2} = \frac{a_{\text{maks}} + a_{\text{min}}}{a_{\text{maks}} - a_{\text{min}}} = \frac{H_{\text{maks}} - H_{\text{min}}}{H_{\text{maks}} + H_{\text{min}}}$$

7.2. Akar Nafas

Hutan mangrove sebagai sumber daya alam khas daerah pantai tropis mempunyai fungsi strategis bagi ekosistem pantai, yaitu sebagai penyambung dan penyeimbang ekosistem darat dan laut. Tumbuh-tumbuhan, hewan dan berbagai nutrisi ditransfer ke arah darat atau laut melalui mangrove. Secara ekologis mangrove berperan sebagai daerah pemijahan (*spawning grounds*) dan daerah pembesaran (*nursery grounds*) berbagai jenis ikan, kerang dan spesies lainnya. Selain itu *Avicennia marina* memiliki akar berupa akar nafas (*pneumatofora*). Pada mangrove *Avicennia marina* akar nafas merupakan cabang tegak dari akar horizontal yang tumbuh di bawah tanah. Pada tumbuhan ini akar nafas berbentuk seperti pensil atau pasak dan umumnya hanya tumbuh setinggi 30 cm, yang muncul dari substrat serupa paku yang panjang dan rapat dan muncul ke atas lumpur di sekeliling pangkal batangnya (Ng dan Sivasothi, 2001 ; Setyawan dkk, 2005).

Pengukuran menggunakan metode Transek-kuadrat dan metode spot-check untuk menghitung kerapatan jenis. Sedangkan metode Pola Sondani untuk menghitung luasan dan jumlah akar nafas. Metode Transrek Kuadrat dilakukan dengan cara menarik garis tegak lurus pantai, kemudian di atas garis tersebut ditempatkan kuadrat ukuran 10 m x 10 m, jarak antar kuadrat ditetapkan secara sistematis terutama berdasarkan perbedaan struktur vegetasi. Selanjutnya, pada setiap kuadrat dilakukan perhitungan jumlah individual (pohon dewasa, pohon remaja, anakan), diameter pohon, dan prediksi tinggi pohon untuk setiap jenis (Wantasen, 2002; Herison, 2017). Setelah dilakukan pengamatan data di lapangan maka menghitung kerapatan jenis (D_i). Kerapatan jenis (D_i) merupakan jumlah tegakan jenis ke-i dalam suatu unit area. Penentuan kerapatan jenis melalui rumus :

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan :

- D_i : kerapatan jenis ke-i
- n_i : jumlah total individu ke-i
- A : luas total area pengambilan contoh

7.3. Serasah Mangrove

Hutan mangrove sebagai sumber daya alam khas daerah pantai tropik, mempunyai fungsi strategis bagi ekosistem pantai, yaitu: sebagai penyambung dan penyeimbang ekosistem darat dan laut. Tumbuh-tumbuhan, hewan dan berbagai nutrisi ditransfer ke arah darat atau laut melalui mangrove. Secara ekologis mangrove berperan sebagai daerah pemijahan (*spawning grounds*) dan daerah pembesaran (*nursery grounds*) berbagai jenis ikan, kerang dan spesies lainnya. Selain itu serasah mangrove berupa

daun, ranting dan biomassa lainnya yang jatuh menjadi sumber pakan biota perairan dan unsur hara yang sangat menentukan produktifitas perikanan laut.

Produksi serasah merupakan bagian yang penting dalam transfer bahan organik dari vegetasi ke dalam tanah. Unsur hara yang dihasilkan dari proses dekomposisi serasah di dalam tanah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sebagai sumber detritus bagi ekosistem laut dan estuari dalam menyokong kehidupan berbagai organisme akuatik. Apabila serasah di hutan mangrove ini diperkirakan dengan benar dan dipadukan dengan perhitungan biomassa lainnya, akan diperoleh informasi penting dalam produksi, dekomposisi, dan siklus nutrisi ekosistem hutan mangrove (Kavvadias et al., 2001; Moran et al., 2000).

Serasah adalah lapisan yang terdiri dari bagian-bagian tumbuh-tumbuhan yang telah mati seperti guguran daun, bunga dan buah, kulit kayu serta lainnya yang jatuh di permukaan tanah sebelum bahan-bahan tersebut mengalami dekomposisi (Dephut, 1997). Sehingga dapat disimpulkan bahwa serasah mangrove yang belum mengalami dekomposisi ikut berperan penting dalam menahan laju gelombang yang menuju garis pantai.

Serasah mangrove berupa daun, ranting dan biomassa lainnya yang jatuh menjadi sumber pakan biota perairan dan unsur hara yang sangat menentukan produktifitas perikanan laut. Produksi serasah merupakan bagian yang penting dalam transfer bahan organik dari vegetasi ke dalam tanah. Unsur hara yang dihasilkan dari proses dekomposisi serasah di dalam tanah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sebagai sumber detritus bagi ekosistem laut dan estuari dalam menyokong kehidupan berbagai organisme akuatik. Apabila serasah di hutan mangrove ini diperkirakan dan dipadukan dengan perhitungan biomassa lainnya, akan diperoleh informasi penting dalam produksi, dekomposisi, dan siklus nutrisi ekosistem hutan mangrove (Kavvadias dkk, 2001 dan Moran dkk, 2000).

Kontribusi yang paling penting dari hutan mangrove dalam kaitannya dengan ekosistem pantai adalah serasah. Diperkirakan tinggi produktivitas rata-rata serasah adalah sebesar 4,05 gr/m²/hari atau 14,78 ton/ha/tahun dengan penyumbang terbesar dari serasah daun, sedangkan sisanya oleh makroorganisme (terutama kepiting) dan organisme pengurai diubah sebagai detritus atau bahan organik mati. Selain itu mangrove berfungsi sebagai pelindung pantai, penstabilisasi, penyangga serta pencegah erosi yang diakibatkan oleh arus, gelombang, dan angin bagi kelangsungan hidup manusia dan mamalia di darat dan biota perairan di laut (Indria, 2016).

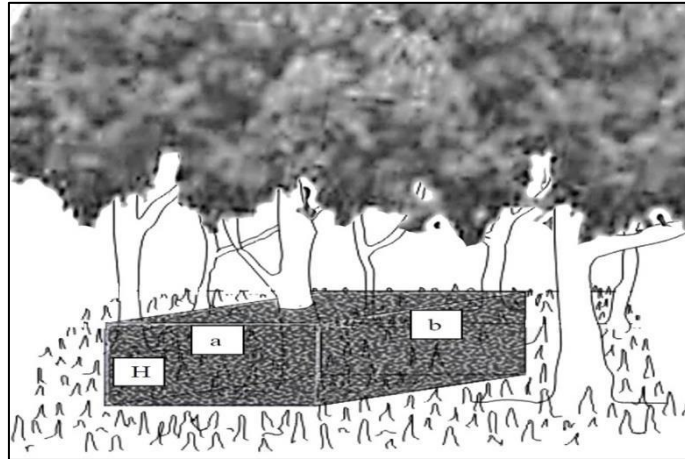
Perhitungan dari volume serasah mangrove yang disederhanakan ke bentuk kubus atau silinder lingkaran dan tinggi serasah mangrove diambil tinggi rata-rata serasah mangrove, lihat gambar 51.

$$k = 2a + 2b$$

$$L = a \times b$$

$$V = L \times H$$

Dimana : k = keliling (m), a = panjang (m), b = lebar (m), L = Luas (m²), V = volume (m³), = lebar (m) dan H = tinggi (m).



Gambar 52. Ilustrasi volume serasah mangrove.

Sumber : Heni Nur Luthfiyani, 2019

➤ Nilai Porositas

Nilai porositas adalah ukuran ruang kosong di antara mangrove. Analisa data dilakukan dengan tahapan menghitung nilai porositas (N_p) pada masing-masing rumpun mangrove *Avicennia* sp

(La Thi C, 2001) :

$$N_p = 1 - \frac{V_t}{V_0}$$

Dimana :

N_p = nilai porositas (tanpa satuan),

V_t = volume serasah *Avicennia* sp (m³),

V_0 = volume kontrol total (m³),

$N_p = 1$ menunjukkan ketiadaan mangrove,

$N_p = 0$ menunjukkan dinding sepenuhnya reflektif (Park, 1999).

BAB VIII. PEREDAMAN GELOMBANG DENGAN MANGROVE *AVICENNIA MARINA*

8.1. Penelitian di Pantai Indah Kapuk, Jakarta.

Deskripsi Mangrove *Avicennia sp* di Wilayah Penelitian : Penelusuran mangrove dilakukan peneliti dari sungai Muara Angke hingga wilayah sungai Muara Kamal. Penelusuran dilakukan menggunakan kapal dari arah laut serta dengan berjalan kaki dari wilayah darat. Hasil penelusuran dapat dijelaskan pada gambar 105:



Gambar 105. Mangrove yang tertutupi oleh *breakwater*/batu/sampah.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Dari gambar di atas terlihat bahwa hampir semua mangrove sepanjang 5km tidak ada yang tumbuh bebas dan langsung tersentuh oleh gelombang melainkan sudah terhalang oleh batu/*breakwater* sebagai peredam gelombang, sampah yang menumpuk, pagar dan matinya mangrove.

Hampir bisa dikatakan 100 persen mangrove yang tumbuh di formasi terluar adalah mangrove *Avicennia spesies marina*. Diposisi ke arah darat ada sedikit sekali di jumpai jenis mangrove *Rhizophora*. Penentuan lokasi stasiun penelitian harus mencari mangrove *Avicennia marina* yang benar benar bebas dari hambatan. Pada gambar di bawah ini menggambarkan dimana ditemukan hanya beberapa stasiun saja yang memungkinkan di pasangny alat pengukuran. Terlihat pada gambar dimana mangrove *Avicennia marina* tumbuh dengan subur dengan tegakkan yang baik dan sangat potensial melakukan peredaman gelombang.

Penentuan Titik Stasiun Penelitian: Dari penjelasan di atas maka ada beberapa hal yang ditentukan sebagai syarat penetapan titik stasiun penelitian sebagai berikut:

- a. Mangrove *Avicennia marina* harus terbebas dari penghalang
- b. Ketebalan mangrove *Avicennia marina* bervariasi
- c. Penjalaran gelombang yang besar.



Gambar 106. Mangrove *Avicennia marina* sebagai peredam gelombang.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Dari syarat di atas maka ditetapkan 5 stasiun penelitian seperti pada gambar 107.



Gambar 107. Stasiun penelitian.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Titik stasiun masing masing lokasi dapat di jelaskan pada tabel 3:

Tabel 3. Situasi ordinat per stasiun

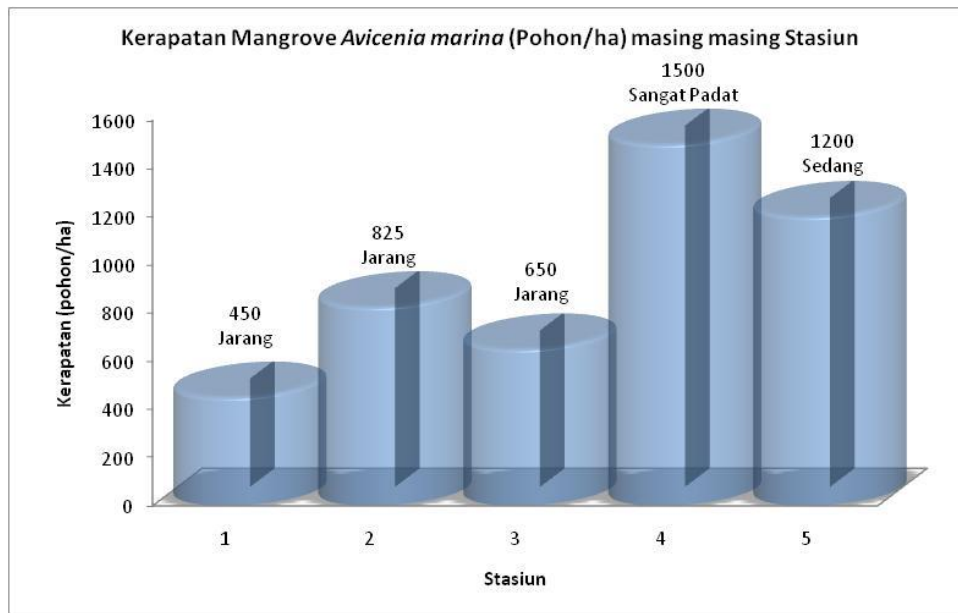
Stasiun	Ordinat	Observasi
1	S : 6° 5'31.70" E : 106°43'37.70"	Untuk Sta 1 dan Sta 2, Posisi didekat sungai muara kamal. Mangrove <i>Avicennia marina</i> ini terlihat tumbuh dengan subur walaupun terlihat dengan jelas kondisi air yang sangat kotor, bau, sampah dan pekat. Mangrove yang ada tumbuh dalam kelompok. Tidak ada sesuatu apapun yang menjadi penghalang untuk bersentuhan langsung dengan bibir gelombang yang datang sebagai sirkulasi hidupnya mangrove tersebut. Ketebalan mangrove pada Sta 1 berkisar 60m -
2	S : 6° 5'33.10" E : 106°43'38.10"	

Tabel 3. Situasi ordinat per stasiun (lanjutan.)

		70m dan Sta 2 berkisar 40m-50m.
3	S : 6° 6'13.70" E : 106°45'33.50"	Sta 3, 4 dan 5 terletak pada tengah tengah Hutan Lindung, DKI Jakarta. Mangrove ini terbagi dalam kelompok masing masing stasiun. Ke 3 stasiun mangrove itu tidak terhalang oleh suatu apapun sehingga bebas bertemu ombak gelombang. Ketebalan mangrove pada Sta 3, 4 dan 5 relatif sama, 40m - 50m. Mangrove <i>Avicennia marina</i> terlihat subur dengan kondisi perairan yang terlihat banyak sampah dan lumpur.
4	S : 6° 6'13.40" E : 106°45'36.50"	
5	S : 6° 6'13.60" E:106°45'38.83"	

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Kerapatan Mangrove: Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan perumusan kerapatan di atas diperoleh nilai kerapatan untuk mangrove *Avicennia marina* diilustrasikan pada grafik pada gambar 108.



Gambar 108. Grafik kerapatan mangrove pada masing-masing stasiun

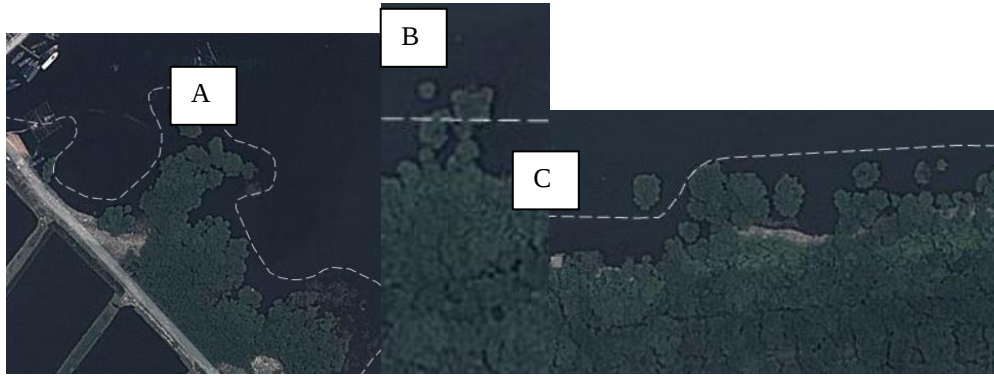
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Tabel 4. Kerapatan mangrove masing-masing stasiun

Stasiun	Ordinat Pengambilan Data Lapangan	Nilai Kerapatan (Pohon/ha)	Kerapatan
1	S: 6° 5'31.80" E: 106°43'37.51"	450	Jarang
2	S: 6° 5'33.36" E: 106°43'37.73"	825	Jarang
3	S: 6° 6'14.00" E: 106°45'33.50"	650	Jarang
4	S: 6° 6'13.75" E: 106°45'36.50"	1500	Sangat Padat
5	S: 6° 6'13.76" E: 106°45'38.84"	1200	Sedang

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Kerapatan pada stasiun satu, dua dan tiga terlihat hanya spot spot dan terkelompok kecil kecil saja. Pada stasiun empat sangat padat karena tidak terpecah menjadi kelompok kecil kecil begitupun dengan stasiun lima. Hal ini dapat dilihat pada gambar 109.



Gambar 109. Tampak atas posisi stasiun 1 dan 2 (A), stasiun 3 (B) dan stasiun 4 dan 5 (C)
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Sebaran Mangrove di Lokasi Penelitian : Hasil survey dan teknologi satelit komputerisasi dilakukan pembuatan peta sebaran mangrove. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Peta Sebaran Mangrove pada gambar 110.



Gambar 110. Peta sebaran mangrove di seputaran Pantai Indah Kapuk, Jakarta.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Berdasarkan survey langsung di lapangan dengan sampel berbagai titik dan hasil perhitungan kerapatan mangrove, maka dapat dilihat luasan mangrove berdasarkan kerapatan nya saja yaitu kategori sangat padat seluas 102,11 ha, kategori sedang seluas 68,94 ha, kategori jarang seluas 37,39 ha dan kategori semak semak atau lahan tak tentu seluas 84,29 ha. Sebaran mangrove dengan kategori sangat padat masih banyak ditemukan pada daerah hutan lindung (seputaran Sungai Cengkareng). Pada daerah itu kegiatan rehabilitasi dan penanaman mangrove terus dilakukan melalui program yang ada di Dinas Kehutanan DKI Jakarta. Sampah dan semak masih juga terlihat banyak terutama pada daerah muara Sungai Cengkareng, muara Sungai Angke dan dipinggiran pantai antara Sungai Cengkareng dan Sungai Angke (Warna Coklat). Suplai sampah yang dapat menurunkan kualitas lingkungan dan ekosistem yang ada tentu akan berpengaruh pada

perkembangan dan pertumbuhan mangrove. Mangrove dengan kategori sedang banyak ditemui pada daerah *Fish Market* PIK (ke arah barat dari Sungai Cengkareng).

Sedangkan mangrove dengan kategori jarang merupakan mangrove yang terpisah dari kelompoknya yang umumnya karena adanya pembuatan tambak dan abrasi. Secara morfologi pantai terlihat pula bahwa daerah stasiun 1 dan 2 merupakan daerah yang tererosi atau terabrasi sedangkan daerah stasiun 3, 4 dan 5 adalah daerah sedimentasi atau tempat banyak sampah dan kotoran. Untuk daerah SMMA (Suaka Marga Satwa Muara Angke) kerapatan mangrove kategori sangat padat, dan sedang terlihat komposisi masing-masing sekitar 25 persen. Sampah dan semak komposisinya terlihat lebih besar. Mangrove daerah TWA (Taman Wisata Angke) terlihat masuk kategori jarang. Penanaman mangrove di TWA terus dilakukan bekerjasama dengan Instansi Pemerintah dan swasta. Proyeksi kerapatan mangrove di TWA akan meningkat di tahun ke depan. Secara umum sebaran mangrove terbesar pada daerah Hutan Lindung

Perubahan Fungsi Mangrove :



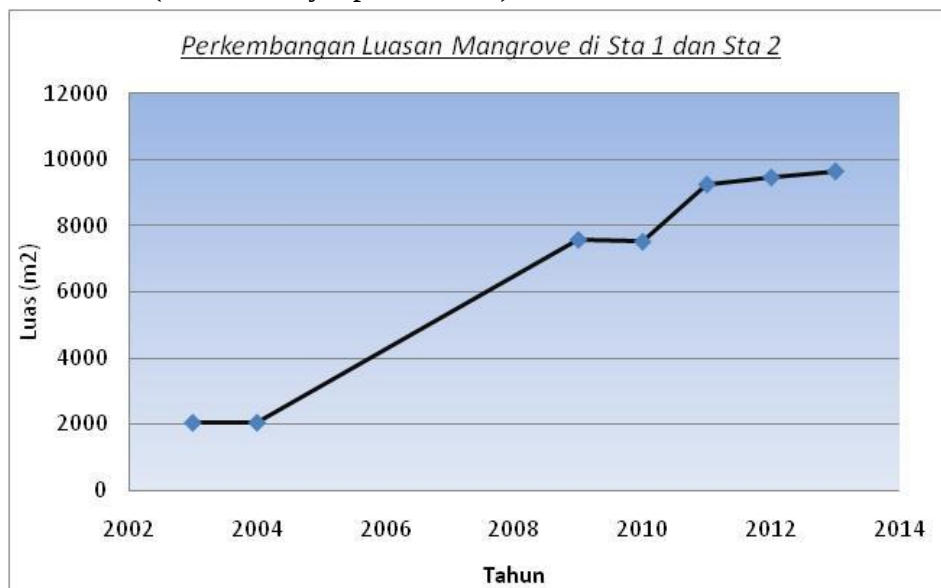
Gambar 111. Kawasan mangrove yang masih berfungsi meredam gelombang biru dan merah.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Lihat gambar 111, berdasarkan hasil observasi di lapangan secara visual maka mangrove dapat dibagi dalam 2 kelompok fungsinya sebagai berikut:

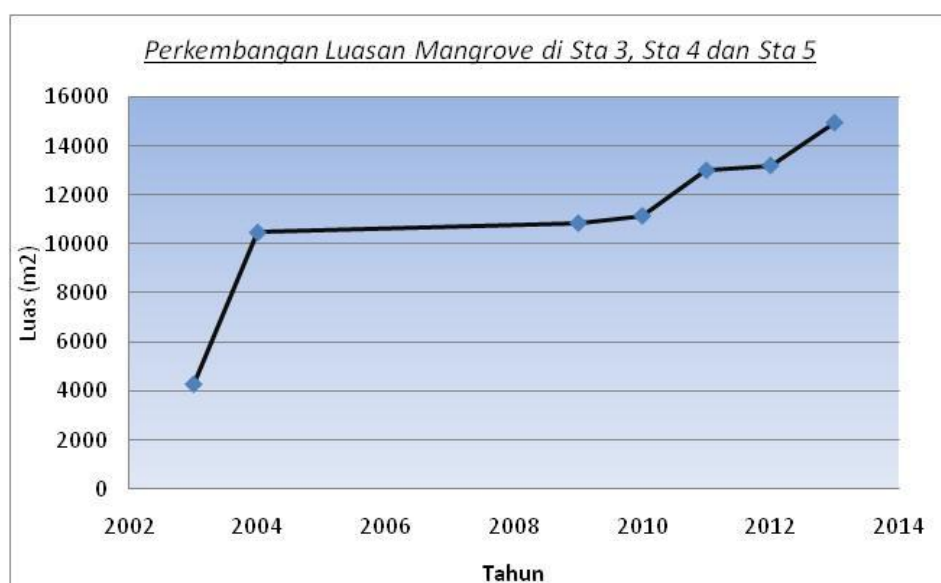
1. Warna merah menunjukkan bahwa di kawasan mangrove tersebut fungsi mangrove meredam gelombang tidak berjalan karena ada bangunan konstruksi tepi pantai, pagar, batu, dll, yang menggantikan fungsi mangrove. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi abrasi
2. Warna biru menunjukkan kawasan mangrove yang masih dapat berfungsi meredam gelombang walaupun tidak maksimal. Pada kawasan itu terjadi sedimentasi.

Melihat kejadian di atas, maka diperlukan rehabilitasi mangrove secara komprehensif dengan melibatkan stakeholder terkait sehingga diharapkan mangrove dapat dijaga keberlanjutannya. Keterlibatan masyarakat ini memberikan hasil positif pelestarian ekosistem mangrove dan peningkatan pendapatan masyarakat yang ada di sekitar ekosistem mangrove dipertahankan. (Gunarto, 2004 and Kusmana, 1998).

Perkembangan Mangrove Dari Tahun Ke Tahun : Mangrove yang ditemui sebagian besar merupakan jenis mangrove *Avicennia marina*. Sesuai dengan penelitian ini jenis mangrove *Avicennia marina* sebagai objek yang diteliti terdapat di sepanjang 5,06 km garis pantai. Genus *Avicennia marina* merupakan Famili Acanthaceae Ordo Lamiales atau yang sering disebut api-api biasanya tumbuh ditepi atau dekat laut sebagai bagian dari komunitas tumbuhan mangrove. Pohon dengan tinggi 30 m, dengan tajuk yang agak renggang. Akar nafas muncul 10-30 cm dari permukaan substrat, berupa paku jari-jari rapat, diameter akar lebih kurang 0,5-1 cm dekat ujungnya. Pepagan (kulit batang) halus keputihan sampai dengan abu-abu kecoklatan dan retak-retak. Ranting dengan buku-buku bekas daun yang menonjol serupa sendi-sendi tulang. Daun tunggal, bertangkai, berhadapan, bertepi rata, berujung runcing atau membulat; helai daun seperti kulit, hijau mengkilap di atas, abu-abu atau keputihan di sisi bawahnya, sering dengan kristal garam yang terasa asin (Noor dan Syahputra, 2006).



Gambar 112. Grafik perkembangan luasan mangrove di Sta 1 dan Sta 2.
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 113. Grafik perkembangan luasan mangrove di Sta 3, Sta 4 dan Sta 5.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Oseanografi Fisik Kawasan : Kawasan pesisir utara Jakarta merupakan daerah yang rentan terhadap perubahan garis pantai. Pengaruh perubahan tata guna lahan dan fenomena kenaikan muka laut yang mengakibatkan perubahan garis pantai. Akibat

perubahan garis pantai ini sering terjadi bencana di wilayah pesisir, yang salah satunya adalah kejadian banjir rob (pasang). Banjir rob (pasang) terjadi pada saat kondisi pasang maksimum/tertinggi (*High Water Level*) menggenangi daerah-daerah yang lebih rendah dari muka laut rata-rata (*mean sea level*). Limpasan air laut dengan bantuan gaya gravitasi akan mengalir menuju tempat-tempat rendah, kemudian akan menggenangi daerah-daerah tersebut.

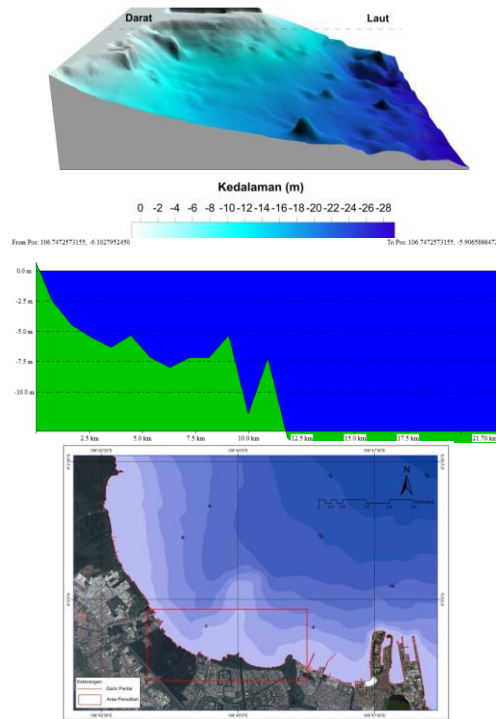
Pesisir utara Jakarta merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata ± 7 meter di atas permukaan laut, terletak pada posisi $5^{\circ} 56' 15'' - 6^{\circ} 55' 30''$ LS dan $106^{\circ} 43' 00'' - 106^{\circ} 58' 30''$ BT, dengan batas di sebelah Barat berbatasan dengan Tanjung Pasir dan di sebelah Timur berbatasan Tanjung Karawang. Luas perairan Teluk Jakarta sekitar 514 km² dan panjang garis pantainya lebih kurang 80 km dimana 32 km merupakan garis pantai Daerah Khusus Ibukota DKI Jakarta (Setiapermana dan Nontji, 1980).

Kawasan waterfront city seputaran Pantai Indah Kapuk ini akan di tinjau secara umum kondisi bathimetri, pasang surut, sedimen serta biotanya. Kawasan ini dapat dikatakan sebagai wisata pantai kategori rekreasi dengan harapan tidak adanya faktor pembatas yang berarti, yaitu sebagian besar parameter biologi, fisik dan oseanografi yang dikaji pada kawasan tersebut sesuai untuk wisata pantai. Sedangkan dari kemiringan pantai dapat diketahui pula bahwa pada dasarnya dominan landai dan dilihat dari garis pantainya, dapat diketahui telah terjadi perubahan garis pantai akibat proses geomorfologi berupa abrasi air laut. Gelombang yang terjadi tidak begitu besar yang terjadi namun arah sudut datang gelombang yang dominan yang menyebabkan terjadinya abrasi.

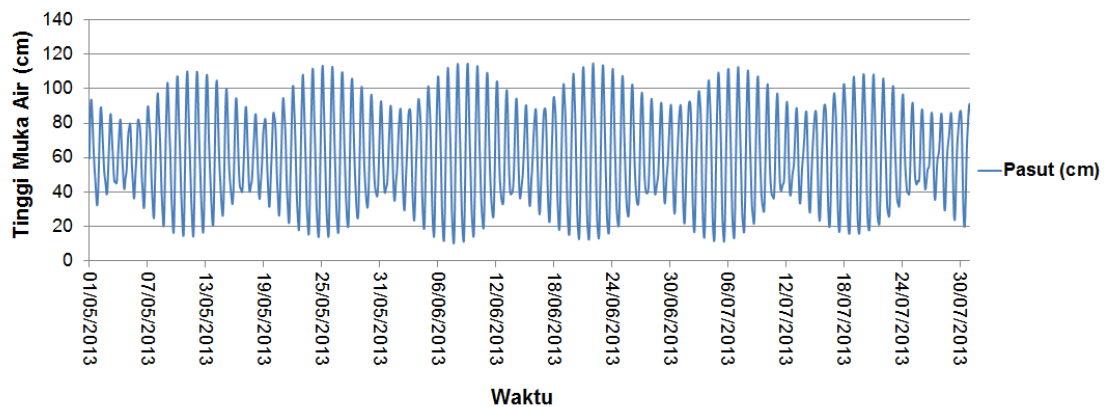
Pasang Surut Berdasarkan pengukuran di stasiun penelitian kondisi pasang surut di Kepulauan Seribu dapat dikategorikan sebagai semi diurnal. Arus hasil pengukuran mencatat kecepatan arus sebesar tidak significant. Kualitas Perairan Laut Mengacu pada beberapa hasil pengukuran kualitas air laut yang dilakukan

Deskripsi Stasiun Pengukuran Gelombang: Pemilihan dan penelusuran titik pengamatan pengukuran gelombang pada mangrove dilakukan dengan menilai masing masing stasiun itu yang benar benar mangrove tersebut mempunyai fungsi sebagai peredam gelombang. Lokasi penelitian terletak pada ordinat seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

Lokasi stasiun 1 dan 2 berada dekat dengan sungai kamal muara. Dipilhnya titik stasiun tersebut karena mangrove itu terbebas dari halangan dan rintangan dari breakwater atau pagar pemecah gelombang. Sehingga mangrove itu langsung bersentuhan dengan gelombang yang datang dan memiliki ketebalan mangrove yang mewakili. Lihat gambar 114. Posisi mangrove yang terbebas dari pemecah gelombang dan bersentuhan langsung dengan gelombang datang, mulai dari Sungai Muara Angke sampai dengan Sungai Kamal Muara hanya pada ordinat di atas. Stasiun 3, 4 dan 5 terletak di tengah tengah hutan lindung.



Gambar 114. *Bathymetry* kawasan penelitian
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 115. Grafik kondisi pasut Kawasan
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Tabel 5. Ketebalan mangrove *Avicennia marina* masing-masing stasiun

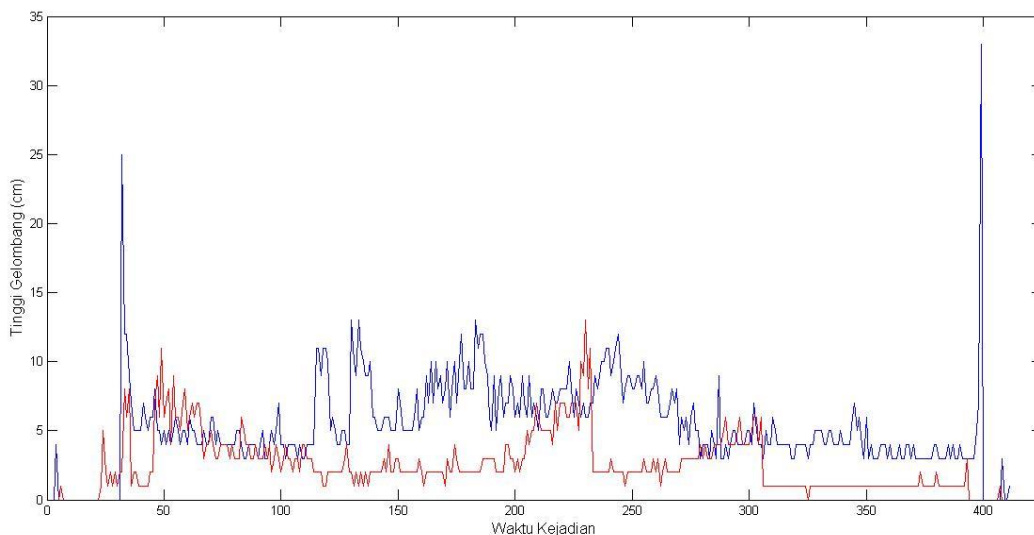
Stasiun	Ordinat	Ketebalan Mangrove (m)	Observasi
1	S : 6° 5'31.70" E : 106°43'37.70"	30	Posisi didekat Sungai Muara Kamal. Mangrove <i>Avicennia marina</i> ini terlihat tumbuh dengan subur. Mangrove yang ada tumbuh dalam kelompok kecil. Tidak ada sesuatu apapun yang menjadi penghalang bagi gelombang datang. Ketebalan mangrove pada Sta 1 berkisar 60m -70m dan Sta 2 berkisar 40m-50m. Ketebalan mangrove hanya pada ketebalan 30m untuk Sta 1 dan 10 m untuk Sta 2 yang
2	S : 6° 5'33.10" E : 106°43'38.10"	10	

			pada saat surut masih tergenang air kurang lebih 70 cm.
3	S : 6° 6'13.70" E : 106°45'33.50"	20	Ke 3 stasiun mangrove itu tidak terhalang oleh suatu apapun sehingga bebas bertemu ombak gelombang. Ketebalan mangrove pada Sta 3, 4 dan 5 relatif sama, 40m - 50m. Mangrove <i>Avicennia marina</i> terlihat subur dengan kondisi perairan yang terlihat banyak sampah dan lumpur. Posisi ketebalan mangrove yang pada saat surut masih tergenang air adalah 20m untuk Sta3. Sta 4 ketebalan 15m dan Sta 5 ketebalan 5m. Sta 4 dan 5 mangrove nya membentuk rumpun sendiri.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

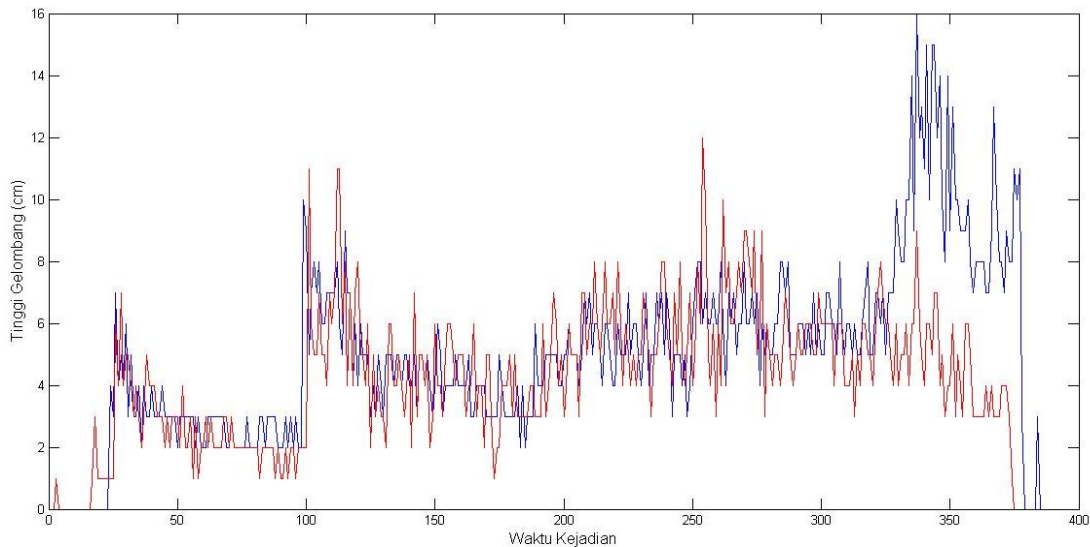
Energi Gelombang Yang Terjadi : Berikut hasil perhitungan gelombang pada masing masing Stasiun

Pengukuran dilakukan di stasiun satu di mulai pada tanggal 20 Mei 2013 jam 9:12:16 sampai dengan jam 21:13:20. Rangkuman berikut memberikan pandangan kejadian pencatatan alat seperti: besarnya tinggi gelombang yang dicatat maksimum pada alat di luar/depan mangrove sebesar 0,77m



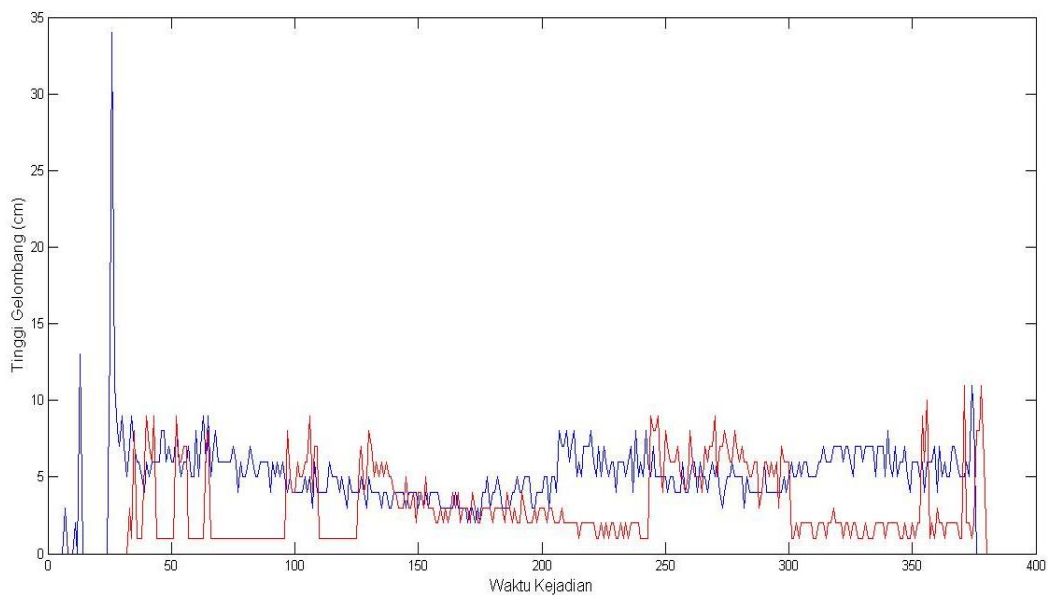
Gambar 116. Grafik gelombang *overlay* pada stasiun satu
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pengukuran dilakukan di stasiun dua di mulai pada tanggal 20 – 21 mei 2013 jam 23:29:52 sampai dengan jam 11:07:28. Rangkuman berikut memberikan pandangan kejadian pencatatan alat seperti: besarnya tinggi gelombang yang dicatat maksimum pada alat di luar/depan mangrove sebesar 0,72 m



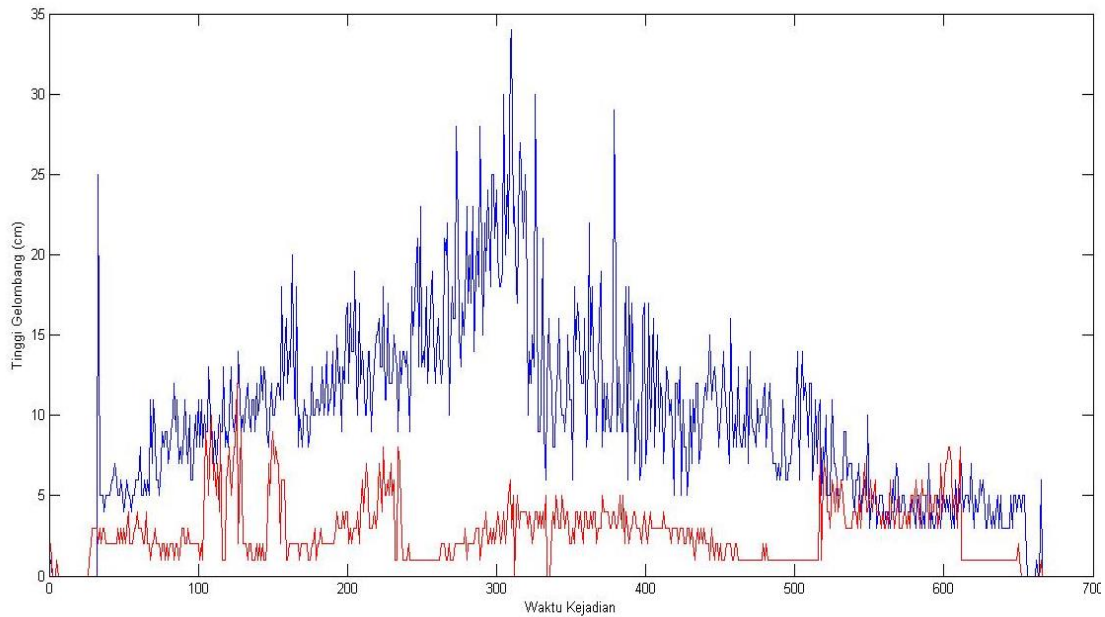
Gambar 117. Grafik gelombang *overlay* pada stasiun dua
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pengukuran dilakukan di stasiun tiga di mulai pada tanggal 18 – 19 mei 2013 jam 19:52:16 sampai dengan jam 7:10:40. Rangkuman berikut memberikan pandangan kejadian pencatatan alat seperti: besarnya tinggi gelombang yang dicatat maksimum pada alat di luar/depan mangrove sebesar 0,27m.



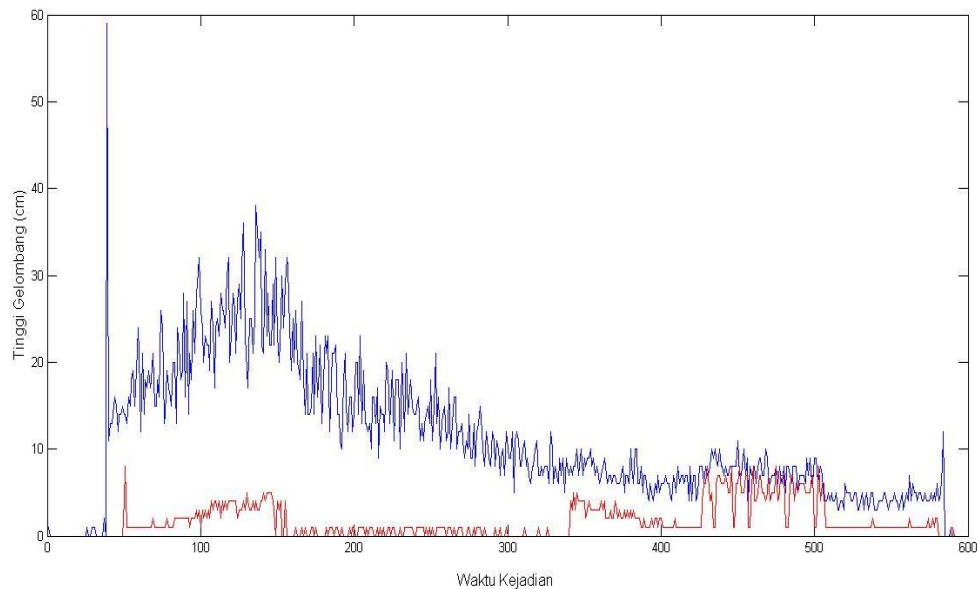
Gambar 118. Grafik gelombang *overlay* pada stasiun tiga.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pengukuran dilakukan di stasiun empat di mulai pada tanggal 19 – 20 Mei 2013 jam 9:40:00 sampai dengan jam 6:15:12. Rangkuman berikut memberikan pandangan kejadian pencatatan alat seperti: besarnya tinggi gelombang yang dicatat maksimum pada alat di luar/depan mangrove sebesar 0,41m.



Gambar 119. Grafik gelombang *overlay* pada stasiun empat.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

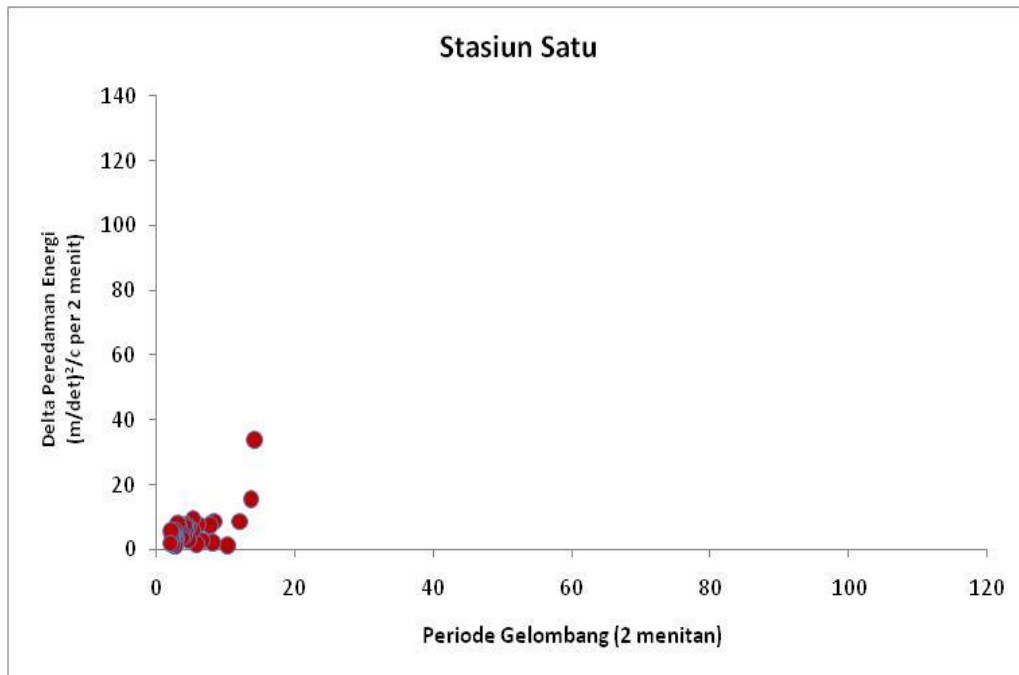
Pengukuran dilakukan di stasiun lima di mulai pada tanggal 21 – 22 mei 2013 jam 14:19:28 sampai dengan jam 7:59:44. Rangkuman berikut memberikan pandangan kejadian pencatatan alat seperti: besarnya tinggi gelombang yang dicatat maksimum pada alat di luar/depan mangrove sebesar 0,49m.



Gambar 120. Grafik gelombang *overlay* pada stasiun lima.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

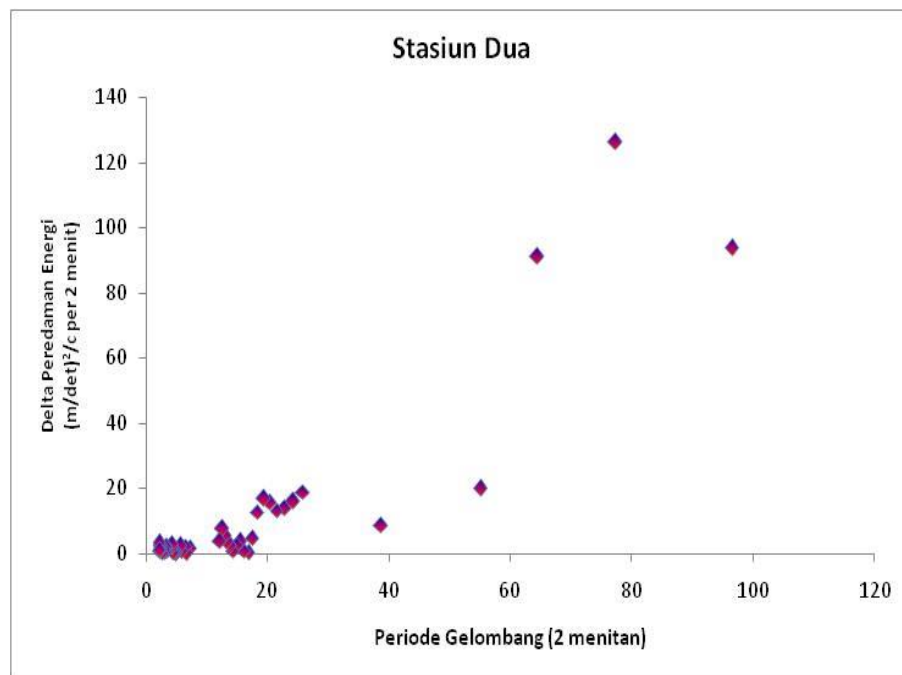
Peredaman Di Masing Masing Stasiun :

Stasiun 1 S: 6° 5'31.70" E: 106°43'37.70", tebal mangrove 30 m.



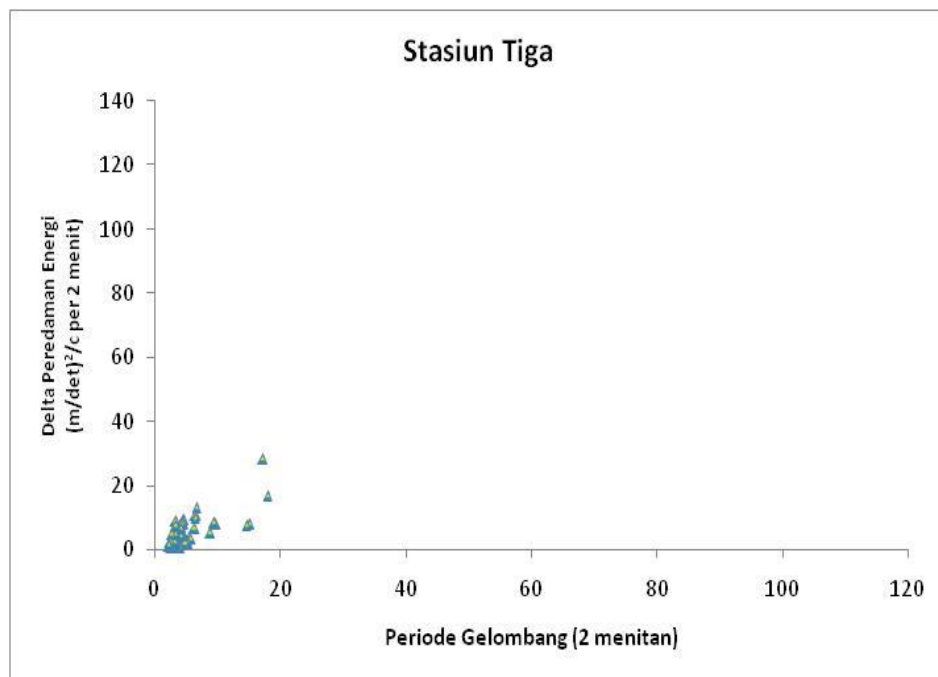
Gambar 121. Grafik besaran delta (Selisih energi gelombang datang dan pergi) energi gelombang pada stasiun satu dengan tebal mangrove 30m.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Stasiun 2 S: 6° 5'33.10" E: 106°43'38.10", tebal mangrove 10 m. Lihat gambar 120.



Gambar 122. Grafik besaran delta (Selisih energi gelombang datang dan pergi) energi gelombang pada stasiun dua dengan tebal mangrove 10 m.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

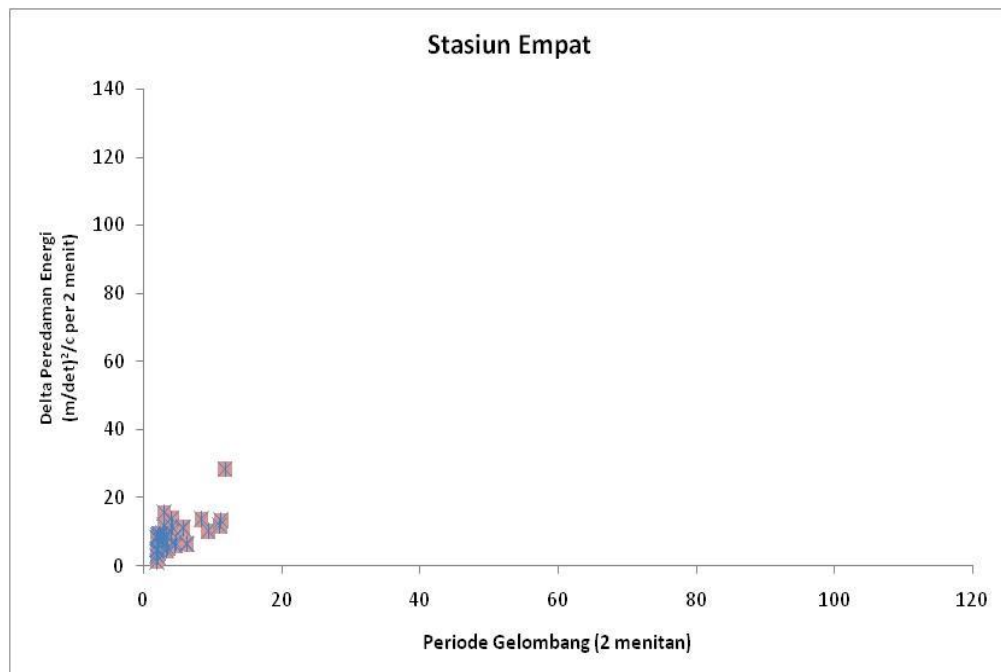
Stasiun 3 S: 6° 6'13.70" E: 106°45'33.50", tebal mangrove 20 m.



Gambar 123. Grafik besaran delta (Selisih energi gelombang datang dan pergi) energi gelombang pada stasiun tiga dengan tebal mangrove 20m.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

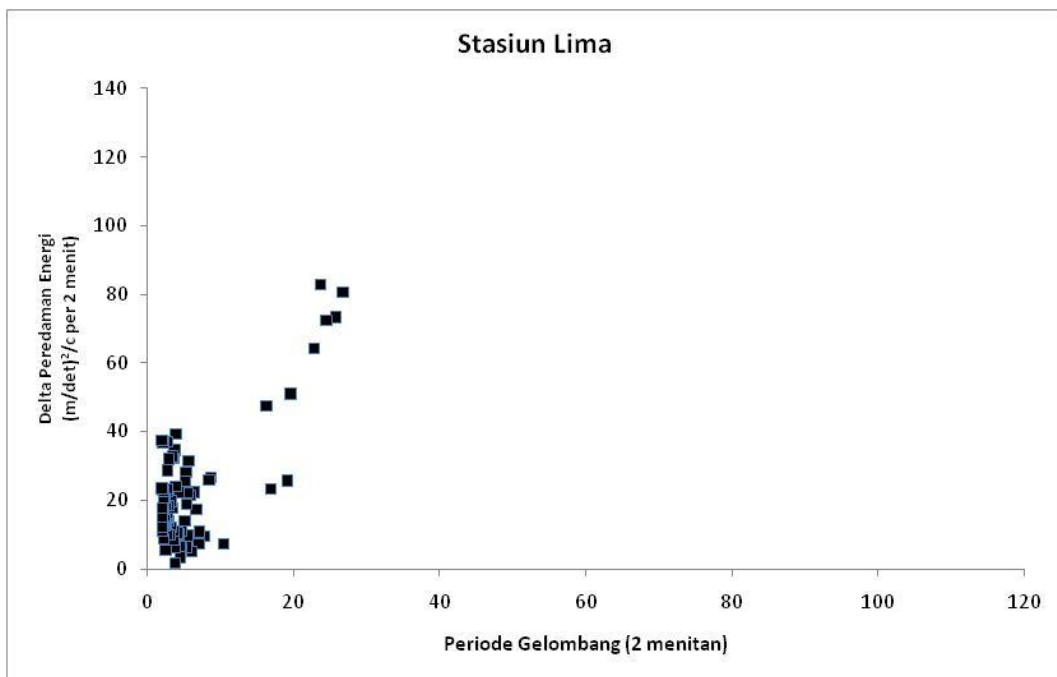
Stasiun 4 S: 6° 6'13.40" E: 106°45'36.50", tebal mangrove 15 m. Lihat gambar 122.



Gambar 124. Grafik besaran delta (Selisih energi gelombang datang dan pergi) energi gelombang pada stasiun empat dengan tebal mangrove 15m.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Stasiun 5 S: 6° 6'13.60" E: 106°45'38.83", tebal mangrove 5 m.



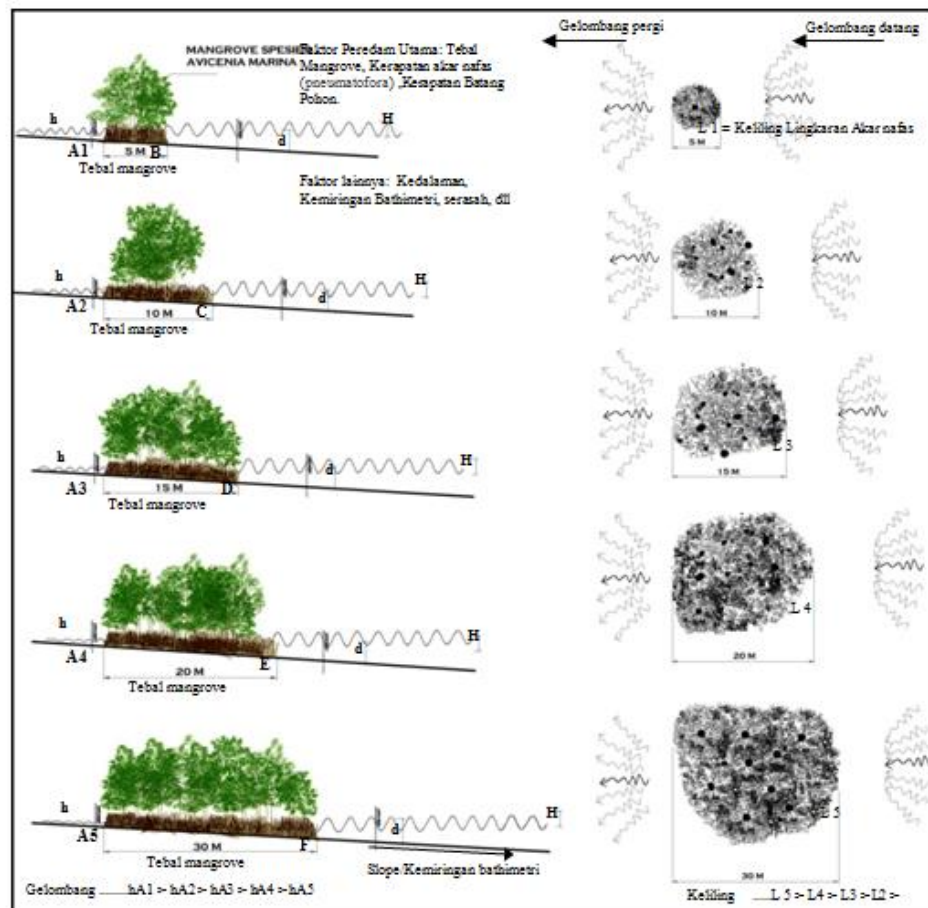
Gambar 125. Grafik besaran delta (Selisih energi gelombang datang dan pergi) energi gelombang pada stasiun lima dengan tebal mangrove 5m.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Dari grafik di atas, besarnya energi yang mampu di redam oleh mangrove *Avicennia marina* dengan ketebalan mulai dari 5 m hingga 30 m terlihat memiliki kecenderungan besarnya delta energi mengecil. Delta energi di stasiun 5 , tebal mangrove 5m, besarnya redaman sampai 40 (m/det)²/c per 2menitan) dengan menumpuk periode di antara 2 hingga 8 menit. Pada stasiun dua, tebal mangrove 10m, delta energi menumpuk pada kisaran ada di 20 (m/det)²/c per 2menitan) dengan periode di antara 2 hingga 25 menitan, selanjutnya di stasiun empat, tebal mangrove 15m, dan stasiun tiga, tebal mangrove 20m, lebih menurun lagi. Delta energi di stasiun satu, tebal mangrove 30m, kisaran pada 10 (m/det)²/c per 2menitan) dengan periode dari 2 hingga 8 menitan. Dapat di simpulkan secara umum bahwa dengan periode yang besar maka delta peredaman nya juga besar untuk masing masing ketebalan mangrove.

DISKUSI

Peredaman Energi Pada Mangrove *Avicennia marina* di Pantai Indah Kapuk : Mangrove *Avicennia marina* di lokasi penelitian Pantai Indah Kapuk Jakarta, mampu meredam energi gelombang. Peredaman makin besar dengan makin tebalnya mangrove tersebut. Perhatikan gambar 124.

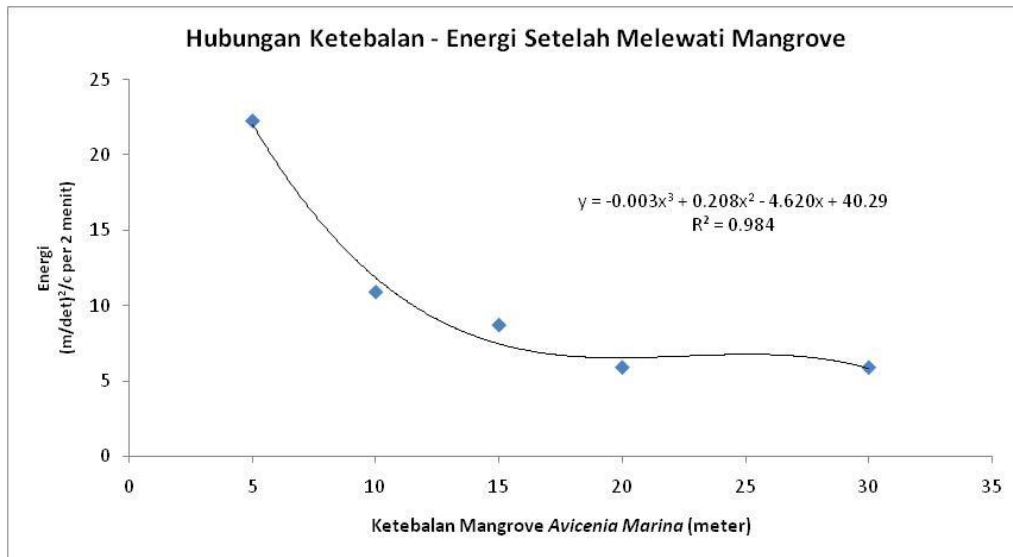


Gambar 126. Peredaman gelombang oleh mangrove *Avicennia marina* dengan 5 ketebalan, yaitu 5m, 10m, 15m, 20m dan 30m.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pada gambar di atas terlihat gambar dengan tebal mangrove 5m, gelombang yang terjadi melewati mangrove masih terlihat cukup besar dibandingkan dengan gambar dengan tebal mangrove 30m. Faktor peredam gelombang oleh mangrove *Avicennia marina* yang utama adalah ketebalan mangrove, kerapatan akar dan kerapatan batang pohon. Selain itu faktor lainnya yaitu kedalaman laut, kemiringan bathimetri, serasah dan lainnya. Namun demikian pada penelitian ini belum sampai sejauh itu yang diteliti faktor peredam gelombangnya. Keliling dari akar nafas jadi penentu peredaman dan kerapatan batang pohon, terlihat bahwa Keliling lingkaran akar nafas $L5 > L4 > L3 > L2 > L1$ tentu berakibat pada gelombang yang melewati mangrove $hA1 > hA2 > hA3 > hA4 > hA5$.

Hubungan Ketebalan Mangrove dengan Energi: Peredaman yang terjadi oleh mangrove *Avicennia marina* dengan berbagai ketebalan mangrove, dapat dilihat pada gambar di 125.

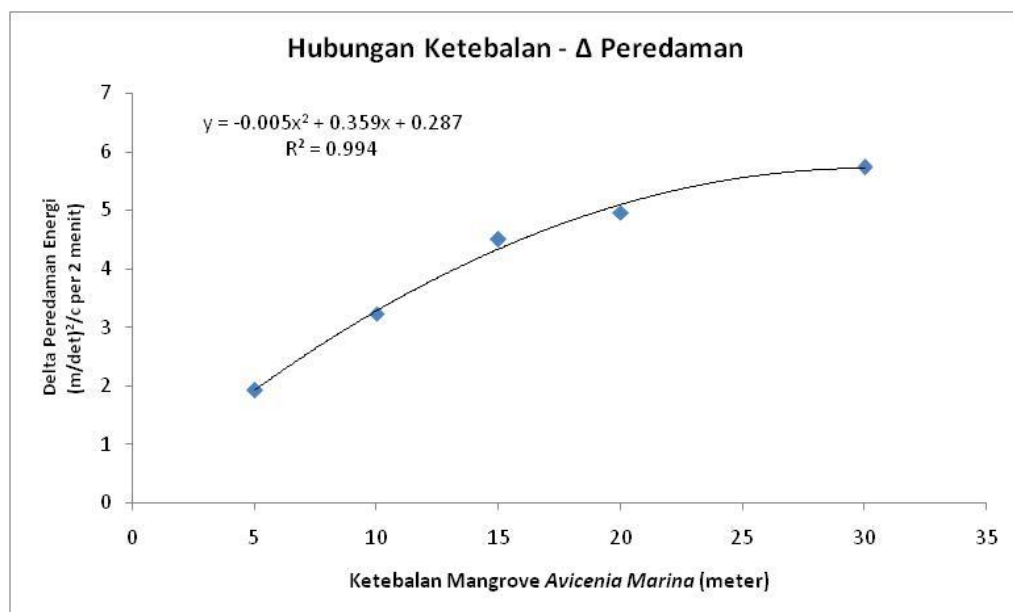


Gambar 127. Grafik hubungan ketebalan mangrove *Avicennia marina* dengan peredaman energi.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Dari grafik di atas terlihat kecenderungan yang pasti bahwa makin tebal mangrovenya maka akan semakin besar kemampuan peredamannya. Terlihat bahwa makin tebal mangrovenya maka energi yang terukur setelah melewati mangrove akan kecil. Grafik yang terjadi tidak linier. Terlihat bahwa peredaman oleh mangrove dengan tebal 5m sebesar $22.268 \text{ (m/det)}^2/\text{c per 2menitan}$, tebal 15m sebesar $8.698 \text{ (m/det)}^2/\text{c per 2menitan}$ sedangkan tebal 30m sebesar $5.878 \text{ (m/det)}^2/\text{c per 2menitan}$ sehingga tidak linier tetapi polinomial pangkat tiga. Formula yang didapat untuk peredaman gelombang oleh mangrove *Avicennia marina* sebagai hubungan antara ketebalan mangrove dan energi adalah:

$$Y (\text{Energi}) = 0.003x^3 + 0.208x^2 - 4.620x + 40.29.$$



Gambar 128. Grafik hubungan ketebalan mangrove *Avicennia marina* dengan delta energi (Selisih energi gelombang datang dan pergi).

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Dari grafik di atas terlihat kecenderungan yang pasti bahwa makin tipis mangrovenya maka akan semakin kecil delta energi nya (Selisih antara energi didepan mangrove

dengan energi di belakang mangrove) sedangkan makin tebal mangrovenya maka energi sudah banyak yang teredam sehingga delta energi besar. Grafik yang terjadi merupakan grafik polynomial pangkat dua. Terlihat bahwa mangrove dengan tebal 5m kurang mampu meredam gelombang sehingga delta peredam energi gelombang sebesar $1.927 \text{ (m/det)}^2/\text{c}$ per 2menitan), tebal 15m delta peredam sebesar $4.497 \text{ (m/det)}^2/\text{c}$ per 2menitan) sedangkan tebal 30m delta peredam sebesar $5.728 \text{ (m/det)}^2/\text{c}$ per 2menitan). Formula yang didapat untuk delta peredaman gelombang oleh mangrove *Avicennia marina* sebagai hubungan antara ketebalan mangrove dan delta energi adalah $Y \text{ (Delta Energi)} = 0.005x^2 + 0.359x + 0.287$.

8.2. Penelitian di Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur.

a. Data Gelombang

Pengukuran gelombang menggunakan SBE 26 dan RBRDuo T.D pada tanggal 14-18 juli 2017. Pencatatan gelombang diatur per 5 menit selama 2 jam yaitu dari 21:45:12 WIB sampai dengan jam 23:45:12 WIB. Hasil pencatatan dapat dilihat dengan *ms.excel*. Hmax adalah data yang diperoleh dari alat ukur SBE26 dan RBRDuo T.D. Anomali data juga dilakukan untuk memeriksa kekonsistensian data, jika ada data yang tidak konsisten dapat dilakukan interpolasi. Berikut tabel 6-10, data gelombang pada setiap jarak ketebalan mangrove :

Tabel 6. Hasil data gelombang pada lebar jarak ketebalan 3 m

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
0,8897	0,2637
0,9587	0,3012
1,1099	0,2983
1,1098	0,2823
0,9783	0,2506
1,0135	0,3402
1,0002	0,2846
0,8824	0,2819
0,7924	0,3018
0,8715	0,2932
0,7943	0,3147
0,8819	0,2305
0,8821	0,2919
0,9019	0,2368
0,9543	0,2367
0,9579	0,3097
0,9814	0,2830
1,0275	0,3471
0,9517	0,2327
0,8720	0,2834
0,9177	0,2562

Tabel 6. (Lanjutan)

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
0,8709	0,2427
1,0623	0,2376
0,9881	0,2517

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Tabel 7. Hasil data gelombang pada lebar jarak ketebalan 5 m

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
0,7896	0,2561
1,0399	0,2876
0,9302	0,2430
1,0987	0,2595
1,1523	0,2805
1,0987	0,3467
1,0786	0,3259
1,0256	0,2743
1,1449	0,2723
1,0897	0,2780
0,9900	0,2863
0,9857	0,3027
1,0846	0,2506
1,0237	0,2714
0,9384	0,2845
0,9916	0,2678
1,0978	0,3041
0,9350	0,2503
0,9875	0,2372
1,0604	0,2650
0,9780	0,2622
1,0256	0,2711
1,2687	0,2825
1,1879	0,2382

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Tabel 8. Hasil data gelombang pada lebar jarak ketebalan 10 m

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
1,3777	0,1008
0,8150	0,1188
0,9836	0,1568
0,9701	0,1020
1,0919	0,1290
1,1197	0,1235
1,2564	0,0917
1,3805	0,0923
1,4102	0,0889
1,2265	0,0976
1,1973	0,0995
0,9097	0,1055
0,9012	0,1409
1,2164	0,1010
1,1570	0,0829
1,2101	0,0950
1,0953	0,1014
1,2050	0,0748
0,9935	0,0722
1,3095	0,0645
0,9313	0,0547
0,8016	0,0466
0,9273	0,0383
1,3556	0,1005

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Tabel 9. Hasil data gelombang pada lebar jarak ketebalan 20 m

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
1,3245	0,0392
1,3480	0,0647
1,2357	0,0517
1,0163	0,0396
0,8550	0,0445
0,7942	0,0492
0,8125	0,0436
0,9250	0,0254
1,2568	0,0765
1,2304	0,0566

Tabel 9. (Lanjutan)

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
1,3254	0,0567
1,3542	0,0691
1,3245	0,0531
1,4365	0,0387
1,4785	0,0457
1,3657	0,0637
1,3256	0,0623
1,3256	0,0536
1,1127	0,0367
1,1627	0,0651
0,9665	0,0367
1,0197	0,0469
0,8144	0,0391
1,2677	0,0672

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Tabel 10. Hasil data gelombang pada lebar jarak ketebalan 50 m

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
1,3188	0,0335
1,3423	0,0590
1,2300	0,0460
1,0106	0,0339
1,2511	0,0388
0,7896	0,0435
0,8045	0,0379
0,8087	0,0197
0,8493	0,0708
0,9526	0,0307
1,2247	0,0509
1,3197	0,0510
1,3485	0,0634
1,3188	0,0474
1,4308	0,0330
1,4728	0,0400
1,3600	0,0580
1,3199	0,0566
1,3199	0,0479
1,1070	0,0310

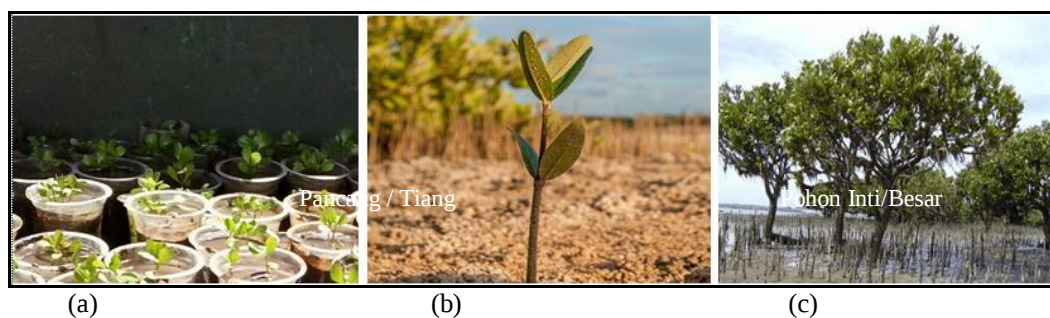
Tabel 10. (Lanjutan)

Tinggi Gelombang Datang (m)	Tinggi Gelombang Pergi (m)
1,1570	0,0594
0,9608	0,0310
1,0140	0,0412
0,9193	0,0334
1,2620	0,0615

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

4.1.1 Data Akar Nafas Mangrove *Avicennia marina*

Pengukuran akar nafas mangrove dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran. Data yang terdapat di lapangan tidak hanya mangrove *Avicennia marina* yang memiliki akar, tetapi terdapat faktor penghambat lain yang diklasifikasikan berdasarkan ukuran. Klasifikasi berdasarkan ukuran, lihat gambar 19, seperti dalam hutan alam produksi pada HPH yaitu semai dengan tinggi sampai 1,5 cm, pancang tinggi lebih dari 1,5 cm sampai diameter kurang dari 10 cm, tiang diameter 10 cm – 19 cm, pohon inti diameter 20 cm – 49 cm, dan pohon besar dengan diameter lebih dari 50 cm. Berikut data yang didapat dari setiap stasiun penelitian, lihat tabel 11.



Gambar 129. Klasifikasi jenis mangrove berdasarkan ukuran ; a = semai, b = pancang/tiang, c = pohon inti/besar.

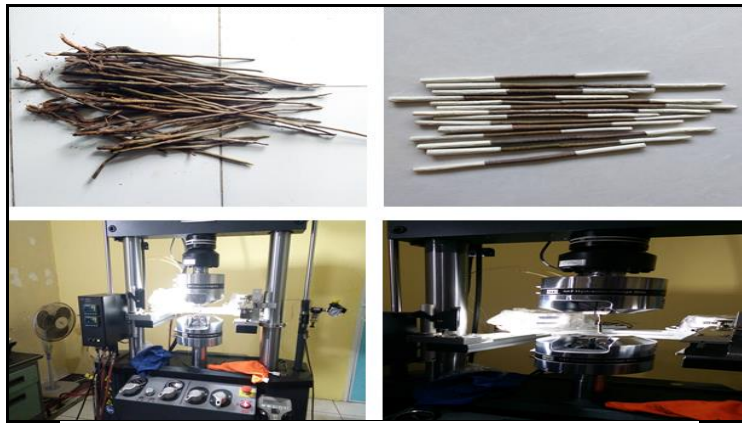
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Tabel 11. Hasil data akar nafas mangrove

Stasiun	Tinggi Akar Nafas (cm)		Tinggi rata-rata akar nafas (cm)	Faktor Penghambat Gelombang (buah)	
STA 1 (3m)	h1 = 28	h6 = 25	24,9	Tiang	8
	h2 = 24	h7 = 27		Pohon Inti	9
	h3 = 18	h8 = 26		Pohon Besar	3
	h4 = 27	h9 = 24			
	h5 = 26	h10 = 24			
STA 2 (5m)	h1 = 26	h6 = 18	25,5	Tiang	7
	h2 = 28	h7 = 20		Pohon Inti	7
	h3 = 29	h8 = 25		Pohon Besar	4
	h4 = 32	h9 = 34			
	h5 = 30	h10 = 13			
STA 3 (10m)	h1 = 34	h6 = 25	23,5	Semai	4
	h2 = 18	h7 = 16		Pancang	5
	h3 = 33	h8 = 15		Tiang	10
	h4 = 27	h9 = 26		Pohon Inti	10
	h5 = 26	h10 = 15		Pohon Besar	6

Tabel 11. Hasil data akar nafas mangrove (<i>lanjutan</i>) STA 4 (20m)	h1 = 30	h6 = 28	23,8	Semai	9
				Pancang	13
	h3 = 15	h8 = 25		Tiang	18
	h4 = 17	h9 = 27		Pohon Inti	19
	h5 = 25	h10 = 22		Pohon Besar	11
STA 5 (50m)	h1 = 24	h6 = 26	23,2	Semai	28
	h2 = 23	h7 = 18		Pancang	41
	h3 = 17	h8 = 25		Tiang	52
	h4 = 23	h9 = 24		Pohon Inti	58
	h5 = 22	h10 = 30		Pohon Besar	33

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 130. Proses pengujian sampel akar nafas.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

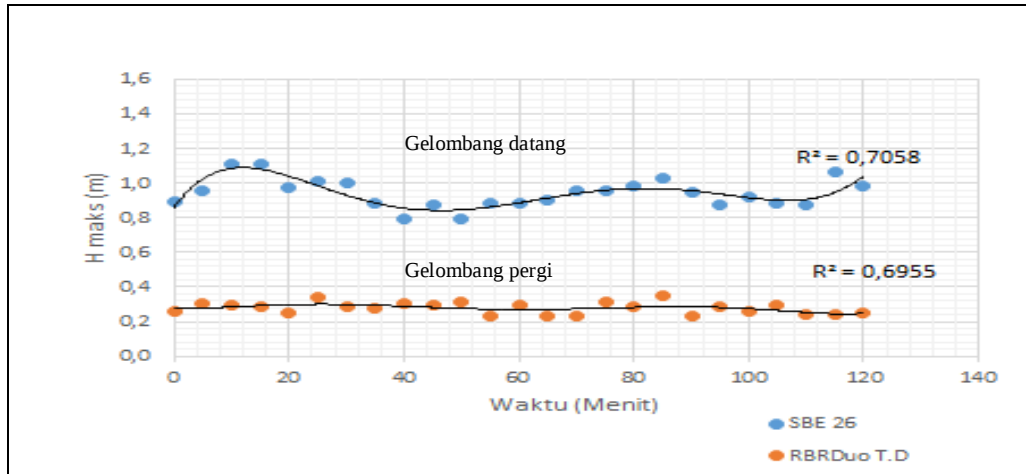
Proses pengujian akar nafas, lihat gambar 20, dilakukan di laboratorium material Universitas Lampung dengan menggunakan alat MTS *Landmark* 100 KN. Pengujian ini dilakukan agar diketahui kemampuan akar nafas dalam menahan beban, yang diasumsikan beban tersebut adalah gelombang.

4.2 Hasil Pengolahan Data dan Pembahasan

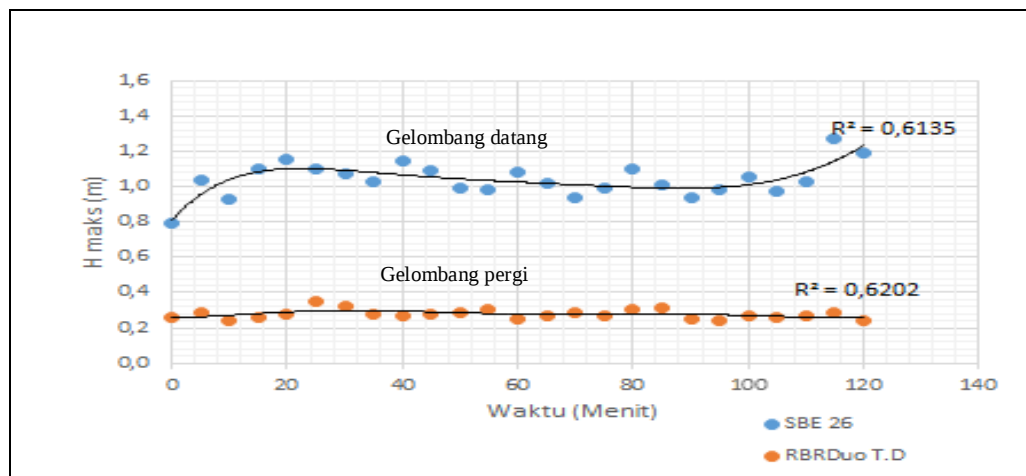
Hasil pengolahan data diperoleh dari hasil pengumpulan data di lapangan. Pengolahan data menggunakan rumus yang telah digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Berikut hasil pengolahan data yang dilakukan:

1. Data Gelombang

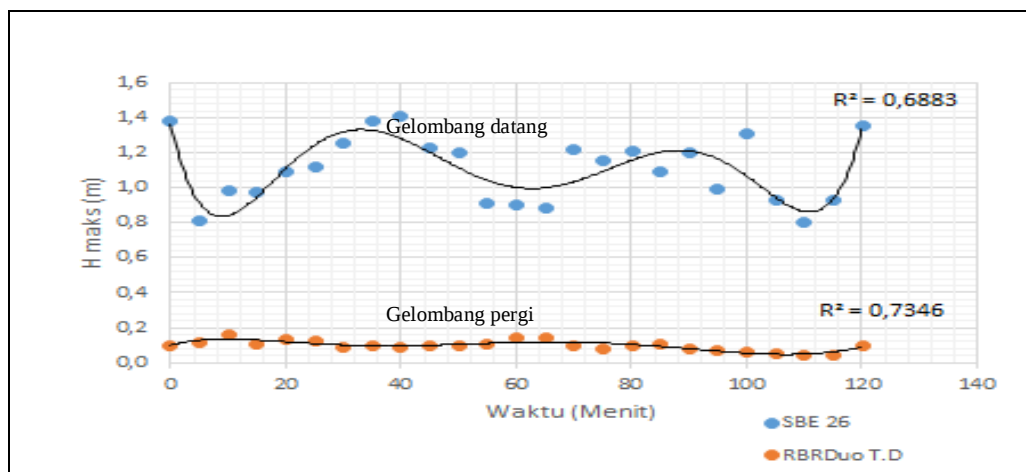
Pengolahan data hasil pengukuran gelombang menggunakan SBE 26 dan RBRDuo T.D pada tanggal 14-18 juli 2017 dapat dilihat pada gambar 131-135. Grafik tersebut menunjukkan pengukuran gelombang saat memasuki mangrove dan saat meninggalkan mangrove.



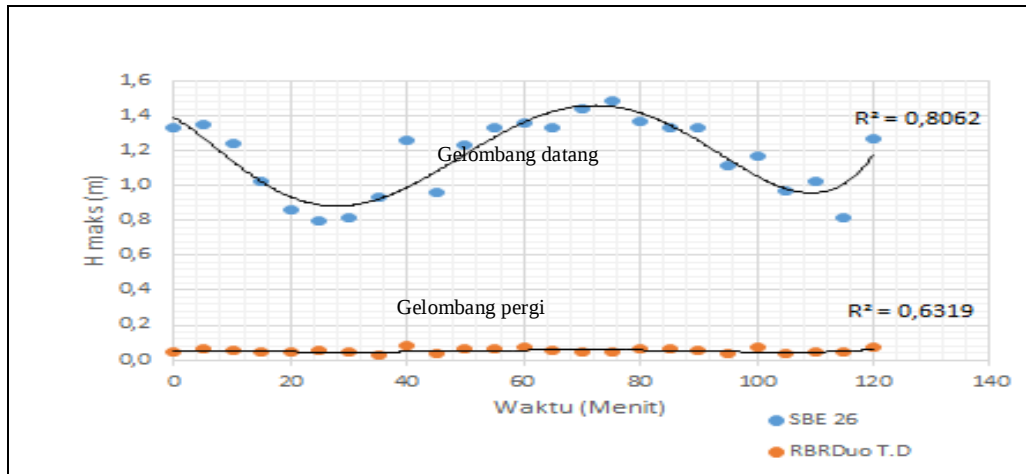
Gambar 131. Grafik hasil pengolahan data gelombang pada jarak 3 m.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



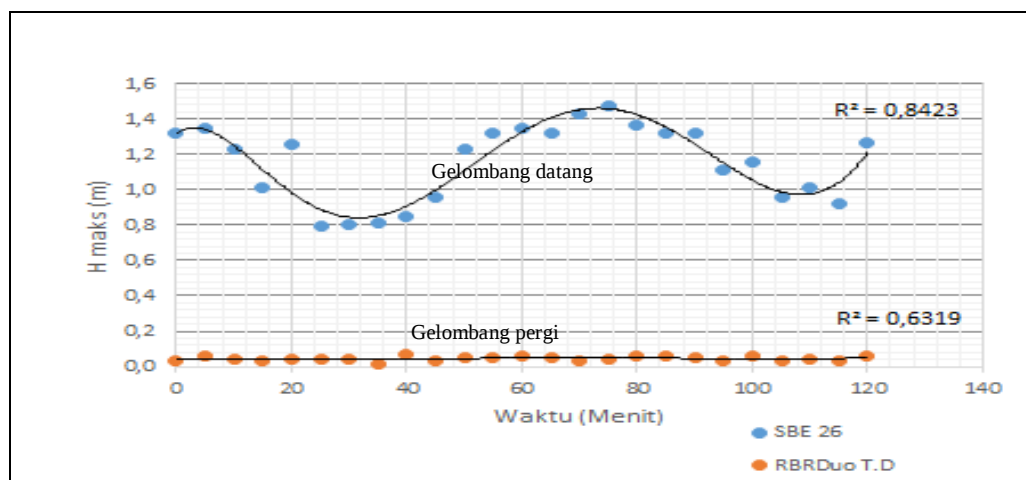
Gambar 132. Grafik hasil pengolahan data gelombang pada jarak 5 m.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 133. Grafik hasil pengolahan data gelombang pada jarak 10 m.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 134. Grafik hasil pengolahan data gelombang pada jarak 20 m.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 135. Grafik hasil pengolahan data gelombang pada jarak 50 m.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Grafik pada gambar 131-135 menunjukkan data gelombang di setiap stasiun dan memperlihatkan perbedaan signifikan antara gelombang datang dan gelombang pergi. Dapat disimpulkan bahwa nilai data gelombang H depan yang dihasilkan oleh SBE 26 dan H belakang yang dihasilkan oleh RBRDuo T.D adalah benar dengan melihat kecenderungan nilai keseragaman R^2 di atas 0,5.

Selain peredaman tinggi gelombang, mangrove juga meredam energi yang ada pada gelombang. Peredaman energi gelombang dihitung dengan mengurangi energi gelombang di bagian depan dengan energi gelombang di belakang mangrove. Energi gelombang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2$$

Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan hasil bahwa peredaman energi gelombang semakin besar ketika ketebalan bertambah. Selanjutnya, hasil pengolahan data energi gelombang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengolahan data energi gelombang

No	Ketebalan (m)	E Gelombang datang rata-rata (J/m^2)	E Gelombang pergi rata-rata (J/m^2)	E Peredaman Gelombang rata-rata (J/m^2)
1	3	1,1277	0,0989	0,5653
2	5	1,3792	0,0974	0,7485
3	10	1,5964	0,0129	1,3389
4	20	1,7596	0,0034	1,6115
5	50	1,7428	0,0027	1,6125

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

a. Hasil Persentase Peredaman Gelombang

Tinggi gelombang maksimum digunakan untuk menghitung peredaman gelombang. Kemampuan peredaman gelombang (deviasi gelombang) dihitung dengan mengurangi tinggi gelombang maksimum di depan dengan tinggi gelombang maksimum di belakang mangrove. Persamaan yang digunakan adalah:

➤ Persentase Peredaman Gelombang berdasarkan ΔH

Contoh Perhitungan :

Diketahui : $H_i = 0,8897 \text{ m}$

$H_t = 0,2637 \text{ m}$

Dicari : $\Delta H (\%) \dots\dots ?$

Jawab : $\Delta H = H_i - H_t$

$$= 0,8897 - 0,2637$$

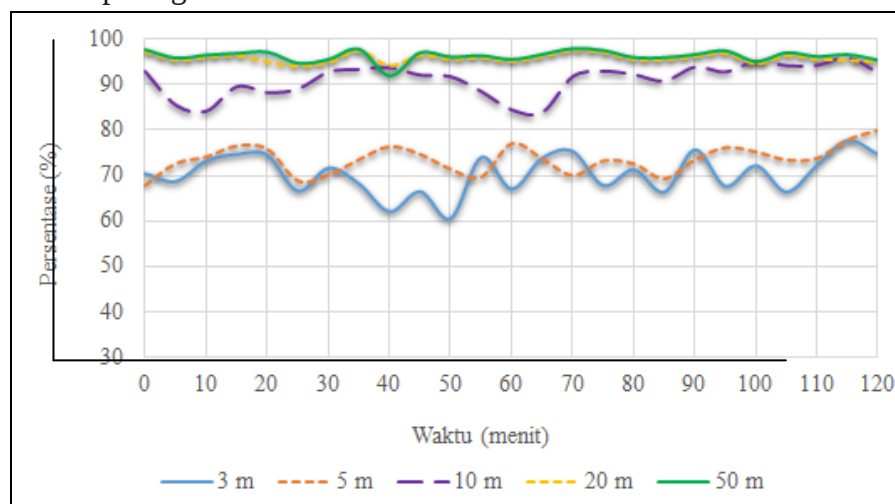
$$= 0,6260 \text{ m}$$

$$\Delta H (\%) = \frac{\Delta H}{H_i} \times 100$$

$$= \frac{0,6260}{0,8897} \times 100$$

$$= 70 \%$$

Dari nilai peredaman gelombang, dibuatkan grafik persentasenya, yang dapat dilihat pada gambar 136.



Gambar 136. Grafik hasil persentase peredaman gelombang berdasarkan ΔH .

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Gambar 136 menunjukkan bahwa persentase peredaman tinggi gelombang pada jarak ketebalan mangrove 3 m antara 60 % - 78 %, 5m antara 68 % - 80 %, 10 m antara 84 % - 96 %, 20 m antara 94 % - 97 % dan 50 m antara 92 % - 98 %. Pada jarak ketebalan 3 m – 5 m perbedaan peredaman ketinggian gelombang tidak jauh berbeda antara 60 % - 80 %, begitu pula pada jarak 20 m – 50 m antara 94 % - 98 %. Pada grafik tersebut terdapat perbedaan yang signifikan antara jarak ketebalan 3m-5m dengan jarak ketebalan 10 m – 50 m, hal ini diakibatkan karena faktor peredam yang ada di daerah yang dekat dengan pesisir pantai tidak sebanyak faktor peredam di jarak ketebalan 10 m – 50 m. Faktor lain selain akar nafas, seperti sedimentasi, pohon inti, dan pohon besar, semakin ke dalam akan semakin padat sehingga semakin jauh jarak ketebalan mangrove, semakin besar peredaman gelombang yang terjadi.

➤ **Persentase Peredaman Gelombang berdasarkan ΔE**

Contoh Perhitungan

Diketahui : $H_i = 0,8897 \text{ m}$

$$H_t = 0,2637 \text{ m}$$

Dicari : $\Delta E (\%) \dots ?$

Jawab : $\Delta H = H_i - H_t$

$$= 0,8897 - 0,2637$$

$$= 0,6260 \text{ m}$$

$$E_i = \frac{1}{8} \rho g H_i^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 1,03 \times 9,81 \times 0,8897^2$$

$$= 0,9998 \text{ J/m}^2$$

$$\Delta E = \frac{1}{8} \rho g \Delta H^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 1,03 \times 9,81 \times 0,6260^2$$

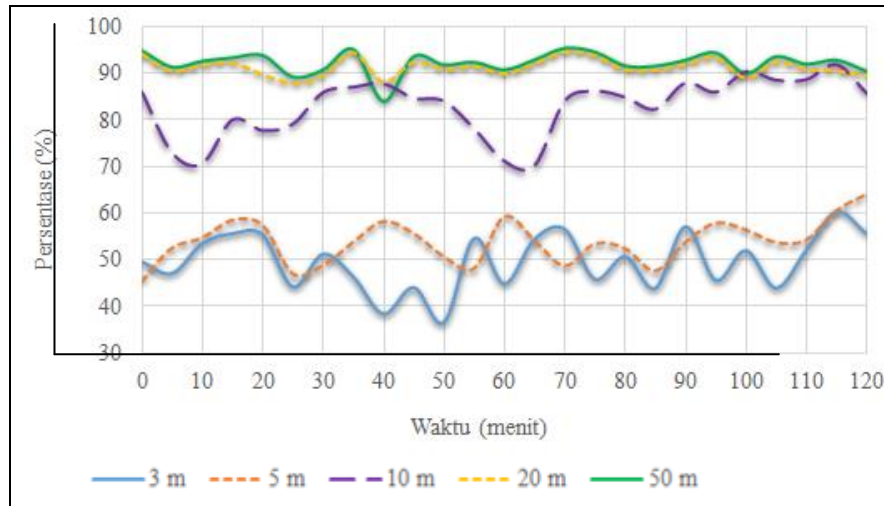
$$= 0,4949 \text{ J/m}^2$$

$$\Delta E (\%) = \frac{\Delta E}{E_i} \times 100$$

$$= \frac{0,4949}{0,9998} \times 100$$

$$= 49 \%$$

Dari nilai peredaman gelombang, dibuatkan grafik persentasenya, dapat dilihat pada gambar 137.



Gambar 137. Grafik hasil persentase peredaman gelombang berdasarkan ΔE .
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Gambar 137 menunjukkan bahwa persentase peredaman gelombang pada ketebalan mangrove 3 m antara 36 % - 60 %, 5 m antara 46 % - 64 %, 10 m antara 70 % - 92 %, 20 m antara 91 % - 95 % dan 50 m antara 84 % - 95 %. Pada jarak ketebalan 3 m – 5 m perbedaan peredaman energi gelombang tidak jauh berbeda antara 48 % - 59 %, begitu pula pada jarak 20 m – 50 m antara 91 % - 95 %. Pada grafik tersebut terdapat perbedaan yang signifikan antara jarak ketebalan 3m-5m dengan jarak ketebalan 10 m – 50 m, hal ini diakibatkan karena faktor peredam energi gelombang yang ada di daerah yang dekat pesisir pantai tidak sebanyak faktor peredam di jarak ketebalan 10 m – 50 m. Walaupun faktor lain membantu peredaman energi gelombang, akar nafas justru semakin efektif meredam energi gelombang ketika berada dekat dengan pantai. Hal ini dikarenakan kepadatan akar nafas lebih rapat di daerah pesisir pantai dibandingkan di jarak ketebalan yang lebih jauh.

1. Data Akar Nafas

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur, apabila ditinjau dari pengaruh akar nafasnya, mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki fungsi sebagai reduktor alami yang mampu melindungi daerah pesisir dari ancaman abrasi pantai. Berikut data yang telah diambil pada penelitian akar nafas yang dilakukan di Lampung Timur dan pengolahannya. Lihat tabel 13.

Tabel 13. Hasil pengambilan data dan pengolahan data akar nafas

No.	Ketebalan Mangrove (m)	Luas Wilayah Pengamatan (m ²)	Jumlah Akar Nafas N_{naf} (buah)	Kerapatan Akar Nafas Rata-rata (buah/m ²)
1.	3	60	11.844	197,4
2.	5	100	19.140	191,4
3.	10	200	35.640	178,2
4.	20	400	66.240	165,6
5.	50	1.000	155.400	155,4

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

4.2.1 Uji Laboratorium

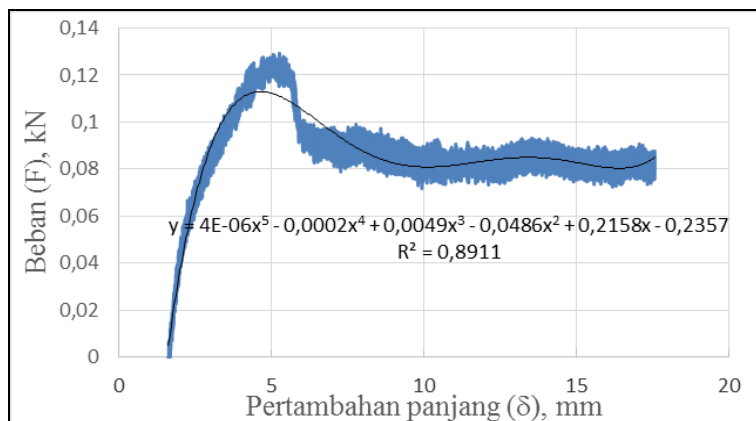
Setelah dilakukan pengumpulan data, beberapa sampel akar nafas dibawa ke laboratorium material untuk diuji. Pengujian ini menggunakan alat MTS *Landmark* 100 KN dengan melakukan Uji Tarik. Hasil pengujian dan pengolahan data laboratorium terhadap beberapa sampel akar nafas, lihat tabel 14.

Tabel 14. Hasil pengujian dan pengolahan data laboratorium

Data	h1 (mm)	h2 (mm)	d (mm)	δ rata-rata (mm)	F rata-rata (J/m ²)
Sampel 1	165	169	4	6,2009	$86,7 \times 10^{-8}$
Sampel 2	156	159	5	8,2973	$177,9 \times 10^{-8}$
Sampel 3	148	153	6	9,5875	$214,5 \times 10^{-8}$

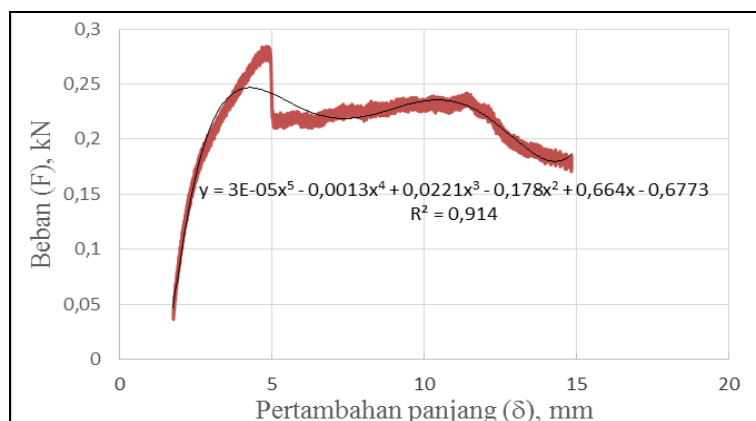
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Pada dasarnya akar nafas yang terkena gelombang memiliki kemampuan dalam menahan beban, walaupun kecil. Dengan kemampuan akar nafas dalam menghambat gelombang tentu ada nilai maksimal sebuah akar dalam menahan beban tersebut. Kemampuan dalam menahan beban inilah yang dijadikan alasan utama mengapa metode ini digunakan. Diasumsikan bahwa dari hasil uji laboratorium, nilai beban dianggap sebagai nilai gelombang. Pengujian ini menggunakan alat MTS *Landmark* 100 KN dengan uji tarik.



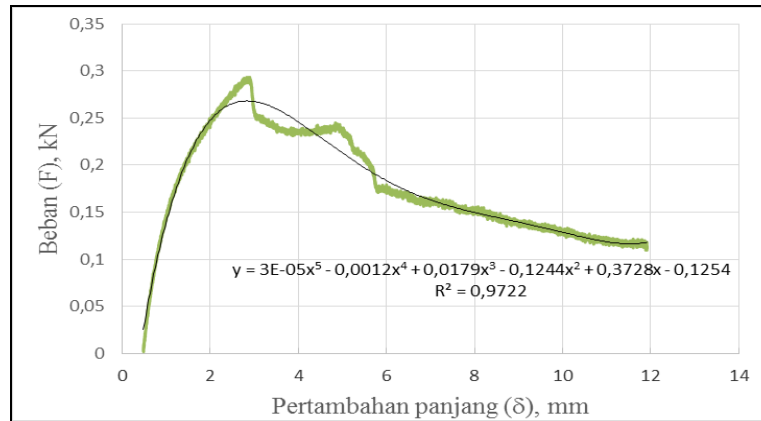
Gambar 138. Grafik hubungan pertambahan panjang (δ) terhadap beban (F) sampel uji 1.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

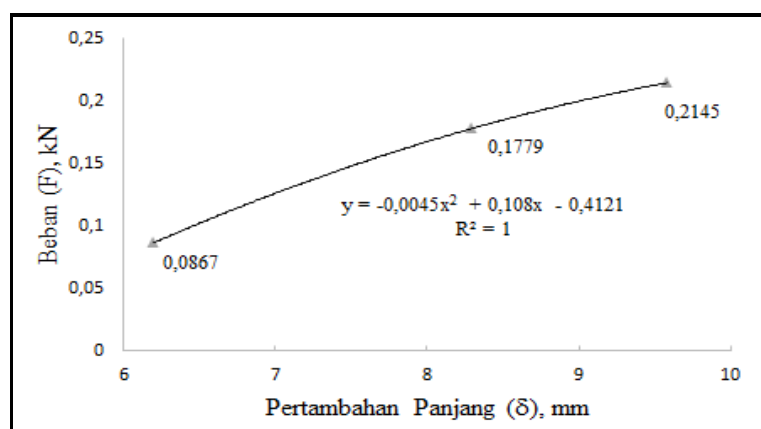


Gambar 139. Grafik hubungan pertambahan panjang (δ) terhadap beban (F) sampel uji 2.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 140. Grafik hubungan pertambahan panjang (δ) terhadap beban (F) sampel uji 3.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 141. Grafik korelasi 3 data sampel uji.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

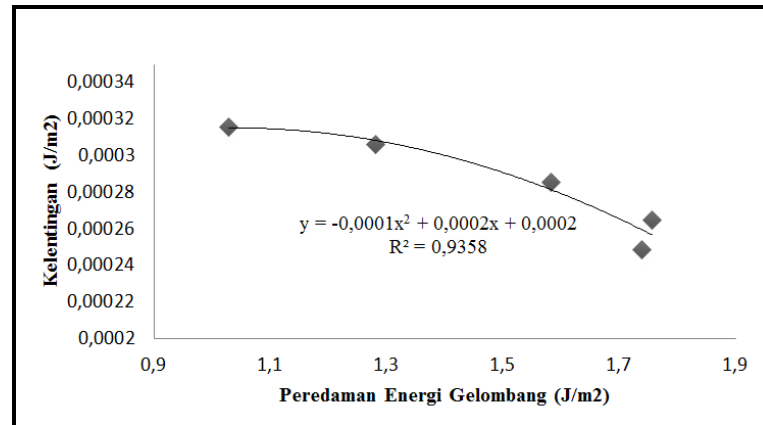
Hasil pengujian laboratorium, lihat gambar 138-141, dilakukan untuk mengetahui nilai kemampuan akar nafas dalam menahan beban berdasarkan pertambahan panjang (*displacement*). Berdasarkan hasil pengujian laboratorium akar nafas mampu menahan beban rata-rata $159,7 \times 10^{-8} \text{ J/m}^2$ atau dianggap $160 \times 10^{-8} \text{ J/m}^2$. Jika diasumsikan bahwa beban adalah nilai gelombang, maka bisa diambil kesimpulan bahwa 1 buah akar nafas mampu menahan gelombang rata-rata $160 \times 10^{-8} \text{ J/m}^2$. Semakin banyak akar nafas maka akan semakin besar gelombang yang teredam. Berdasarkan hasil uji laboratorium dengan menggunakan 3 sampel akar nafas didapatkan hubungan antara beban dengan pertambahan panjang dapat digunakan rumus $F = -0,0045x^2 + 0,108x - 0,4121$.

4.2.2 Hubungan Kelentingan Akar Nafas terhadap ΔE

Tabel 15. Hubungan Kelentingan Akar Nafas terhadap ΔE

Jarak Ketebalan (m)	F Rata-rata (J/m^2)	Jumlah Akar Nafas N_{naf} (buah/ m^2)	Kelentingan (J/m^2)	E Peredaman Gelombang rata-rata (J/m^2)
3	$1,6 \times 10^{-6}$	11.844	$315,84 \times 10^{-6}$	0,5653
5	$1,6 \times 10^{-6}$	19.140	$306,24 \times 10^{-6}$	0,7485
10	$1,6 \times 10^{-6}$	35.640	$285,12 \times 10^{-6}$	1,3389
20	$1,6 \times 10^{-6}$	66.240	$264,96 \times 10^{-6}$	1,6115
50	$1,6 \times 10^{-6}$	155.400	$248,64 \times 10^{-6}$	1,6125

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 140. Grafik hubungan kelentingan akar nafas terhadap ΔE .
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Berdasarkan grafik pada gambar 140 yang terbentuk dari data pada tabel 15, dapat dilihat bahwa kelentingan akar nafas mempengaruhi peredaman energi gelombang. Pada jarak ketebalan 3m kelentingan akar nafas meredam energi gelombang $315,84 \times 10^{-6} \text{ J/m}^2$ dari $0,5653 \text{ J/m}^2$, pada jarak ketebalan 5 m sebesar $306,24 \times 10^{-6} \text{ J/m}^2$ dari $0,7485 \text{ J/m}^2$, jarak ketebalan 10 m sebesar $285,12 \times 10^{-6} \text{ J/m}^2$ dari $1,3389 \text{ J/m}^2$, jarak ketebalan 20 m sebesar $264,96 \times 10^{-6} \text{ J/m}^2$ dari $1,6115 \text{ J/m}^2$, dan jarak ketebalan 50 m sebesar $248,64 \times 10^{-6} \text{ J/m}^2$ dari $1,6125 \text{ J/m}^2$. Kelentingan (*resillience*) ialah sifat yang dimiliki oleh suatu benda untuk kembali ke keadaan semula ketika gaya yang bekerja padanya dihapuskan. Semakin jauh jarak ketebalan kelentingan akar nafas akan semakin kecil, hal ini dikarenakan gelombang surut ketika jarak ketebalan semakin besar sedangkan kelentingan akar nafas bekerja dengan optimal ketika akar nafas terendam gelombang. Hubungan kelentingan terhadap peredaman energi gelombang adalah $y = -0,0001x^2 + 0,0002x + 0,0002$.

4.2.3 Persentase Peredaman Akar Nafas

Cara menghitung persentase peredaman yang diakibatkan oleh akar nafas:

• STA 1 (3m)

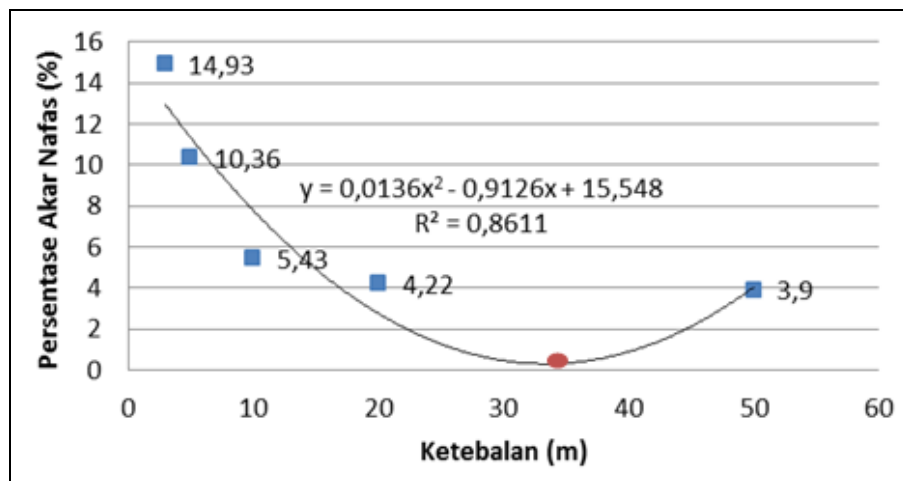
H rata-rata	= 24,9 cm = 0,249 m
N_{naf}	= 11844 buah
F akar nafas	= $160 \times 10^{-8} \text{ J/m}^2$
V Gelombang 1	= $36,579 \text{ m}^3$
E rata-rata STA 1	= $0,5653 \text{ J/m}^2$
Vol 1 buah Akar Nafas	$= \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$ $= \frac{1}{3} \times 3,14 \times 0,0025^2 \times 0,249$ $= 1,6288 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
% Peredaman Energi STA 1	$= \frac{\text{Vol akar nafas} \times F \times N_{naf}}{\text{Vol Gel 1} \times E \text{ rata-rata}} \times 100\%$ $= \frac{1,6288 \times 0,000001 \times 160 \times 11844}{36,579 \times 0,5653} \times 100\%$ $= 14,93 \%$

Tabel 16. Persentase peredaman energi oleh akar nafas (%)

Stasiun	Persentase Peredaman Energi akibat Akar Nafas (%)
STA 1 (3 m)	14,93
STA 2 (5 m)	10,36
STA 3 (10 m)	5,43
STA 4 (20 m)	4,22
STA 5 (50 m)	3,90

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Pada setiap stasiun terdapat perbedaan persentase peredaman energi akibat akar nafas, lihat tabel 16. Pada jarak ketebalan 3 m, akar nafas mampu meredam gelombang hingga 14,93 %. Sedangkan semakin ke dalam persentase peredaman gelombang mengalami penurunan, pada jarak 5 m 10,36 %, pada jarak 10 m 5,43 %, pada jarak 20 m 4,22 %, dan pada jarak 50 m 3,90 %. Peredaman energi mengalami penurunan dikarenakan kepadatan akar nafas yang berbeda-beda. Lihat pada tabel 8, pada jarak ketebalan 3m akar nafas memiliki kepadatan sampai 197,4 buah/m² dan semakin ke jauh jarak ketebalan kepadatan akar nafas semakin kecil, seperti jarak ketebalan 50 m akar nafas memiliki kepadatan 155,4 buah/m².



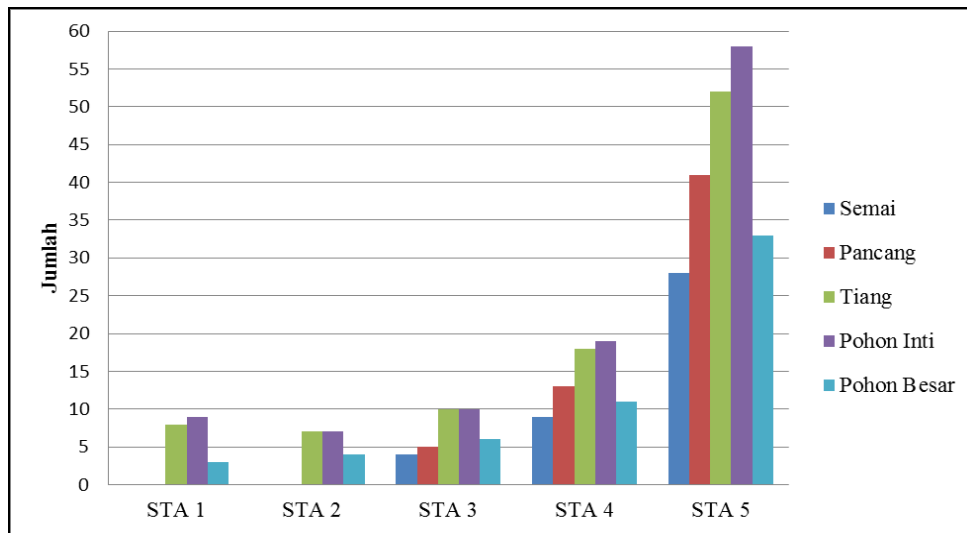
Gambar 141. Grafik hubungan persentase peredaman energi terhadap akar nafas.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Berdasarkan grafik regresi yang terbentuk dari data pada gambar 341, didapatkan persamaan $y = 0,0136x^2 - 0,9126x + 15,548$, terlihat bahwa akar nafas dapat meredam energi di setiap jarak ketebalan dengan variasi yang berbeda-beda. Pada jarak ketebalan 3 m menuju 5 m persentase peredaman yang disebabkan oleh akar nafas menurun dari 12,93 % menjadi 11,33 % terjadi penurunan 1,61 %. Pada jarak ketebalan 5 m menuju 10 m terjadi penurunan peredaman yang cukup signifikan yaitu 3,54 % tidak jauh berbeda penurunannya dengan jarak ketebalan sebelumnya. Pada jarak ketebalan 10 m menuju 20 m selisih penurunannya semakin besar yaitu 5,05 %. Pada jarak ketebalan 20 m menuju 50 m akar nafas melakukan peredaman terendah pada jarak 33,5 m, pada jarak ketebalan tersebut akar nafas hampir tidak mempengaruhi peredaman gelombang yaitu 0,24 %. Setelah melewati jarak ketebalan 33,5 m akar nafas kembali mengalami peningkatan persentase peredaman, dimana pada jarak ketebalan 33,5 m menuju 50 m persentase peredaman yang disebabkan oleh akar nafas mengalami peningkatan yaitu 3,68 %. Peredaman energi oleh akar nafas pada jarak ketebalan 3 m terbesar dikarenakan gelombang langsung menghantam akar nafas, ukuran akar nafas di depan lebih besar, dan daya lenting akar nafas bekerja dengan optimal.

4.2.4 Faktor Penghambat Gelombang

Pada ketebalan 3 m dan 5 m tidak ditemukan semai dan pancang, sehingga klasifikasi pohon pada jarak 3 m dan 5 m ditutupi oleh tiang, pohon inti dan pohon besar. Untuk ketebalan 10 m, 20 m, dan 50 m terdapat semai, pancang, tiang, pohon inti dan pohon besar. Namun jumlahnya bervariasi. Semakin kedalam jarak mangrove maka tutupan pohonnya semakin banyak, hal ini menunjukkan adanya gelombang berpengaruh terhadap pertumbuhan pohon. Semakin kedalam jarak mangrove maka jumlah klasifikasi pohonnya semakin besar, hal ini karena peredaman gelombang terbesar terjadi pada bagian depan mangrove, sehingga mangrove di barisan depan pertumbuhannya lebih kecil dibandingkan dengan mangrove di bagian dalam. Lihat gambar 142.



Gambar 142. Grafik faktor penghambat gelombang tiap STA.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

4.2.5 Hubungan jarak ketebalan mangrove dengan ΔH

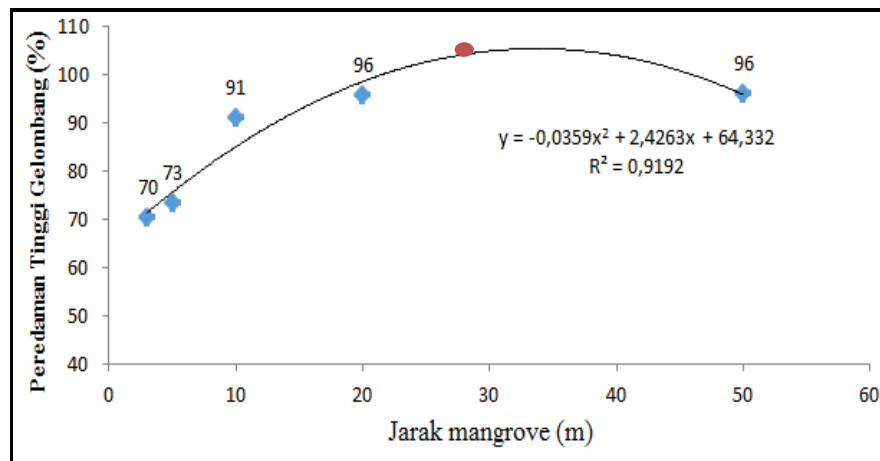
Tabel 17. Hubungan antara jarak ketebalan mangrove dengan ΔH

Jarak ketebalan mangrove (m)	ΔH (%)
3	70
5	73
10	91
20	96
50	96

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Berdasarkan grafik regresi pada gambar 143 yang terbentuk dari data tabel 17, didapatkan persamaan $y = -0,0359x^2 + 2,4263x + 64,332$, terlihat besarnya ketebalan mangrove dalam meredam tinggi gelombang, semakin bertambah ketebalan maka peredaman tinggi gelombang akan semakin besar. Pada jarak ketebalan 3 m menuju 5 m persentase peredaman ketinggian mengalami peningkatan 4,27 %. Pada jarak ketebalan 5 m menuju 10 m terjadi peningkatan peredaman ketinggian yaitu 9,44 %. Pada jarak ketebalan 10 m menuju 20 m mengalami peningkatan peredaman ketinggian tertinggi yaitu 13,49 %. Pada jarak ketebalan 20 m menuju 50 m peredaman ketinggian gelombang yang disebabkan oleh mangrove tidak mengalami banyak perubahan dan mengalami kenaikan dan penurunan,

peredaman ketinggian gelombang tertinggi terjadi pada jarak ketebalan 33,79 m. Pada jarak ketebalan tersebut peredaman tinggi gelombang mencapai 97,5 %. Sedangkan penurunan yang terjadi setelah jarak ketebalan 33,79 m akibat peredaman tinggi gelombang adalah 1,6 %. Semakin jauh jarak ketebalan peredaman ketinggian gelombang semakin besar, hal ini dikarenakan volume dari tinggi gelombang tertahan oleh akar nafas dan faktor lainnya sehingga semakin ke dalam volume gelombang yang masuk semakin kecil dan peredaman gelombang semakin besar.



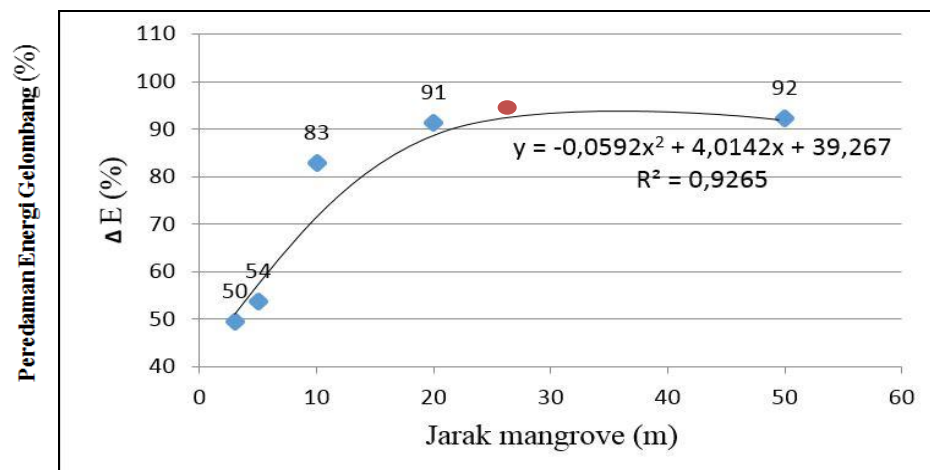
Gambar 143. Grafik hubungan antara ketebalan mangrove dengan ΔH .
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

4.2.6 Hubungan jarak ketebalan mangrove dengan ΔE

Tabel 18. Hubungan antara jarak ketebalan mangrove dengan ΔE

Jarak Ketebalan mangrove (m)	ΔE (%)
3	50
5	54
10	83
20	91
50	92

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 144. Grafik hubungan antara ketebalan mangrove dengan ΔE .
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

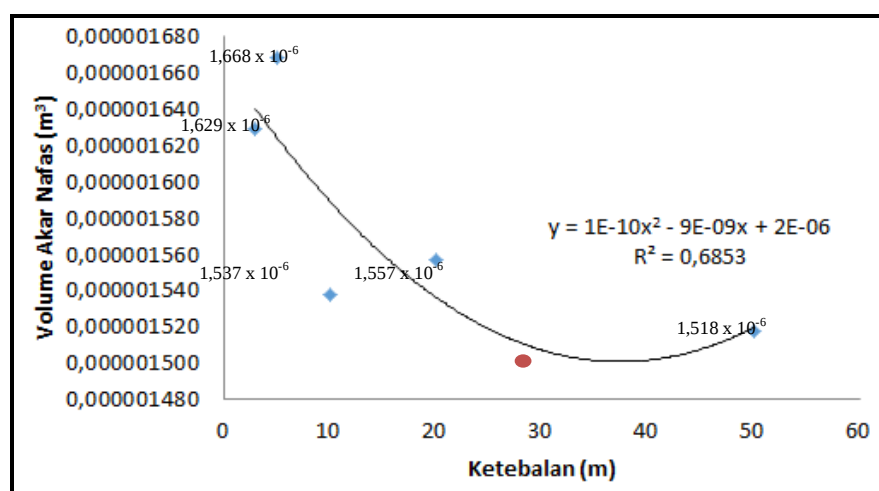
Berdasarkan grafik regresi pada gambar 144 yang terbentuk dari data tabel 18, didapatkan persamaan $y = -0,0592x^2 + 4,0142x + 39,267$, grafik di atas menunjukkan bahwa setiap ketebalan mangrove memiliki kemampuan untuk meredam energi gelombang yang berbeda-beda. Pada jarak ketebalan 3 m menuju 5 m persentase peredaman energi gelombang mengalami peningkatan 7,08 %. Pada jarak ketebalan 5 m menuju 10 m terjadi peningkatan peredaman energi gelombang yaitu 15,63 %. Pada jarak ketebalan 10 m menuju 20 m mengalami peningkatan terbesar yaitu 22,38 %, dimana pada jarak ketebalan 10 m peredaman energi 73,49 % dan meningkat tajam pada jarak ketebalan 20 m yaitu 95,87 %. Pada jarak ketebalan 20 m menuju 50 m peredaman energi gelombang yang disebabkan oleh mangrove mengalami peningkatan dan penurunan, dimana peredaman energi gelombang tertinggi terjadi pada jarak ketebalan 33,9 m, pada jarak ketebalan tersebut peredaman tinggi gelombang mencapai 94,5 %. Sedangkan persentase penurunan yang terjadi setelah jarak ketebalan 33,9 m menuju 50 m akibat peredaman energi gelombang adalah 2,52 %. Semakin jauh jarak ketebalan peredaman energi gelombang semakin besar, hal ini dikarenakan energi gelombang tertahan oleh daya lenting akar nafas dan faktor lainnya sehingga semakin jauh jarak ketebalan energi gelombang yang masuk semakin kecil.

4.2.7 Hubungan Ketebalan Mangrove dengan Volume Akar Nafas

Tabel 19. Hubungan ketebalan mangrove dengan volume akar nafas

Jarak Ketebalan mangrove (m)	Volume Akar Nafas (m ³)
3	$1,629 \times 10^{-6}$
5	$1,668 \times 10^{-6}$
10	$1,537 \times 10^{-6}$
20	$1,557 \times 10^{-6}$
50	$1,518 \times 10^{-6}$

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 145. Grafik hubungan ketebalan mangrove dengan volume akar nafas.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Grafik pada gambar 145 yang terbentuk dari data pada tabel 19, menunjukkan bahwa volume akar nafas semakin sedikit seiring dengan semakin jauhnya jarak ketebalan. Diasumsikan akar nafas berbentuk kerucut sehingga untuk menghitung satu volume akar nafas menggunakan rumus kerucut ($V = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$) yang kemudian nilai volume dikalikan dengan jumlah akar nafas di setiap jarak ketebalan (lihat tabel 8). Berdasarkan

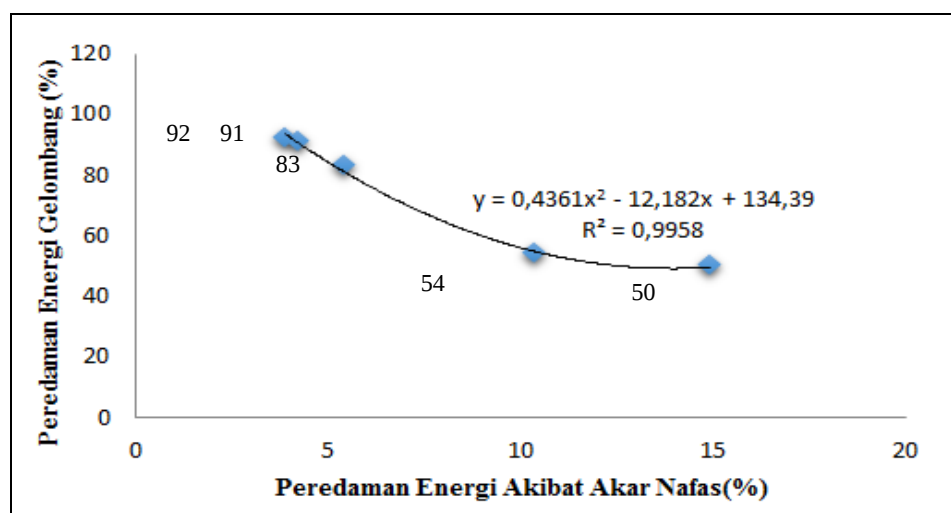
grafik regresi yang terbentuk pada gambar 41, didapatkan persamaan $y = -1E-10x^2 - 9E-09x + 2E-06$. Pada jarak ketebalan 3 m menuju 5 m volume akar nafas mengalami penurunan 1,02 %. Pada jarak ketebalan 5 m menuju 10 m terjadi penurunan volume akar nafas yaitu 2,56 %. Pada jarak ketebalan 10 m menuju 20 m volume akar nafas kembali mengalami penurunan 6,74 %. Pada jarak ketebalan 20 m menuju 50 m volume akar nafas mengalami peningkatan dan penurunan, dimana pada jarak ketebalan 30 m – 40 m pada grafik di atas, volume akar nafas lebih sedikit dibanding pada jarak ketebalan yang lain, hingga pada jarak ketebalan 50 m volume akar nafas kembali meningkat. Akar nafas tumbuh lebih padat di dekat pesisir pantai, sehingga sesuai dengan grafik di atas volume akar nafas semakin kecil ketika jarak ketebalannya semakin besar. Hal ini diakibatkan karena akar nafas untuk tumbuh membutuhkan daerah permukaan yang lapang, sedangkan pada jarak ketebalan yang semakin besar akar nafas sulit tumbuh karena pohon mangrove memiliki jarak yang terlalu dekat dengan semai, pancang, tiang, dan faktor lain sehingga lahan pertumbuhan akar nafas semakin sempit.

4.2.8 Hubungan Persentase Peredaman Energi Akar Nafas dengan ΔE

Tabel 20. Hubungan persentase peredaman energi akar nafas dengan ΔE

Persentase Peredaman Energi akibat Akar Nafas (%)	ΔE (%)
14,93	50
10,36	54
5,43	83
4,22	91
3,9	92

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 146. Grafik hubungan persentase peredaman energi akar nafas dengan ΔE .

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Gambar pada gambar 146 yang terbentuk dari data pada tabel 20, menunjukkan penurunan energi gelombang yang teredam semakin ke dalam semakin meningkat sedangkan persentase peredaman energi gelombang yang diakibatkan oleh akar nafas semakin kedalam semakin menurun. Berdasarkan grafik regresi yang terbentuk dari data pada gambar tersebut, didapatkan persamaan $y = 0,4362x^2 - 12,184x + 134,39$. Pada jarak ketebalan 3 m menuju 5 m persentase peredaman energi gelombang yang disebabkan oleh akar nafas mengalami peningkatan 5,27 %. Pada jarak ketebalan 5 m menuju 10 m terjadi peningkatan peredaman energi gelombang terbesar yang disebabkan oleh akar nafas yaitu 26,11 %. Pada jarak ketebalan 10 m menuju 20 m tetap mengalami peningkatan yaitu 9,65

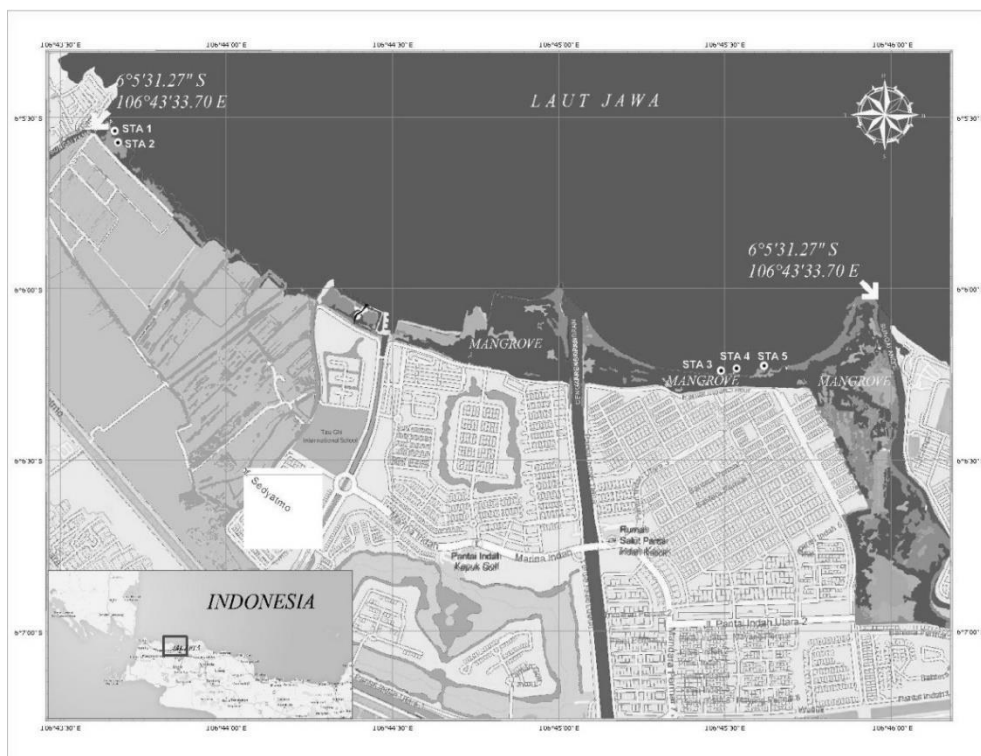
%. Pada jarak ketebalan 20 m menuju 50 m peredaman energi gelombang yang disebabkan oleh akar nafas mengalami peningkatan yaitu 2,76 %. Pada saat mangrove meredam energi gelombang 49,71 % di stasiun 1, 14,93 % peredaman energi disebabkan oleh keberadaan akar nafas. Pada stasiun 2 dari 54,98 % tinggi gelombang yang teredam 10,36 % diakibatkan oleh akar nafas, pada stasiun 3 dari 81,09 % peredaman tinggi gelombang 5,43 % peredaman disebabkan oleh akar nafas, pada stasiun 4 dari 90,74 % tinggi gelombang yang teredam 4,22 % peredaman disebabkan oleh akar nafas, dan pada stasiun 5 dari 93,5 % tinggi gelombang yang teredam 3,9 % disebabkan oleh akar nafas. Penurunan efektifitas redaman yang diakibatkan oleh akar nafas menurun dengan konstan, hal ini disebabkan karena akar nafas paling efektif meredam gelombang ketika langsung berhadapan dengan gelombang, yakni di daerah tepi pantai.

-oo0oo-

BAB IX. MANGROVE DALAM BIDANG KONSTRUKSI

9.1. Pantai Indah Kapuk, Jakarta.

Lokasi Penelitian : Lokasi penelitian yang akan dilaksanakan di kawasan ekosistem mangrove di Pantai Indah Kapuk, Jakarta. Lokasi ini dapat dikatakan mewakili representasi wilayah Indonesia. Lihat gambar 53.



Gambar 53. Lokasi penelitian Pantai Indah kapuk, Jakarta
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Rancangan Penelitian : Pelaksanaan penelitian dibagi dalam empat tahapan, yaitu:

1. Tahap pengumpulan informasi dan studi kepustakaan (desk study) dengan melakukan pengumpulan beberapa informasi mengenai mangrove dan kawasan Kota Pantai Indah Kapuk, Jakarta;
2. Tahap identifikasi kondisi eksisting yang meliputi observasi langsung dilapangan terhadap penurunan energi gelombang oleh ekosistem mangrove yang dilakukan dengan cara pengukuran langsung gelombang yang terjadi dan pengukuran langsung vegetasi ekosistem mangrove terkait dengan kerapatan dan luasannya.
3. Tahap analisis data, meliputi analisis gelombang yang terjadi dengan melihat faktor faktor kerapatan dan akar mangrove sebagai variabel sehingga di dapatkan formula rumusan nya. Ini dilakukan dengan menggunakan software Spectral Wave Model, Matlab, Statistika 7 dan software Grafik. Hasil yang ada di lakukan beberapa simulasi

perhitungan dimana akan diperoleh kondisi yang paling ideal dan ramah lingkungan perencanaan kota tepi pantai.

4. Tahap penyusunan rekomendasi pengembangan kota tepi pantai yang berwawasan ekologi, berdasarkan alternatif perubahan faktor kunci dirumuskan konsep eko-teknik ekosistem mangrove dalam pengelolaan pesisir sebagai dasar pengembangan kota pantai yang ramah lingkungan. Tahapan ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi konsep kajian transformasi eko-teknik dalam pengembangan kota pantai bagi pengelolaan pesisir secara berkelanjutan

Metode Pengumpulan Data : Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dengan metode survei dengan teknik pengamatan dan pengukuran secara langsung terhadap kondisi lapangan (observasi) baik untuk gelombang maupun mangrove. Data sekunder didapat dari instansi yang terkait.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan data gelombang, parameter oseanografi fisik lainnya dan mangrove di beberapa titik. Lokasi titik pengambilan data di lihat yang diperkirakan mewakili dari kondisi lapangan yang ada baik dari sisi vegetasi mangrovenya, kerapatan dan luasan, serta gelombang yang datang, dengan melihat asumsi perhitungan oseanografi fisik dan morfologi pantai, bathymetry, pasut dan arus.

Metode Penelitian Mangrove dan Pengambilan Data : Dalam penelitian ini digunakan 2 metode pengumpulan data yaitu *Transek-kuadrat* dan *spot-check*.

- Metode Transek-kuadrat

Metode ini dilakukan dengan cara menarik garis tegak lurus pantai, kemudian di atas garis tersebut ditempatkan kuadrat ukuran 10 x 10 m, jarak antar kuadrat ditetapkan secara sistematis terutama berdasarkan perbedaan struktur vegetasi. Selanjutnya, pada setiap kuadrat dilakukan perhitungan jumlah individual (pohon dewasa, pohon remaja, anakan), diameter pohon, dan prediksi tinggi pohon untuk setiap jenis (Wantasen, 2002).

- Metode *spot-check*

Metode ini digunakan untuk melengkapi informasi komposisi jenis, distribusi jenis dan kondisi umum ekosistem mangrove yang tidak teramati pada metode transek-kuadrat. Metode ini dilakukan dengan cara mengamati dan memeriksa zona-zona tertentu dalam ekosistem mangrove yang memiliki ciri khusus. Informasi yang diperoleh melalui metode ini bersifat deskriptif.

Identifikasi Mangrove di Pantai Indah Kapuk, Jakarta : Hutan mangrove di wilayah DKI Jakarta tepatnya di Jakarta utara, sepanjang pantai terdapat mangrove pada wilayah Suaka Marga Satwa Muara Angke (BKSDA DKI), Hutan Lindung (Dinas Kehutanan DKI), Cengkareng Drain dan Taman Wisata Alam Angke Kapuk. Vegetasi mangrove itu sendiri terus mengalami degradasi sebagai akibat perkembangan pembangunan kota kota tepi pantai. Vegetasi mangrove yang ada di dominasi mangrove *Avicennia sp* dan *Rhizophora sp*. Jenis *Rhizophora sp* yang sebagian besar adalah hasil tanam sedangkan untuk jenis *Avicennia sp* umumnya tumbuh alami. Melihat keadaan vegetasi itulah yang menjadi latar belakang peneliti melakukan telaahan lebih jauh terhadap mangrove *Avicennia sp* di karenakan posisi mangrove *Avicennia sp* di depan. Posisi mangrove *Avicennia sp* menjadi sangat penting sebagai bentuk pertahanan dari peredaman gelombang datang yang sebagai penangkalnya abrasi.

Perencanaan Konstruksi Bangunan Tepi Pantai Mangacu Pada Baku Mutu Lingkungan

: Perencanaan kota ramah lingkungan harus diukur agar dapat dinilai berdasarkan baku mutu yang ada. Daerah seputaran Pantai Indah Kapuk memiliki penurunan kualitas mutu

lingkungan. Banyaknya sampah dan keruh serta baunya perairan tepi pantai sudah dapat terukur dengan kasat mata panca indra kita. Ini menjadikan dasar acuan perhitungan mutu lingkungan yang sudah menurun. Kota dikatakan memiliki Label hijau, diberikan kepada daerah, kota, lingkungan dan bangunan yang individunya menjaga secara bersama sama. Lihat gambar 54.

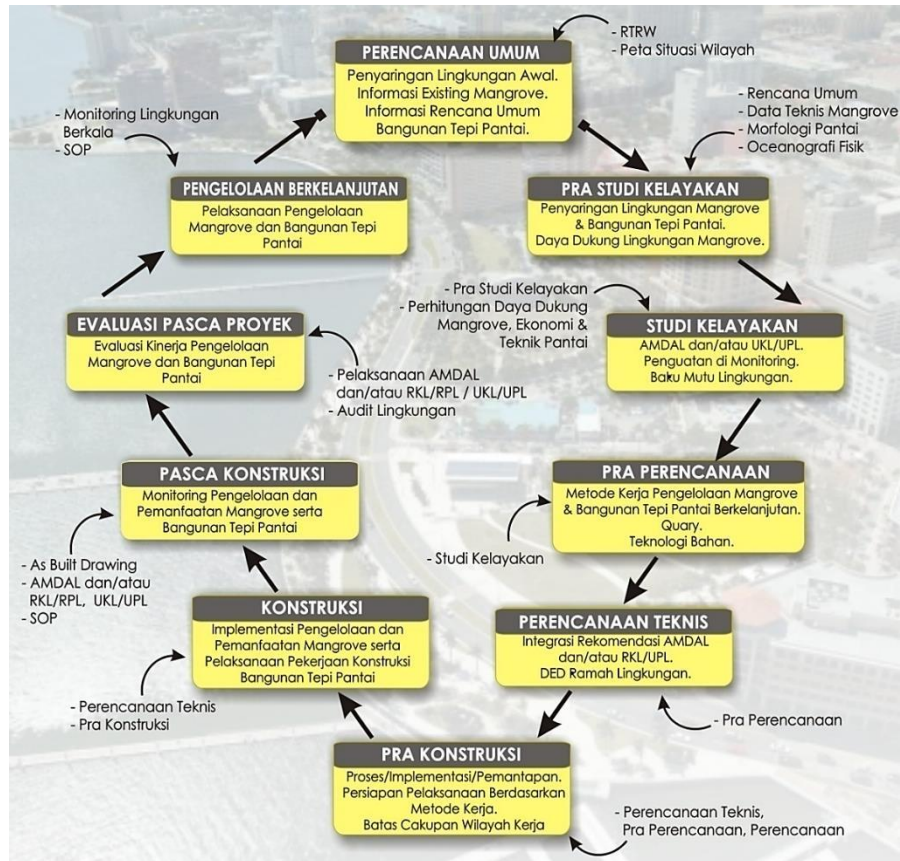
Bahan konstruksi bangunan yang digunakan pada konstruksi Tepi Pantai diharapkan dapat meningkatkan baku mutu lingkungan disekitar bangunan tepi pantai. Sebagai contoh penggunaan bahan bahan dalam pembuatan artificial (campuran nabati dan atau bahan daur ulang) didalam proses pembuatan bahan konstruksi sebagai berikut:

1. Pondasi Tiang pancang
2. Bahan Beton
3. Bahan Baja
4. Bahan *Breakwater*
5. Bahan *Groin*
6. Bahan *Geotextile*
7. Bahan *Jetty*
8. Dan bahan bangunan lainnya yang bersentuhan dengan Pantai.

Dengan kota yang ramah lingkungan akan dapat membentuk model *Eco-friendlyoriented* sebuah kota yang memiliki potensi untuk membuat keberlanjutan jejak ekologi dan mengambil kemanusiaan ke masa depan dengan pembangunan yang berdasarkan baku mutu lingkungan.

Kesulitan dalam mengembangkan sistem perkotaan ramah lingkungan melalui pengembangan *eco-city* sambil melihat potensi besar sebagai instrumen untuk memperbaiki lingkungan. *Eco-city* norma dan standar seperti penghematan energi, penggunaan energi terbarukan, transportasi umum, reboisasi, rehabilitasi mangrove, daur ulang air dan bahan lainnya diharapkan untuk memimpin pembangunan jalan baru menuju masa depan perkotaan yang lebih berkelanjutan. Disemua lini pembangunan mengarahkan penggunaan konstruksi yang dapat menjaga baku mutu lingkungan tercapaian.

Metodologi dalam menjaga proses dan control pelaksanaan pembangunan dengan tujuan tercapainya baku mutu lingkungan bagi kota tepi pantai ramah lingkungan tentunya bukan merupakan pekerjaan mudah. Untuk itu di perlukan penelaahan lebih spesifik sehingga didapatkan metodologi yang akurat untuk terukurnya sebuah kota ramah lingkungan yang menggunakan konstruksi sipil yang menurunkan derajat kerusakan lingkungan menuju baku mutu.



Gambar 54. Siklus pekerjaan konstruksi bangunan tepi pantai dengan ekosistem mangrove berkelanjutan.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pada tahapan ini proses AMDAL mulai berperan sesuai dengan aturan hukum yang berlaku. Sebuah pekerjaan yang menyangkut lingkungan maka wajib ada dokumen AMDAL dan atau UKL/UPL. Namun demikian ini hanya jadi perhiasan belaka bagi sebuah proyek konstruksi. Ini perlu SOP yang berbasiskan kepemimpinan militer sehingga dapat berjalan fungsi kontrolnya tanpa ada unsur pungli apalagi korupsi.

Pengertian pembangunan yang sesuai dengan lingkungan hidup yang berkelanjutan memiliki berbagai tafsiran walaupun memiliki tujuan yang sama. Namun yang pasti, setiap implementasi pembangunan harus mengedepankan faktor-faktor yang menjaga lingkungan agar tetap lestari dan berkelanjutan. Hal ini dimaksudkan agar efek negatif dari pembangunan dapat dikurangi semaksimal mungkin. Konsep *recycling*, *reduce*, *reuse* merupakan langkah awal bagi pembangunan yang berkarakter ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan demikian, setiap pelaku pembangunan dapat peduli untuk menjaga lingkungan di mana pembangunan sedang dilakukan. Sehingga kota ramah lingkungan berdasarkan baku mutu lingkungan dapat tercapai.

Penataan ruang tidak lagi semata menjembatani kepentingan ekonomi dan sosial. Lebih jauh dari kedua hal itu, penataan ruang telah berubah orientasinya pada aspek yang benar-benar berpihak untuk kepentingan lingkungan hidup.

Dalam UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, telah ditegaskan mengenai tujuan penyelenggaraan penataan ruang, yaitu :

- Mewujudkan ruang wilayah nasional yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan, serta menciptakan keharmonisan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan
- Keterpaduan dalam penggunaan sumber daya alam dan sumber daya buatan dengan memperhatikan sumber daya manusia
- Perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang.

Penataan ruang yang berpihak pada lingkungan hidup perlu ditegakkan bersama, karena sebelumnya, logika penataan ruang yang hanya mengikuti selera pasar, dalam kenyataannya telah mengancam keberlanjutan. Hal ini dapat dicermati dari keberadaan lahan-lahan produktif dan kawasan *buffer zone* berada dalam ancaman akibat konversi lahan secara besar-besaran untuk kepentingan pemukiman, industri, perdagangan, serta pusat-pusat perbelanjaan. Namun demikian ini penataan ruang juga harus dibuatkan rencana dan metode kerja pelaksanaannya. Ini akan di bahas pada sub bab berikutnya. Lahan mangrove per tahun beralih fungsi menjadi lahan non pertanian. Oleh karena itu pada penelitian ini terlihat begitu sangat pentingnya peran ekosistem mangrove melayani kelangsungan kehidupan biota biota laut dan ekosistem lainnya. Maka diperlukan perkawinan antara bangunan tepi pantai dan mangrove.

Secara umum, *Green Building WFC* dapat diartikan sebagai sebuah konsep untuk meningkatkan efisiensi sumber daya, seperti energi, air, dan material pembentuk pada suatu bangunan dengan menjaga keberlanjutan mangrove. Diharapkan dengan menerapkan konsep green, dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan dapat dikurangi serta ada peningkatan taraf hidup masyarakat sekitar. *Green Building WFC* itu tidak hanya dilihat dari fisik bangunannya semata. Tetapi, seluruh komponen harus terintegrasi menjadi satu kesatuan yang tidak dapat berdiri sendiri-sendiri. Mulai dari proses perencanaan, pembangunan, hingga pengoperasiannya, semuanya harus mengacu pada konteks bangunan yang ramah lingkungan serta terjaganya keberlanjutan ekosistem mangrove. Terdapat tujuh kriteria untuk evaluasi *Green Building WFC*, yaitu :

1. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development / ASD*)
2. Efisiensi Energi & Refrigeran (*Energy Efficiency & Refrigerant / EER*)
3. Konservasi Air (*Water Conservation / WAC*)
4. Kualitas Udara & Kenyamanan Ruangan (*Indoor Air Health & Comfort / IHC*)
5. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building Environment Management / BEM*)
6. Sumber & Siklus Material (*Material Resources & Cycle / MRC*)
7. Keberlanjutan ekosistem mangrove dan lingkungan sekitar yang tersentuh bangunan tepi pantai.

Untuk menciptakan sebuah *Green Building WFC*, semua itu berpulang pada komitmen individu masing-masing. Bisa jadi untuk mewujudkannya akan menelan biaya (investasi) awal yang cukup mahal. Namun ke depannya akan memperoleh keuntungan yang berkesinambungan.

Konstruksi, sebagai salah satu aktivitas dari pembangunan infrastruktur, baik langsung atau tidak, ikut bertanggung jawab terhadap kerusakan lingkungan dan fenomena pemanasan global. Rosemary A. Colliver, peneliti AS, menyebut konstruksi menghasilkan limbah 31,5 juta ton setiap tahunnya. Selain itu, konsumsi energi dari pengoperasian berbagai bangunan di dunia ternyata merupakan ‘konsumen’ energi paling rakus karena menyerap 70 persen dari total listrik dunia. Tak hanya itu, berbagai fakta di lapangan menunjukkan bahwa konstruksi ikut berpartisipasi terhadap berbagai kerusakan ekosistem lingkungan, makin berkurangnya area hijau, punahnya sejumlah satwa dan fauna langka, dan kian minimnya daerah resapan air di muka bumi.

Dengan sejumlah fakta tersebut di atas, sudah sewajarnya jika para pelaku jasa konstruksi dituntut lebih responsif terhadap berbagai kebijakan dan isu-isu lingkungan dalam pelaksanaan pekerjaannya. Salah satu caranya, dengan bersungguh-sungguh mengaplikasikan konsep konstruksi berwawasan lingkungan, atau kerap disebut sebagai konstruksi hijau (*green construction*). Kontruksi hijau didefinisikan sebagai semua aktivitas konstruksi, mulai dari tahap perencanaan, proses pengerjaan, hingga penggunaannya, harus memiliki harmonisasi dengan lingkungan dan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable*).

Makna ‘harmonis dengan lingkungan’ adalah kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi seyognyanya ramah lingkungan, efisien dalam pemakaian energi dan sumber daya, serta berbiaya rendah. Pada siklus di atas diciptakan dari awal hingga kembali ke awal harus ramah lingkungan dalam hal ini Bangunan Tepi Pantai dan Mangrove sebagai objek lingkungannya. Sedangkan makna ‘pembangunan yang berkelanjutan’ maksudnya, prinsip pengerjaan konstruksi mengedepankan keseimbangan antara keuntungan jangka pendek dan risiko jangka panjang, sehingga menghasilkan produk kontruksi yang bermutu, sehat, dan aman, serta tidak merugikan pihak-pihak lain di masa depan.

Konstruksi Bangunan Ramah Lingkungan (Teknologi Bahan): Filosofi kontruksi hijau ini kemudian memunculkan sebuah konsep yang dikenal sebagai 3R, yaitu *Reduce* (mengurangi pemakaian), *Recycle* (mendaur ulang), dan *Reuse* (menggunakan kembali). Konsep *Reduce* adalah setiap aktivitas kontruksi diusahakan untuk mengurangi pemakaian material yang berdampak buruk terhadap alam dan lingkungan. Sementara, konsep *Recycle* dalam konstruksi diaplikasikan dengan lebih mengutamakan penggunaan bahan-bahan daur ulang sebagai material dalam pengerjaan konstruksi. Adapun konsep *Reuse* dipraktikkan dengan berusaha mengoptimalkan semua bahan sisa yang masih bisa dimanfaatkan. Selain itu, filosofi hijau dalam bidang kontruksi juga melahirkan apa yang disebut dengan *Useless Energy* (hemat energi). Caranya, antara lain, dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai pengganti energi listrik, penghematan pemakaian lampu di gedung, penggunaan air tanah seefisien mungkin, dan lain-lain.

Secara garis besar implementasi filosofi hijau dalam kegiatan kontruksi dapat dibagi dalam tiga tahap. *Pertama*, tahap perencanaan kontruksi. Pada tahap ini, perencanaan konstruksi akan menghasilkan desain konstruksi yang hemat energi, menggunakan bahan baku material yang dapat diperbaharui, didaur ulang, dan digunakan kembali. *Kedua*, tahap proses pengerjaan kontruksi. Pada tahap ini, pengerjaan konstruksi dituntut untuk ramah terhadap lingkungan sekitar, seperti tidak mencemari udara, air, dan tanah, serta mampu mengendalikan tingkat kebisingan selama proses pengerjaan konstruksi berlangsung. *Ketiga*, tahap penggunaan produk kontruksi. Pada tahapan ini, pemakai produk konstruksi diharapkan dapat memanfaatkan produk tersebut secara bijak, yaitu sesuai dengan tujuannya untuk memberikan manfaat sebesar besarnya pengguna, lingkungan, sekaligus menjamin keberlanjutannya di masa depan.

Semua bahan bangunan berasal dari tanah. Bangunan yang terbuat dari tanah cukup ramah lingkungan karena dibangun dekat dengan tempat asalnya dan tidak menghabiskan biaya perpindahan energi yang besar. Selain itu, jika tidak lagi dibutuhkan, bangunan tersebut dapat didaur ulang secara alamiah sehingga tidak menimbulkan polusi dan hanya mengembalikannya ke tempat asalnya. Dalam memilih bahan bangunan, yang harus dipertimbangkan pertama kali adalah energi yang terkuras dalam proses pembangunan tersebut. Besarnya energi yang digunakan akan berpengaruh pada tingkat ramah lingkungan suatu bangunan (Moughtin, 2005). Berdasarkan kandungan energinya, bahan bangunan terbagi ke dalam tiga kelompok; rendah, sedang, dan tinggi. Kandungan energi bahan bangunan diukur dalam kilowatt-jam per kilogram, sebagaimana Kandungan energi bahan bangunan (Moughtin, 2005) mulai dari Bahan Berenergi Rendah yaitu pasir, agregat, kayu, beton, batako, beton ringan dan bahan berenergi sedang eternit, batu bata, kapur, semen, mineral fibre, kaca dan porselain (perlengkapan sanitasi) serta bahan berenergi tinggi, plastik, baja, timbal, besi, tembaga dan aluminium. Kandungan energi suatu bahan bangunan berkaitan dengan dampaknya terhadap lingkungan. Misalnya, energi yang terkandung pada tanah, lumpur, atau tanah liat adalah nol, namun ketika dibakar menjadi batu bata akan menjadi 0,4 – 1,2 kWh/kg. Umumnya, semakin kecil kandungan energinya, maka semakin kecil pula polusi yang dihasilkan. Pertimbangan lain dalam pemilihan bahan bangunan ramah lingkungan adalah energi yang dihabiskan untuk memindahkan bahan tersebut dari tempat pengolahan ke tempat pembangunan. Misalnya, kayu, energi yang dihabiskan untuk mengangkut kayu dari hutan mungkin akan lebih besar dari energi yang terkandung dalam kayu itu sendiri. Dengan demikian pembuatan bangunan ramah lingkungan dapat melibatkan bahan-bahan lokal, satu-satunya kendala adalah ketersediaannya (Amourgis, 1991).

Bangunan-bangunan tersebut dapat menghemat energi selama masa pemakaiannya. Pohon merupakan unsur penyerap karbon yang juga banyak digunakan dalam suatu bangunan, maka pelestarian pohon merupakan hal yang sangat penting. Dengan menyeimbangkan penanaman pohon dan emisi karbon yang digunakan saat membuat suatu bangunan, maka pengembangan bangunan dapat berjalan dengan sehat dan lancar. Misalnya, rumah biasa dengan tiga kamar tidur menghabiskan energi sebesar 20 ton karbondioksida dan membutuhkan 20 pohon selama periode 40 tahun (Moughtin, 2005). Perencanaan penanaman pohon dapat menghasilkan suatu gerakan baru bagi ketahanan lingkungan. Namun, pemakaian energi adalah satu-satunya dampak dari suatu pembangunan. Proses alami yang seimbang ditandai dengan adanya siklus alam yang menghasilkan sedikit limbah dan sampah. Analogi siklus dan proses alam telah menjadi pemicu bagi pengembangan teknik penilaian siklus kehidupan (*LCA-life cycle assessment*). LCA atau tolak ukur polusi dan kehijauan merupakan desain pembangunan yang memiliki metode yang paling sesuai dengan desain ekologis. Energi dibutuhkan mulai dari pengambilan material bahan bangunan tersebut di alam, proses pembuatan, pengangkutan, pemasangan, pemeliharaan sampai pembongkarannya. Dalam proses menghasilkan energi tersebut akan mengeluarkan emisi CO₂ yang berpotensi mempengaruhi perubahan iklim global. Oleh karena itu perlu dipikirkan media penyimpan CO₂ tersebut baik ditanaman, tanah sampai air. Proses pemanfaatan energi, pelepasan emisi CO₂ sampai penyimpanannya dinamakan tolak ukur energi (*energy footprint*).

Indonesia adalah negara berkembang yang tidak luput dari kegiatan pembangunan. Pembangunan yang dilakukan tentu membutuhkan bahan bangunan. Bahan bangunan disediakan oleh alam yang mempunyai angka keterbatasan, yang pada suatu saat akan habis dan alam tidak dapat menyediakannya lagi, sehingga perlu usaha untuk melestarikannya. Melihat banyaknya sumber daya alam yang telah dieksploitasi untuk memenuhi kebutuhan manusia dan pembangunan, maka konsep pembangunan yang berkelanjutan merupakan alternatif terbaik saat ini. Konsep berkelanjutan (*sustainable*)

menawarkan penyeimbangan antara pemeliharaan kelestarian alam dengan pemenuhan kebutuhan manusia yang makin berkembang di masa depan. Oleh sebab itu, perlu direncanakan sejak awal design untuk memilih penggunaan bahan bangunan yang *sustainable* (berkelanjutan) dan ramah lingkungan.

Yang dimaksud dengan bahan bangunan ramah lingkungan adalah bahan bangunan yang proses perubahan transformasi atau teknologinya makin sedikit, tidak merusak lingkungan, dan tidak mengganggu kesehatan manusia. Dengan latar belakang hal-hal di atas, maka bahan bangunan ramah lingkungan dapat digolongkan dalam 4 (empat) golongan sebagai berikut :

1. Bahan bangunan yang dapat dibudidayakan kembali (*regeneratif*), seperti : kayu, bambu, rotan, rumbia, alang-alang, dll.
2. Bahan bangunan alam yang dapat digunakan kembali (*recycling*), seperti : tanah, pasir, kapur, batu, dll.
3. Bahan bangunan buatan yang dapat digunakan kembali dalam fungsi yang berbeda. Bahan bangunan ini didapat dari limbah / sampah dari perusahaan industri. Biasanya material ini dalam bentuk bahan pembungkus / kemasan, seperti kardus dan kertas, kaleng dan botol bekas.
4. Bahan bangunan alam yang mengalami perubahan transformasi sederhana, seperti : batu bata, genteng tanah liat, dll.

Namun demikian terkait penggunaan bahan yang ramah lingkungan untuk konstruksi hijau bangunan tepi pantai diharapkan menyatu dengan alam yang terbenam di dalamnya misalnya tiang pancang sheet pile, batu *groin*, beton, baja dan lain lain dimana bahan bangunan tersebut dapat berfungsi sebagaimana mangrove atau terumbu karang yang dapat menjadi tempat biota biota hidup dan berkembang. Bahan bangunan itu akan menjadi efektif menyatu dengan ekosistem yang ada seperti pada ekosistem mangrove. Namun tidak di bahas pada penelitian ini tentang pembuatan bahan yang menyatu dengan ekosistem. Contoh yang paling mudah adalah pada proses pembuatan *Reef Ball*. Teknologi kimia bahan proses dibuatnya *Reef Ball* dapat di jadikan acuan pada konstruksi hijau bangunan tepi pantai.

Mangrove Konstruksi Alami Ramah Lingkungan: Resiko erosi pantai dapat dikurangi dengan melindungi mangrove (Danielsen *et al.* 2005, Kathiresan dan Rajendran 2005). Strategi ini adalah dengan menggunakan potensi mitigasi hutan mangrove perkotaan untuk mengurangi emisi dengan biaya rendah melalui aforestasi dan reforestasi (A / R, REDD Web Platform 2010). Restorasi ekosistem rawa mangrove bisa sukses, asalkan persyaratan hidrologi diperhitungkan, yang berarti bahwa hasil terbaik sering diperoleh di lokasi di mana mangrove sebelumnya ada.

Hutan eko-infrastruktur perkotaan mangrove akan menjadi taman regional dari jaringan interkoneksi dari daerah alam dan ruang terbuka lainnya yang melestarikan nilai-nilai ekosistem alam dan fungsi, dan memelihara udara bersih dan air serta menjaga ekologis mangrove dengan habitat pesisirnya juga menjaga morfologi pantai. Oleh sebab itu dapat dikatakan mangrove sebagai konstruksi yang ramah lingkungan

Taman mangrove akan memungkinkan daerah perkotaan permukiman informal untuk berkembang sebagai habitat alami bagi berbagai satwa liar, dan memberikan beragam manfaat bagi masyarakat dan alam, seperti menyediakan habitat terkait di seluruh lanskap perkotaan yang memungkinkan burung dan hewan spesies untuk bergerak bebas. Selain itu, hutan ini eko- infrastruktur perkotaan juga dapat menyediakan layanan berikut: udara bersih, pengurangan efek panas di daerah perkotaan, sebuah moderasi dalam dampak perubahan iklim, efisiensi energi meningkat, dan perlindungan sumber air. Di Pantai Indah Kapuk diusulkan untuk menciptakan kembali dan merekonstruksi hutan mangrove yang pada awalnya menutupi menjadi konsep taman baru. Idennya adalah untuk memberikan pelindung hutan mangrove pinggiran kota besar yang dapat berfungsi sebagai bio-perisai terhadap kenaikan permukaan laut, dan perubahan iklim. *Greenbelt* mangrove juga dapat memberikan perlindungan pantai dari erosi yang signifikan. Hutan mangrove akan terhubung ke jaringan lahan ruang kota terbuka untuk mempertahankan kualitas hidup yang tinggi, penciptaan penyerap karbon, dan keindahan kota. Hutan akan membersihkan udara dan memperlakukan air yang mengalir ke Pantai Indah Kapuk, re-ilmu alam wilayah dan meningkatkan keanekaragaman hayati, membuat laboratorium hidup pemantauan lingkungan, menyediakan area untuk rekreasi, merevitalisasi bersejarah / memori alam dan memperkuat identitas kota. Sebagai konstruksi ramah lingkungan yang menggantikan fungsi beton dan baja baja yang mereduksi energi gelombang.

Metode Kerja Pelaksanaan Konstruksi yang Ramah Lingkungan : *Construction Method* atau metode pelaksanaan, merupakan urutan pelaksanaan pekerjaan yang logis dan teknis, sehubungan dengan ketersediaan sumber daya dan kondisi medan kerja, guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien. Metode pelaksanaan tersebut dibuat oleh kontraktor pada waktu mengajukan penawaran harga. Dengan demikian, metode pelaksanaan tersebut minimum telah teruji saat dilakukan klarifikasi atas dokumen tender. Metode pelaksanaan merupakan cerminan dari profesionalitas sang pelaksana pekerjaan (*project manager*) dan perusahaan yang bersangkutan. Karena itu, dalam menentukan pemenang tender, penyajian metode pelaksanaan pekerjaan mempunyai bobot penilaian yang tinggi, disamping penawaran harga terendah. Namun demikian metode pelaksanaan pekerjaan ini benar benar harus teruji dan terlaksana di lapangan. Perencana juga di ikutsertakan dalam pengujian metode kerja.pelaksanaan. Pada siklus di atas penekanan keberhasilan konstruksi hijau bangunan tepi pantai yang melakukan pengelolaan mangrove berkelanjutan adalah pada tahapan prastudi kelayakan, pra konstruksi, pasca konstruksi dan pengelolaan berkelanjutan. Tahap demi tahap dibuatkan metode kerja dan SOP. Namun kembali lagi bahwa keberhasilan itu pada komitmen pelakunya.

Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan terdiri dari :

- *Project Plan* (denah dan lokasi proyek, jarak angkut, dll)
- Sket / gambar penjelasan pelaksanaan pekerjaan
- Uraian pelaksanaan pekerjaan yang mekanismenya terstruktur.
- Perhitungan kebutuhan peralatan, material, dan tenaga kerja, serta jadwal kebutuhannya
- Cakupan wilayah yang jelas batasannya

Metode Pelaksanaan pekerjaan yang baik harus memenuhi :

- Persyaratan teknis (lengkap & jelas, serta aman dilaksanakan & efektif.
- Persyaratan ekonomis (biaya wajar & efisien)
- Pertimbangan lingkungan ekosistem mangrove dan ekosistem lainnya yang tersentuh proyek tersebut.

Metode pelaksanaan pekerjaan banyak sekali variasinya. Tidak ada keputusan engineering yang bisa sama persis. Jadi, pilihan terbaik merupakan tanggung jawab manajemen, dengan tetap mempertimbangkan *engineering economies*.

Desain Pengelolaan Berbasis Teknik Pantai pada Bangunan Tepi Pantai Berkelanjutan:

Kriteria umum dari penataan dan pendesainan *waterfront* adalah (Prabudiantoro, 1997):

- Berlokasi dan berada di tepi suatu wilayah perairan yang besar (laut, danau, sungai, dan sebagainya).
- Biasanya merupakan area pelabuhan, perdagangan, permukiman, atau pariwisata.
- Memiliki fungsi-fungsi utama sebagai tempat rekreasi, permukiman, industri, atau pelabuhan.
- Dominan dengan pemandangan dan orientasi ke arah perairan.
- Pembangunannya dilakukan ke arah vertikal horisontal.

Dalam perencanaan *waterfront* ada 3 aspek yang dominan, yaitu aspek arsitektural, aspek keteknikan, dan aspek sosial budaya. Aspek arsitektural berkaitan dengan pembentukan citra (*image*) dari kawasan *waterfront* dan bagaimana menciptakan kawasan *waterfront* yang memenuhi nilai-nilai estetika. Aspek keteknikan berkaitan terutama dalam perencanaan struktur dan teknologi konstruksi yang dapat mengatasi kendala-kendala dalam mewujudkan rancangan *waterfront*, seperti stabilisasi perairan, banjir, korosi, erosi, kondisi alam setempat, dan sebagainya. Aspek sosial budaya bertujuan untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat yang tinggal di dalam dan di sekitar kawasan *waterfront* tersebut. Itu kasus penelitian ini maka aspek perpaduan ketiganya dengan mangrove sebagai penggerak pengelolaan berkelanjutan *waterfront city* dengan ekosistem mangrove.

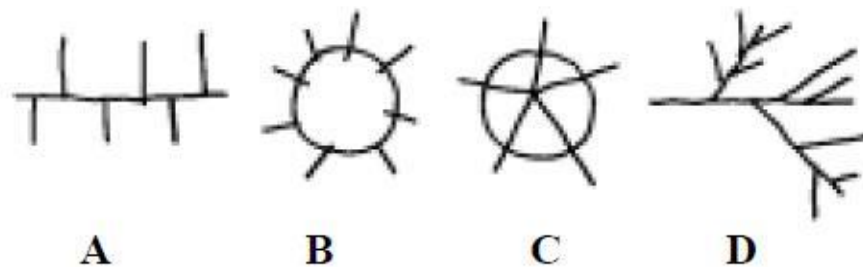
Perencanaan *waterfront* meliputi proses pembentukan zona, pengaturan zona-zona fungsi, akses transportasi/sirkulasi, pengolahan ruang publik (*public space*), tatanan massa bangunan, dan pengolahan limbah (sanitasi). Pola penyusunan dan perkembangan tata letak yang merupakan proses pembentukan suatu area *waterfront* sebagai berikut (Wrenn, 1983):

- Awalnya berkembang dari arah perairan, yaitu dengan dibangunnya beberapa sarana yang menunjang fungsi utama dari area *waterfront*.
- Ketika area *waterfront* mulai ramai dikunjungi dan ditempati orang maka terjadilah perluasan lokasi dan penyebaran ke arah daratan.
- Pertambahan penduduk yang tinggal mendorong munculnya beberapa sarana penunjang lainnya, seperti dermaga kecil, jalur sirkulasi tambahan, dan sebagainya.
- Seiring pertambahan penduduk dan aktivitas yang semakin banyak maka dibuatlah beberapa saluran kanal di area *waterfront*. Hal ini bertujuan untuk tetap mempertahankan ikatan visual dan karakter pada area *waterfront*, dan membuat pemisah buatan yang memisahkan secara jelas fungsi-fungsi yang ada pada *site*.

Pola susunan massa dan ruang pada zona-zona yang berada di area *waterfront* harus mengacu dan berorientasi ke arah perairan. Apabila hal ini tidak diterapkan maka area tersebut akan kehilangan ciri khas dan karakternya sebagai area *waterfront*. Zona-zona yang ada di area *waterfront* tercipta karena area *waterfront* merupakan suatu area yang menjadi tempat bertemu dan berintegrasinya beberapa fungsi kegiatan menjadi satu. Pada umumnya, zona yang berada langsung berbatasan dengan daerah perairan utama mempunyai fungsi-fungsi kegiatan utama yang bersifat publik sehingga dapat diakses dari segala arah oleh semua orang.

Setelah zona utama terbentuk barulah kemudian di sekitarnya dibangun zona-zona ruang yang lebih kecil yang berisi fungsi-fungsi penunjang kawasan utama tersebut atau berisi daerah permukiman penduduk. Sirkulasi atau jaringan jalan merupakan elemen kawasan yang penting. Sirkulasi adalah lahan yang digunakan sebagai prasarana penghubung antara zona-zona di dalam kawasan dan akses dengan kawasan lainnya. Sirkulasi pada area *waterfront* ada dua jenis, yaitu sirkulasi darat dan sirkulasi air. Idealnya kedua sirkulasi tersebut mempunyai jumlah dan luas yang sama besarnya. Selain itu, penataan sirkulasi pada area *waterfront* dikatakan baik apabila jaringan jalannya berpola lurus dan sejajar dengan sisi perairannya. Penataan ini memudahkan semua orang untuk menikmati view ke arah perairan. Sedangkan penataan sirkulasi darat yang tidak berdekatan dengan area perairan mengakibatkan salah orientasi dan hilangnya citra dari *waterfront* itu sendiri.

Ruang-ruang pada suatu area *waterfront* terbentuk sesuai dengan bentuk dan morfologi dari kawasannya. Pola morfologi yang umum pada area *waterfront* adalah linear, radial, konsentrik dan brach seperti yang ditunjukkan pada Gambar dibawah. (A) Pola linear biasanya menyebar dan memanjang sepanjang garis tepi air seperti pantai dan sungai. (B) Pola radial adalah pola susunan ruang dan massanya mengelilingi suatu wilayah perairan seperti danau dan teluk. (C) Pola konsentrik merupakan pengembangan dari bentuk radial yang menyebar secara linear ke arah belakang dari pusat radial. (D) Pola branch terbentuk jika ada anak-anak sungai dan kanal- kanal. Lihat gambar 55.



Gambar 55. Pola morfologi pada area *waterfront*.

Sumber : Ahmad Herison, 2014

Ruang-ruang utama yang terbentuk dengan ukuran yang besar umumnya merupakan suatu area publik yang diletakkan berbatasan langsung dengan perairan. Dengan teori di atas peneliti akan melakukan olah desain pada lokasi Pantai Indah Kapuk dengan menjadikan Mangrove sebagai *Point Of Interest* dari pembangunan kota tepi pantai.

Sebelum masuk ke desain, kita lihat dulu persoalan yang ada di pantai. Abrasim, erosi, sedimentasi, akresi merupakan masalah morfologi pantai. Untuk Menanggulangi erosi pantai, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari penyebab terjadinya erosi. Dengan mengetahui penyebabnya, selanjutnya kita dapat menentukan cara penanggulangannya yang biasanya dapat berupa bangunan-bangunan pelindung pantai ataupun dengan menambah suplai sedimen.

Beberapa jenis bangunan yang dapat dibuat untuk mengatasi erosi dan gelombang pada pantai antara lain dengan membangun susunan *groin* pada pesisir pantai, *jetty* baik yang *single* maupun *double jetty*, *seawall* dan sebagainya. Kesemua jenis bangunan pelindung pantai dibangun berdasarkan fungsinya masing-masing. Ada yang dibangun tegak lurus dan ada pula yang dibangun sejajar garis pantai.

Stabilisasi pantai dilakukan dengan membuat bangunan pengarah sediment seperti tanjung buatan, pemecah gelombang sejajar pantai, dan karang buatan yang dikombinasikan dengan pengisian pasir. Metode ini dilakukan apabila suatu kawasan pantai terdapat defisit sedimen yang sangat besar sehingga dipandang perlu untuk mengembalikan kawasan pantai yang hilang akibat erosi. Namun Pope (1997) merangkum filosofi bangunan pelindung pantai sebagai berikut:

1. Tak ada satu pun bangunan pelindung pantai yang permanen. Tak satu pun bangunan yang bisa bertahan selamanya di lingkungan pantai yang dinamis.
2. Tak satu pun bangunan pantai yang bisa digunakan untuk menanggulangi seluruh lokasi. Bangunan yang berfungsi baik di suatu tempat belum tentu berfungsi dengan baik di tempat lain.
3. Tak satu pun bangunan pantai yang bekerja baik pada semua kondisi. Setiap pelindung pantai hanya didesain untuk kondisi tertentu yang terbatas, jika batas kondisi tersebut dilampaui, maka bangunan tidak bisa berfungsi sebagaimana yang diharapkan.
4. Tak ada bangunan pantai yang 'ekonomis' atau 'murah'.
5. Tapi, ada suatu cara/pendekatan yang mampu melindungi lokasi dalam jangka waktu usia ekonomis bangunan yang efektif.
6. Ada upaya-upaya teknis yang bisa digunakan dengan bantuan proses-proses pantai untuk mendapatkan hasil yang bisa diperkirakan.
7. Ada daerah-daerah dimana upaya manusia dalam melindungi pantai tidak menghasilkan apapun.
8. Ada daerah dimana bangunan pantai (hard structures) lebih tepat digunakan.
9. Ada daerah dimana bangunan pantai tidak layak digunakan, *soft structures* lebih tepat.
10. Ada daerah dimana tidak diperlukan bangunan perlindungan pantai.

Kesimpulan Pope cukup beralasan berdasarkan keilmuan Teknik Pantainya. Sehingga menurut penulis desain yang paling sempurna itu adalah mendesain manusainya yang mengerti alam. Kita sebagai warga negara yang baik hendaknya ikut berperan dalam proses pengamanan pantai tersebut, yaitu dengan ikut melestarikan ekosistem laut beserta isinya, melakukan pembangunan sesuai peraturan yang berlaku agar tidak melewati garis pantai, serta keseimbangan alamnya.

Desain Konstruksi Stabilisasi Morfologi Pantai : Erosi pantai merupakan salah satu masalah serius perubahan garis pantai. Selain proses alami, seperti angin, arus dan gelombang, aktivitas manusia menjadi penyebab terjadinya erosi pantai seperti; pembukaan lahan baru dengan menebang hutan mangrove untuk kepentingan permukiman, dan pembangunan infrastruktur. Juga pemanfaatan ekosistem terumbu karang sebagai sumber pangan (ikan-ikan karang), sumber bahan bangunan (galian karang), komoditas perdagangan (ikan hias), dan obyek wisata (keindahan dan keanekaragaman hayati) sehingga mengganggu terhadap fungsi perlindungan pantai. Selain itu kerusakan terumbu karang bisa terjadi sebagai akibat bencana alam, seperti gempa dan tsunami, yang akhir-akhir ini sering melanda Negara Indonesia dan selalu menimbulkan kerusakan pada wilayah pesisir.

Salah satu metode penanggulangan erosi pantai adalah penggunaan struktur pelindung pantai, dimana struktur tersebut berfungsi sebagai peredam energi gelombang pada lokasi tertentu. Namun banyak tulisan sebelumnya bahwa struktur pelindung pantai dengan material batu alam yang cenderung tidak ramah lingkungan dan tidak ekonomis lagi apabila dilaksanakan pada daerah-daerah pantai yang mengalami kesulitan dalam memperoleh material tersebut. Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai yaitu:

1. memperkuat pantai atau melindungi pantai agar mampu menahan kerusakan karena serangan gelombang
2. mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai
3. mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai
4. reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain

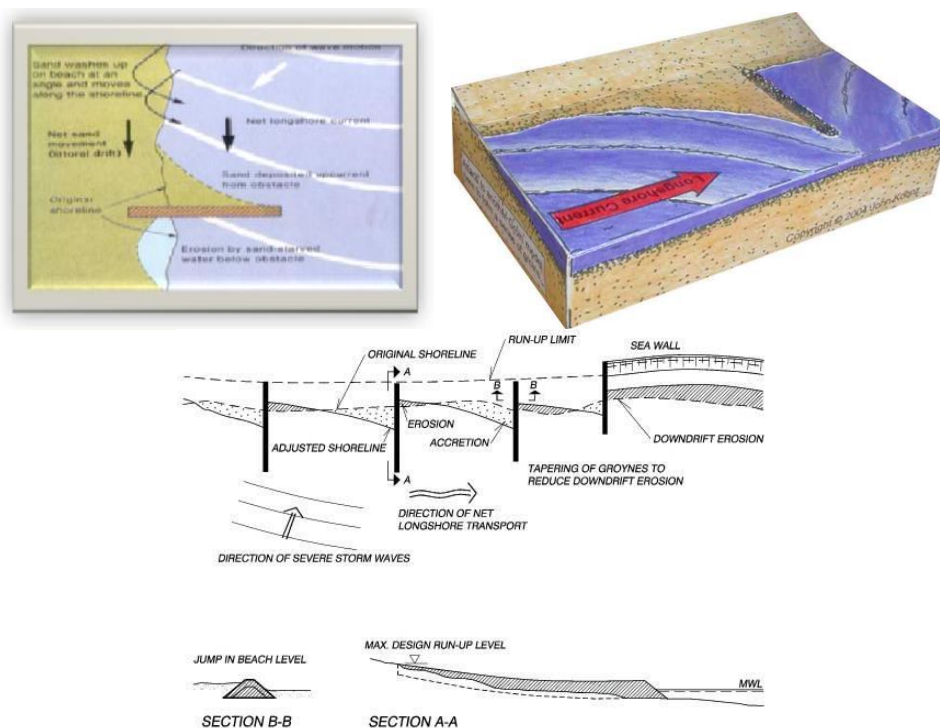
Sesuai dengan fungsinya, bangunan pantai dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok yaitu:

1. Konstruksi yang dibangun di pantai dan sejajar garis pantai
2. Konstruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai
3. Konstruksi yang dibangun di lepas pantai dan kira-kira sejajar garis pantai

Berikut ini akan dipaparkan beberapa jenis bangunan pelindung pantai;

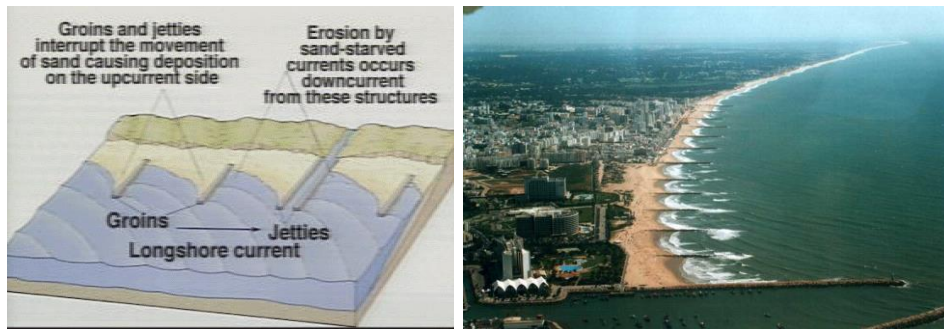
A. Groin

Groin adalah struktur pengaman pantai yang dibangun menjorok relatif tegak lurus terhadap arah pantai. Bahan konstruksinya umumnya kayu, baja, beton (pipa beton), dan batu. Pemasangan *groins* menginterupsi aliran arus pantai sehingga pasir terperangkap pada “*upcurrent side*,” sedangkan pada “*downcurrent side*” terjadi erosi, karena pergerakan arus pantai yang berlanjut.



Gambar 56. Gambar hidrodinamika teoritis *groin*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Penggunaan *groin* dengan menggunakan satu buah *groin* tidaklah efektif. Biasanya perlindungan pantai dilakukan dengan membuat suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa *groin* yang ditempatkan dengan jarak tertentu. Hal ini dimaksudkan agar perubahan garis pantai tidak terlalu signifikan.



Gambar 57. Konstruksi *groin* pada pinggir pantai.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Selain tipe lurus seperti yang ada pada gambar ada juga *groin* tipe L dan tipe T, yang kesemuanya dibangun berdasarkan kebutuhan

B. Jetty

Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang diletakan di kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mengurangi pendangkalan alur oleh sedimen pantai. Pada penggunaan muara sungai sebagai alur pelayaran, pengendapan dimuara dapat mengganggu lalu lintas kapal. Untuk keperluan tersebut *jetty* harus panjang sampai ujungnya berada di luar sedimen sepanjang pantai juga sangat berpengaruh terhadap pembentukan endapan tersebut. Pasir yang melintas didepan muara gelombang pecah. Dengan *jetty* panjang transport sedimen sepanjang pantai dapat tertahan dan pada alur pelayaran kondisi gelombang tidak pecah, sehingga memungkinkan kapal masuk kemuara sungai.



Gambar 58. *Single Jetty*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Selain untuk melindungi alur pelayaran, *jetty* juga dapat digunakan untuk mencegah pendangkalan dimuara dalam kaitannya dengan pengendalian banjir. Sungai-sungai yang bermuara pada pantai yang berpasir engan gelombang yang cukup besar sering mengalami penyumbatan muara oleh endapan pasir karena pengaruh gelombang dan angin, endapan pasir terbentuk di muara. Transport akan terdorong oleh gelombang masuk kemuara dan

kemudian diendapkan. endapan yang sangat besar dapat menyebabkan tersumbatnya muara sungai. penutupan muara sungai dapat menyebabkan terjadinya banjir didaerah sebelah hulu muara. Pada musim penghujan air banjir dapat mengerosi endapan sehingga sedikit demi sedikit muara sungai terbuka kembali. Selama proses penutupan dan pembukaan kembali tersebut biasanya disertai dengan membeloknya muara sungai dalam arah yang sama dengan arah transport sedimen sepanjang pantai.

Jetty dapat digunakan untuk menanggulangi masalah tersebut, mengingat fungsinya hanya untuk penanggulangan banjir, maka dapat digunakan salah satu dari bangunan berikut, yaitu *jetty* panjang, *jetty* sedang, *jetty* pendek. *Jetty* panjang apabila ujungnya berada diluar gelombang pecah. tipe ini efektif untuk menghalangi masuknya sedimen kemuara, tetapi biaya konstruksi sangat mahal, sehingga kalau fungsinya hanya untuk penanggulangan banjir maka penggunaan *jetty* tersebut tidak ekonomis. Kecuali apabila daerah yang harus dilindungi terhadap banjir sangat penting. *Jetty* sedang dimana ujungnya berada anatar muka air surut dan lokasi gelombang pecah, dapat menahan sebagian transport sedimen sepanjang pantai. Alur diujung *jetty* masih memungkinkan terjadinya endapan pasir. Pada *jetty* pendek, kaki ujung bangunan berada pada permukaan air surut. fungsi utama bnagunan ini adalah menahan berbeloknya muara sungai dan mengkonsentrasikan aliran pada alur yang telah ditetapkan untuk bisa mengerosi endapan, sehingga pada awal musim penghujan di mana debit besar (banjir) belum terjadi, muara sungai telah terbuka.



Gambar 59. *Double jetty*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Selain ketiga tipe *jetty* tersebut, dapat pula dibuat bangunan yang ditempatkan pada kedua sisi atau hanya satu sisi tebing muara yang tidak menjorok kelaut. Bangunan ini sama sekali tidak mencegah terjadinya endapan di muara, fungsi bangunan ini sama dengan *jetty* pendek, yaitu mencegah berbeloknya muara sungai dengan mengkonsentrasikan aliran untuk mengerosi endapan.

C. Breakwater

Breakwater atau dalam hal ini pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Pemecah gelombang dibangun sebagai salah satu bentuk perlindungan pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum sampai ke pantai, sehingga terjadi endapan dibelakang bangunan. Endapan ini dapat menghalangi transport sedimen sepanjang pantai.



Gambar 60. *Breakwater*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Sebenarnya *breakwater* atau pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan lepas pantai. Tipe pertama banyak digunakan pada perlindungan perairan pelabuhan, sedangkan tipe kedua untuk perlindungan pantai terhadap erosi. Secara umum kondisi perencanaan kedua tipe adalah sama, hanya pada tipe pertama perlu ditinjau karakteristik gelombang di beberapa lokasi di sepanjang pemecah

gelombang, seperti halnya pada perencanaan *groin* dan *jetty*. Penjelasan lebih rinci mengenai pemecah gelombang sambung pantai lebih cenderung berkaitan dengan palabuhan dan bukan dengan perlindungan pantai terhadap erosi. pemecah gelombang lepas pantai dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai, maka tergantung pada panjang pantai yang dilindungi, pemecah gelombang lepas pantai dapat dibuat dari satu pemecah gelombang atau suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa ruas pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah.

Bangunan ini berfungsi untuk melindungi pantai yang terletak dibelakangnya dari serangan gelombang yang dapat mengakibatkan erosi pada pantai. Perlindungan oleh pemecahan gelombang lepas pantai terjadi karena berkurangnya energi gelombang yang sampai di perairan di belakang bangunan. Karena pemecah gelombang ini dibuat terpisah ke arah lepas pantai, tetapi masih di dalam zona gelombang pecah (*breaking zone*). Maka bagian sisi luar pemecah gelombang memberikan perlindungan dengan meredam energi gelombang sehingga gelombang dan arus di belakangnya dapat dikurangi.

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan peredam gelombang sebagian energinya akan dipantulkan (refleksi), sebagian diteruskan (transmisi) dan sebagian dihancurkan (dissipasi) melalui pecahnya gelombang, kekentalan fluida, gesekan dasar dan lain-lainnya. Pembagian besarnya energi gelombang yang dipantulkan, dihancurkan dan diteruskan tergantung karakteristik gelombang datang (periode, tinggi, kedalaman air), tipe bangunan peredam gelombang (permukaan halus dan kasar, lulus air dan tidak lulus air) dan geometrik bangunan peredam (kemiringan, elevasi, dan puncak bangunan). Berkurangnya energi gelombang di daerah terlindung akan mengurangi pengiriman sedimen di daerah tersebut. Maka pengiriman sedimen sepanjang pantai yang berasal dari daerah di sekitarnya akan diendapkan dibelakang bangunan. Pantai di belakang struktur akan stabil dengan terbentuknya endapan sediment tersebut.

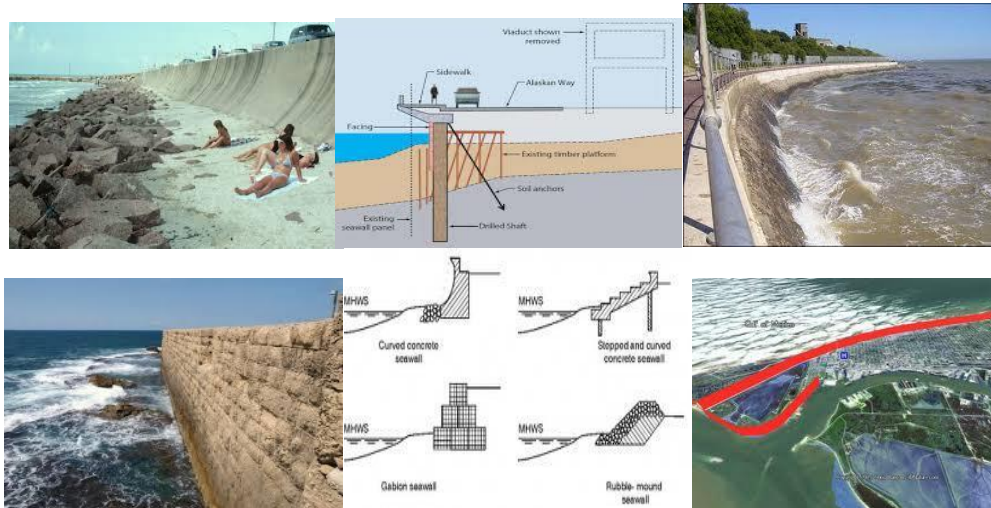
D. Seawall

Seawall hampir serupa dengan *revetment* (struktur pelindung pantai yang dibuat sejajar pantai dan biasanya memiliki permukaan miring), yaitu dibuat sejajar pantai tapi *seawall* memiliki dinding relatif tegak atau lengkung. *Seawall* juga dapat dikatakan sebagai dinding banjir yang berfungsi sebagai pelindung/penahan terhadap kekuatan gelombang. *Seawall* pada umumnya dibuat dari konstruksi padat seperti beton, turap baja/kayu, pasangan batu atau pipa beton sehingga *seawall* tidak meredam energi gelombang, tetapi gelombang yang memukul permukaan *seawall* akan dipantulkan kembali dan menyebabkan gerusan pada bagian tumitnya. Bentuk *seawall* dapat dilihat pada gambar 61.

E. Artificial Headland

Tanjung buatan adalah struktur batuan yang dibangun di sepanjang ujung pantai mengikis bukit-bukit untuk melindungi titik strategis, yang memungkinkan proses-proses alam untuk melanjutkan sepanjang bagian depan yang tersisa. Hal ini secara signifikan lebih murah daripada melindungi seluruh bagian depan dan dapat memberikan perlindungan sementara atau jangka panjang dengan aktif dari berbagai macam resiko. Tanjung sementara dapat dibentuk dari gabions atau kantong pasir, namun umurnya biasanya tidaklah panjang antara 1 sampai 5 tahun. Bentuk *artificial headland* dapat dilihat pada gambar 62. Tanjung buatan berfungsi menstabilkandaerah pesisir pantai, membentuk garis pantai semakin stabil, garis pantai menjadi lebih menjorok sehingga energi gelombang akan hilang pada daerah

shoreline dan akhirnya membentuk pesisir rencana yang lebih stabil dan dapat berkembang. Stabilitas akan tergantung pada panjang dan jarak dari tanjung. struktur pendek dengan celah panjang akan memberikan perlindungan lokal tetapi tidak mungkin mengizinkan bentuk rencana stabil untuk dikembangkan. Jika erosi berlangsung terus-menerus tanjung mungkin perlu diperpanjang atau dipindahkan untuk mencegah kegagalan struktural, meskipun tanjung buatan akan terus memberikan perlindungan sebagai breakwaters perairan dekat pantai.



Gambar 61. *Seawall*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

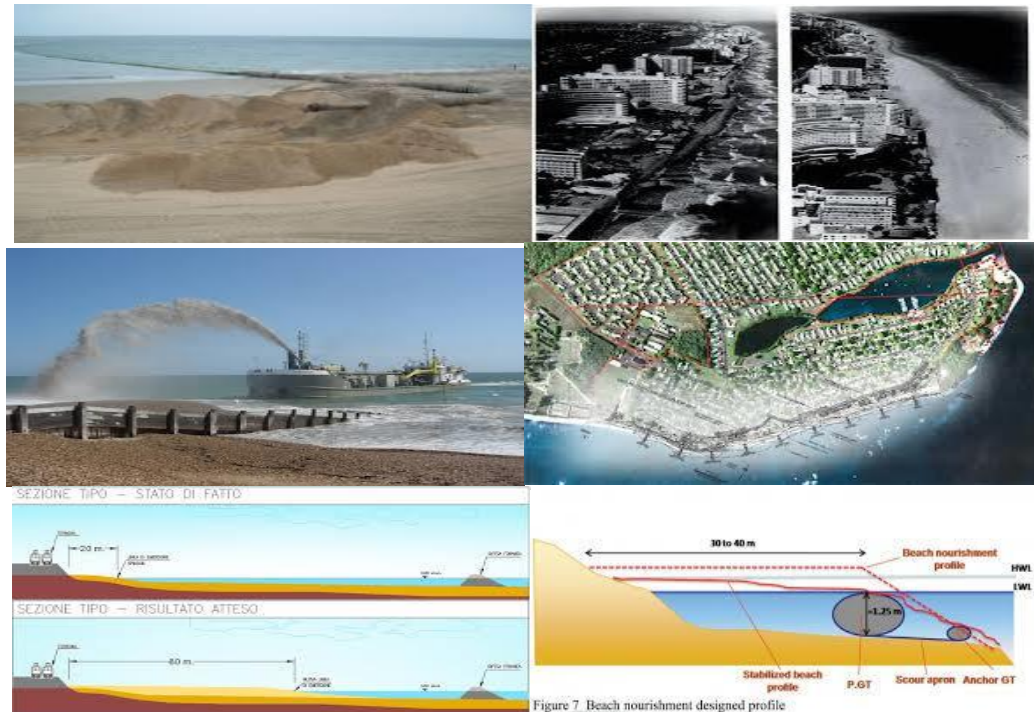


Gambar 62. *Artificial headland*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

F. Beach Nourishment

Beach Nourishment merupakan usaha yang dilakukan untuk memindahkan sedimentasi pada pantai ke daerah yang terjadi erosi, sehingga menjaga pantai tetap stabil. Kita ketahui erosi dapat terjadi jika di suatu pantai yang ditinjau terdapat kekurangan suplai pasir.

Stabilitas pantai dapat dilakukan dengan penambahan suplai pasir ke daerah yang terjadi erosi itu. Apabila erosi terjadi secara terus menerus, maka suplai pasir harus dilakukan secara berkala dengan laju sama dengan kehilangan pasir. Untuk pantai yang cukup panjang maka penambahan pasir dengan cara pembelian kurang efektif sehingga digunakan alternatif pasir diambil dari hasil sedimentasi sisi lain dari pantai.

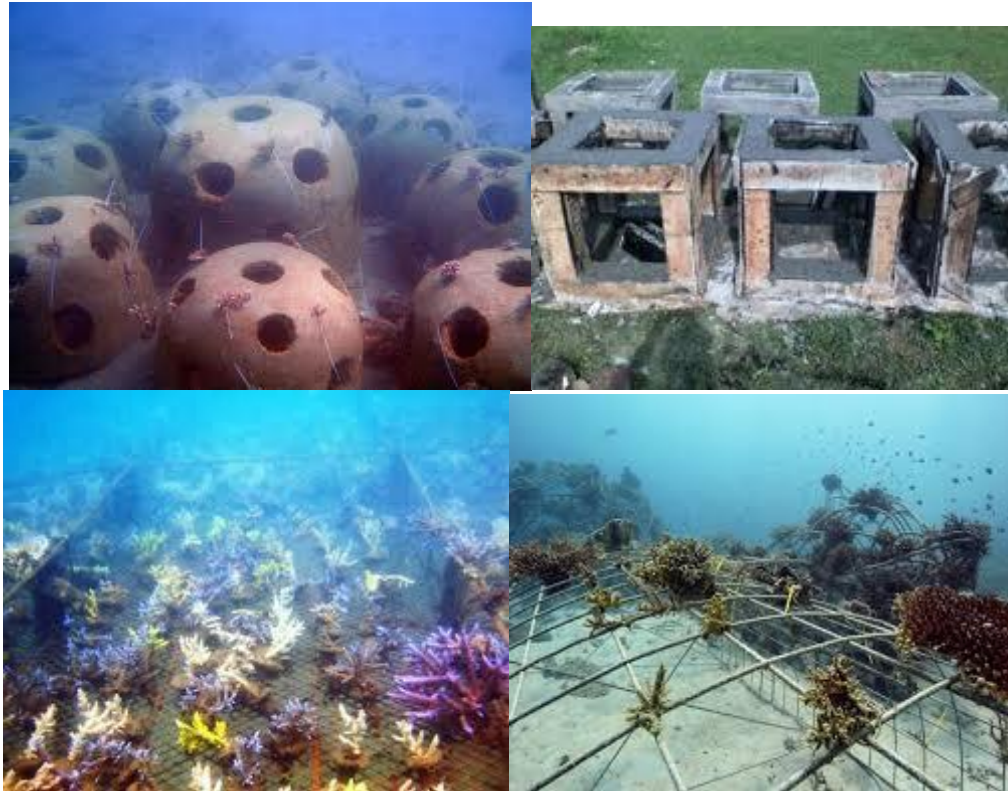


Gambar 63. *Beach nourishment.*
Sumber : Ahmad Herison, 2014

G. Terumbu Buatan

Terumbu buatan (*artificial reef*) bukanlah hal baru, di Jepang dan Amerika usaha ini telah dilakukan lebih dari 100 tahun yang lalu. Mula-mula dilakukan dengan menempatkan material natural berukuran kecil sebagai upaya untuk menarik dan meningkatkan populasi ikan. Di Indonesia, terumbu buatan mulai disadari peranan dan kehadirannya oleh masyarakat luas sejak tahun 1980-an, pada saat dimana Pemda DKI Jakarta menyelenggarakan program bebas becak, dengan merazia seluruh becak yang beroperasi di ibu kota dan kemudian mengalami kesulitan dalam penampungannya, sehingga pada akhirnya bangkai becak tersebut dibuang ke laut. Berbagai macam cara, baik tradisional maupun modern, bentuk dan bahan telah digunakan sebagai terumbu buatan untuk meningkatkan kualitas habitat ikan dan biota laut lainnya.

Saat ini sedang terjadi pergeseran paradigma rekayasa pantai dari pendekatan rekayasa secara teknis yang lugas (*hard engineering approach*) ke arah pendekatan yang lebih ramah lingkungan (*soft engineering approach*). Salah satu contoh misalnya adalah bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) yang semula ambangnya selalu terletak di atas muka air laut, kini diturunkan elevasinya hingga terletak dibawah muka air laut.

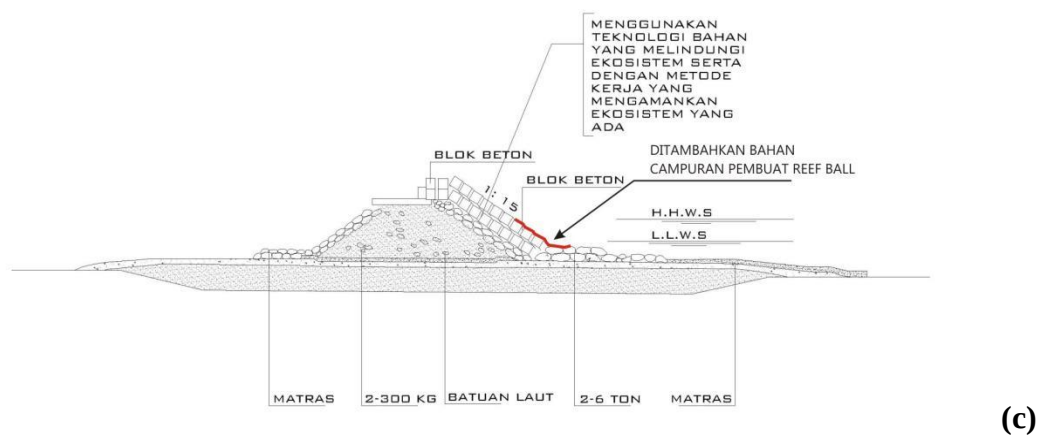
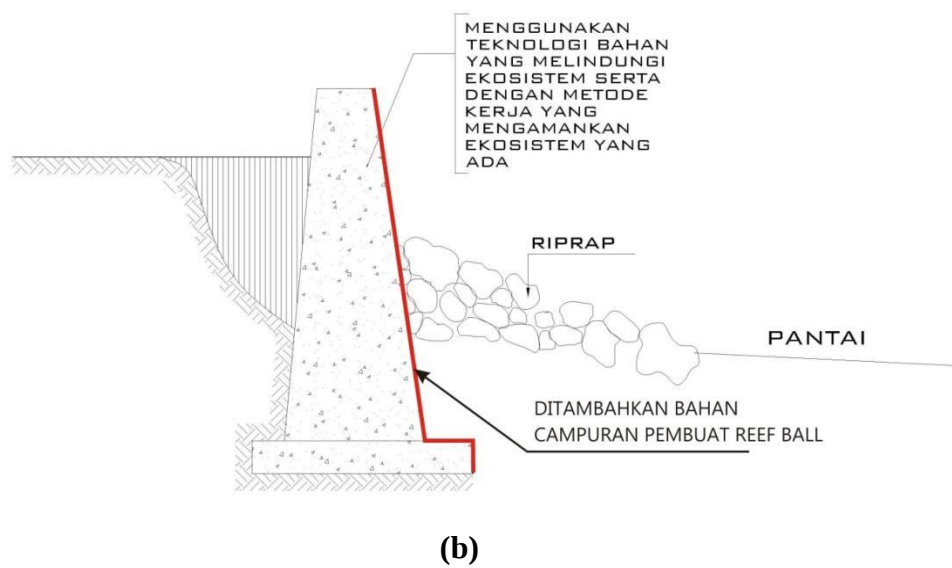
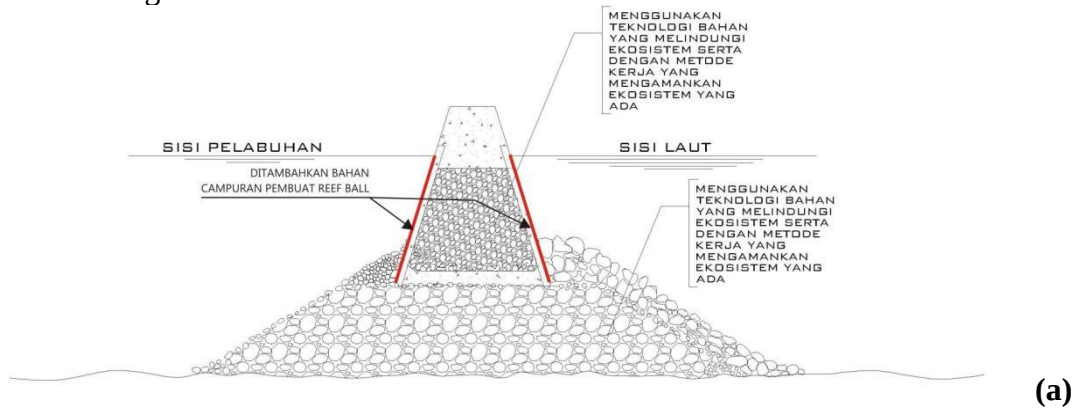


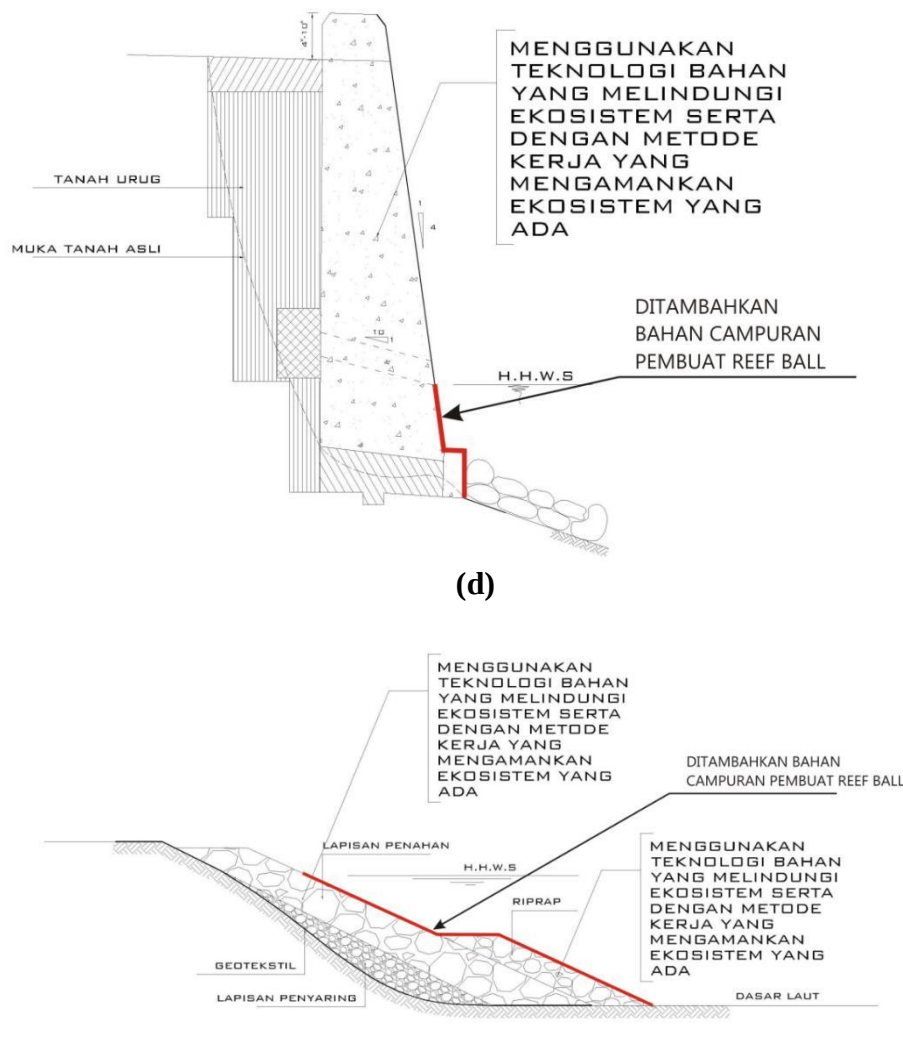
Gambar 64. Terumbu buatan
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Konstruksi hijau untuk bangunan tepi pantai adalah bangunan yang dirancang, dibangun, dan dioperasikan dengan menggunakan seluruh sistem *design approach*, dengan tujuan untuk mengoptimalkan seluruh kapasitas dari bangunan dan lingkungannya (Greendepot, 2009). Menurut Greendepot (2009) tiga faktor pendukung, diantaranya adalah efisiensi energi (baik dalam hal pemilihan bahan bangunan dan penggunaan energi aktual); kehidupan yang sehat bagi ekosistem dan manusia, termasuk kualitas udara di dalam bangunan; dan manajemen sumber energi secara cermat. Konstruksi hijau memiliki konsep bangunan sebagai berikut: (1) Pemilihan material yang *low energy-embodied*; (2) Orientasi tata letak bangunan; (3) Hemat energi; (4) Hemat penggunaan air; (5) Memiliki *recycle* air buangan; (6) Penanganan sampah 3 R; (7) *Low heat dissipation*; (8) Memperhatikan unsur iklim lokal; (9) Penggunaan HVAC yang ramah ozon; (10) Memiliki juklak/SOP pengoperasian bangunan dengan spirit penghematan energi dan sumber-sumber yang digunakan (Ignes, 2008).

Green Building Council Indonesia (GBIC, 2010) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan bangunan hijau adalah efisiensi dalam penggunaan lahan, energi, air dan material, baik itu dari segi kuantitas maupun jenis material yang ramah lingkungan. Selain itu juga yang dapat memberikan keamanan dan kenyamanan penggunaannya, baik dari segi kesehatan dan pemanfaatan ruang. Pengaturan tentang Desain ramah lingkungan atau desain hijau sebenarnya telah tertuang secara tidak langsung mulai dari UU No. 283/2002, Peraturan Pemerintah No. 36/2005 termasuk Peraturan Menteri yang menjadi bagian dari Peraturan Pemerintah tersebut yaitu Permen PU No. 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung yang memuat SNI dan Pedoman Teknis lain yang perlu diacu.

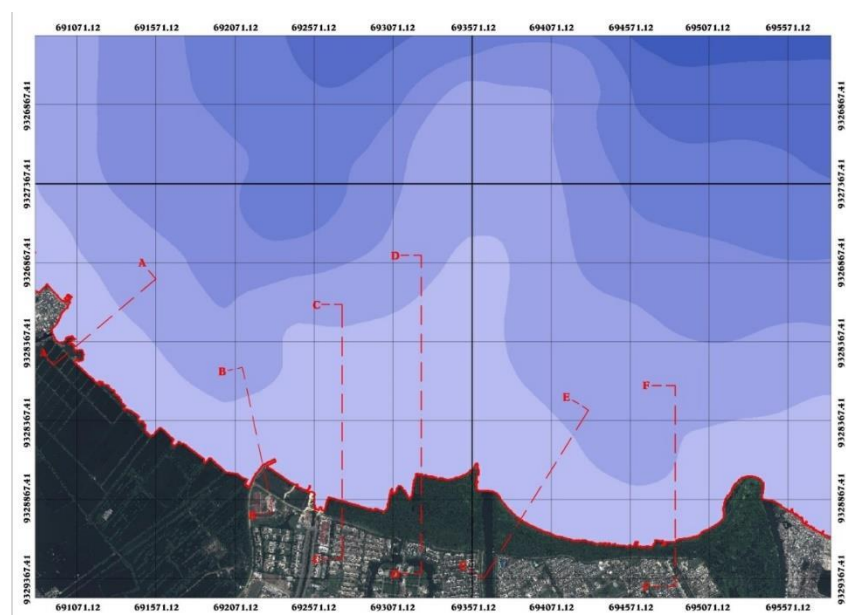
Berikut desain pola konstruksi yang mengilustrasikan dimana konstruksi bangunan serta metode mengamankan ekosistem.



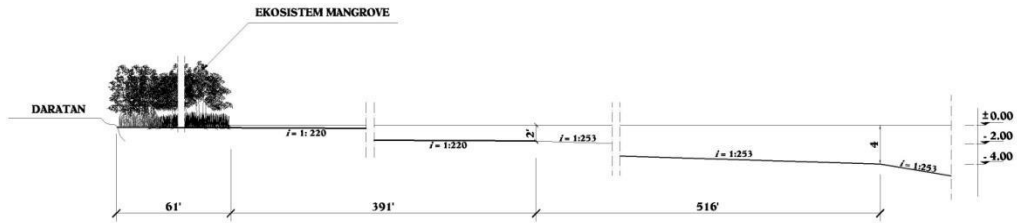


Gambar 65. Gambar pola desain konstruksi (a), (b), (c), (d) dan (e) yang mengamankan ekosistem dengan bahan dan metode kerja.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

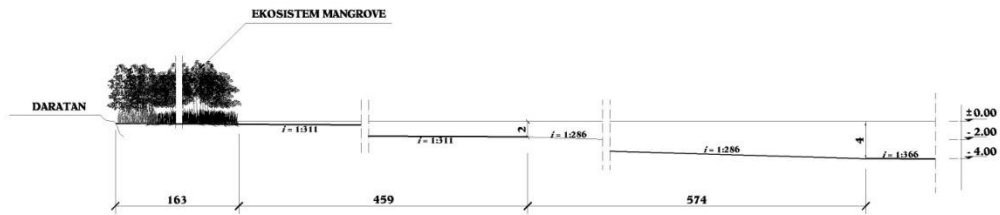
Profil Desain Mangrove Berdasarkan *Bathymetry*:



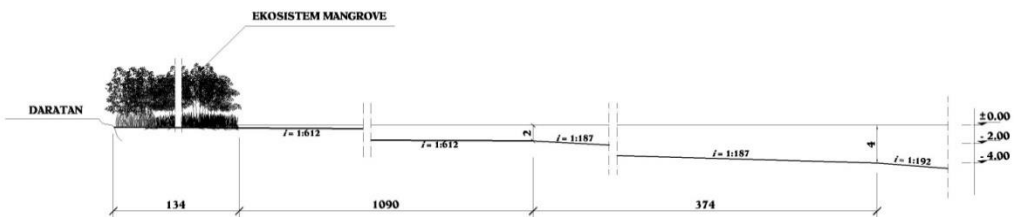
Gambar 66. Kondisi *existing bathymetry*
Sumber : Ahmad Herison, 2014



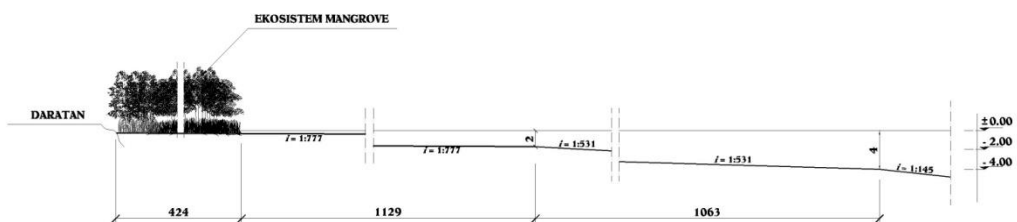
Gambar 67. Potongan A bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014



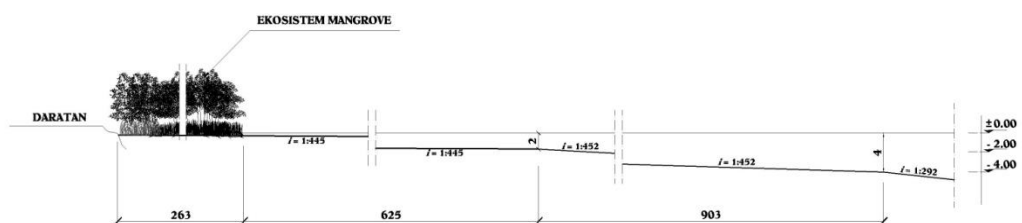
Gambar 68. Potongan B bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014



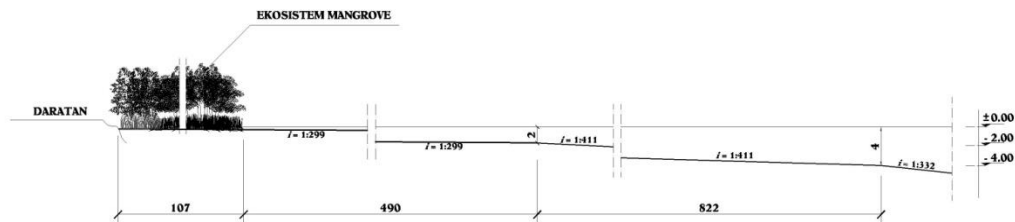
Gambar 69. Potongan C bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 70. Potongan D bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 71. Potongan E bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014

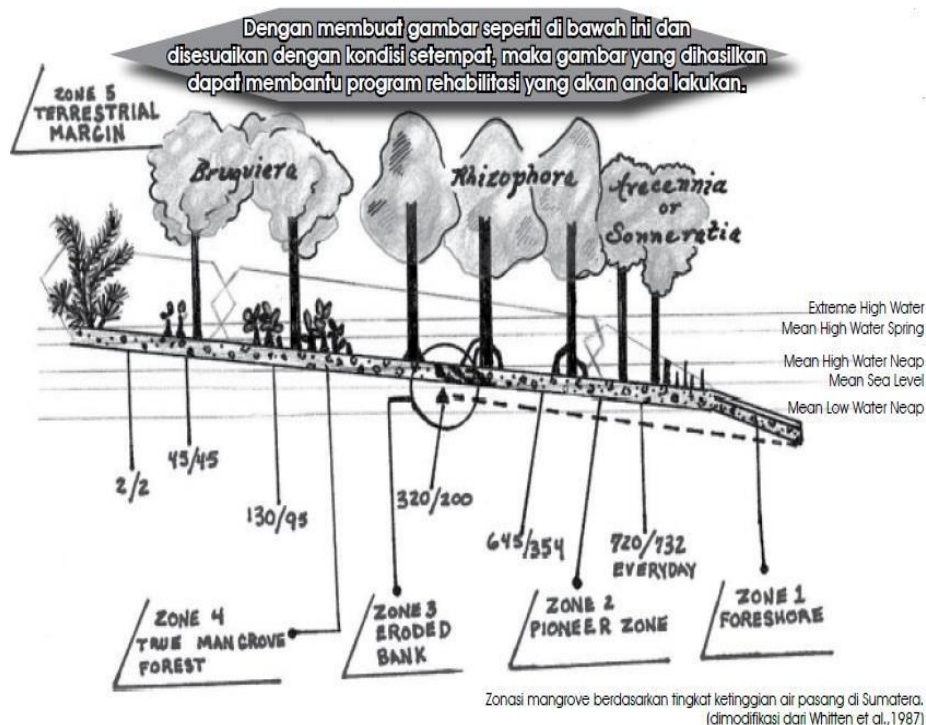


Gambar 72. Potongan F bathymetry
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Akan dicari profil *design* mangrove dikaitkan dengan *Bathymetry* di lokasi penelitian. Secara umum kemiringan *bathymetry* sejarak $\pm 500\text{m}$ dari bibir pantai turun 2 m dan sejarak $\pm 1000\text{m}$ turun 4 m. Dapat dikatakan kemiringan *bathymetry* di seputaran Pantai Indah Kapuk adalah sangat landai. Faktor tunggal yang paling penting dalam merencanakan suatu proyek restorasi mangrove adalah menentukan hidrologi normal (kedalaman, durasi dan frekuensi genangan air) dari tanaman mangrove alami (lokasi pembanding) di areal yang akan di restorasi.

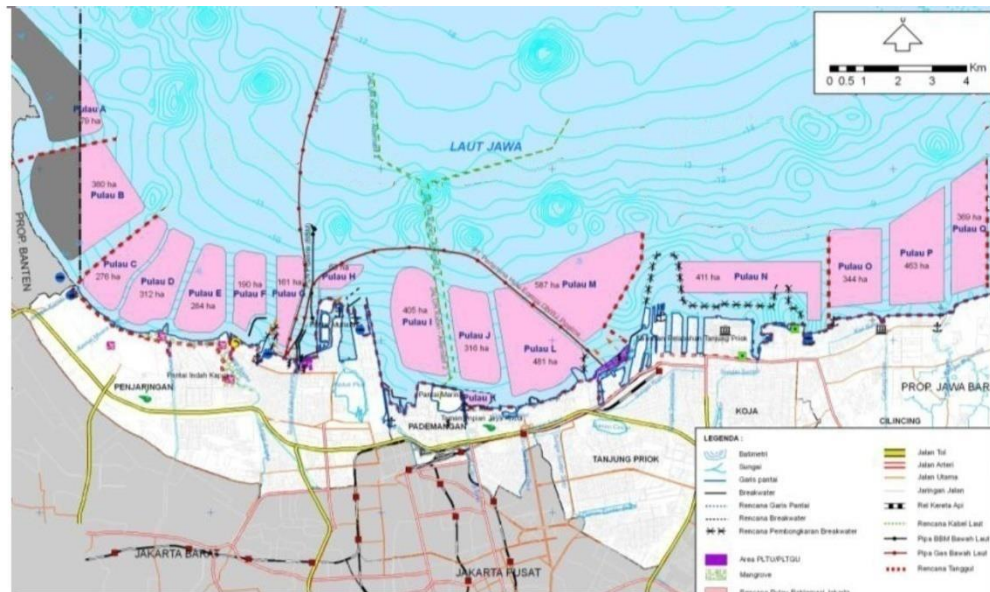
Kedalaman

- ❖ Masing-masing spesies mangrove tumbuh pada ketinggian substrat yang berbeda dan pada bagian tertentu tergantung pada besarnya paparan mangrove terhadap genangan air pasang.
- ❖ Kita perlu mempelajari tabel air pasang di daerah masing-masing dan mulai melakukan pengukuran di areal mangrove yang masih bagus dalam kaitan antara ketinggian substrat dengan berbagai spesies mangrove yang tumbuh pada setiap kedalaman.
- ❖ Salah satu kunci penting yang harus dilakukan ketika rehabilitasi mangrove adalah mencontoh tingkat kemiringan dan topografi substrat dari mangrove terdekat yang masih bagus kondisinya.



Gambar 72. Zonasi mangrove berdasarkan tingkat ketinggian air pasang di Sumatera. (dimodifikasi dari Whitten *et.al.*,1987)

Desain Zone Water Front City Amankan Pantai : Berdasarkan sumber awal jurnal dari Sylvira A. Azwar., Emirhadi Suganda., Priyono Tjptoherijanto., Henita Rahmayanti. 2013. *Model of Sustainable Urban Infrastructure at Coastal Reclamation of North Jakarta. Procedia Environmental Sciences* 17 (2013) 452 – 461. Publisher Elsevier. Didapatkan desain pembagian zona reklamasi dalam 17 pulau.



Gambar 73. Pembagian zona reklamasi 17 pulau.

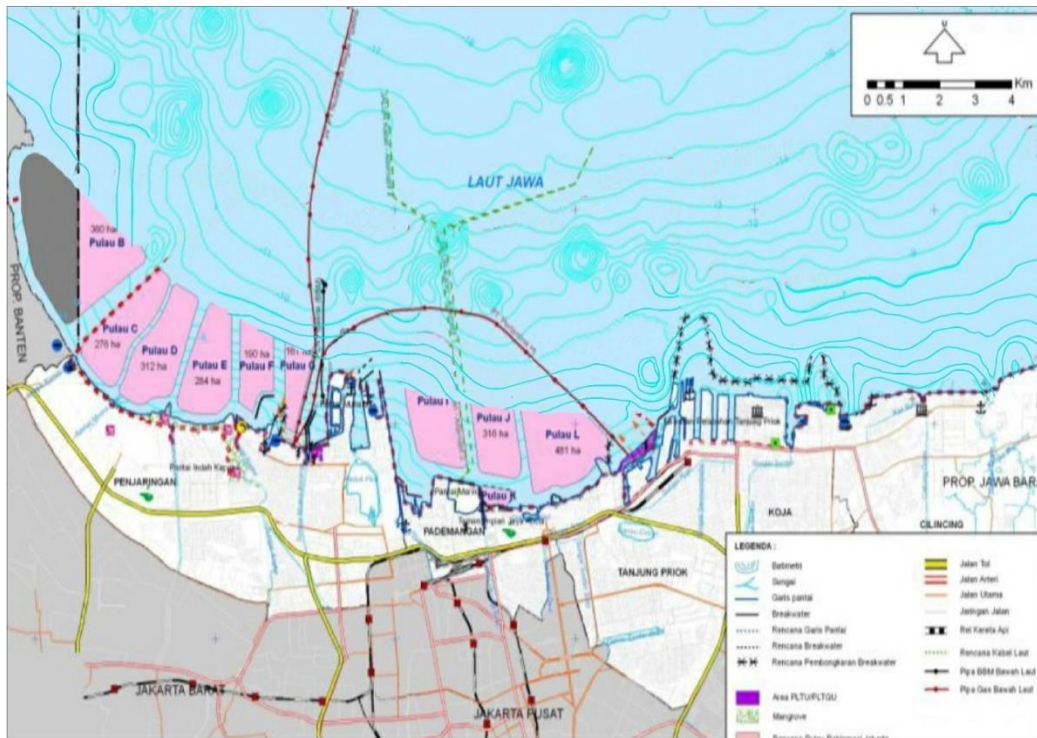
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pada gambar 73 penulis sedikit memberikan ilustrasi bahwa perencanaan di atas perlu adanya penelitian lebih dalam terkait morfologi pantai. Dikhawatirkan akan timbul persoalan baru sementara reklamasi berjalan dan terciptanya pulau yang tak kunjung selesai. Hal ini dimungkinkan karena perencanaan yaitu sebagai berikut:

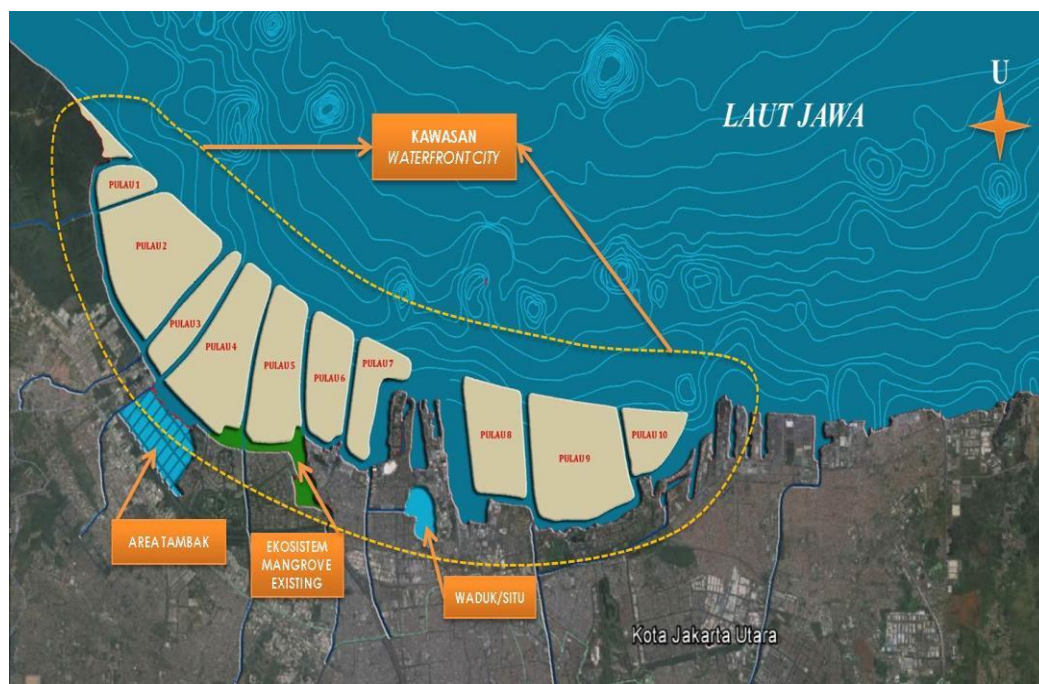
1. Garis bibir pantai yang diciptakan tidak streamline terhadap bathymetri yang ada maka akan sangat mungkin menimbulkan masalah sedimentasi dan akresi.
2. Pulau di dekat pelabuhan Tanjung Priok justru menutup kolam putar dari area Kepentingan Pelabuhan sehingga Pelabuhan akan lumpuh. Karena pelabuhan itu terikat dengan perjanjian Internasional Kepelabuhanan.
3. Belum terlihat daerah pembatas yang kuat untuk menekan pergerakan sudut gelombang datang yang dapat menyebabkan sedimentasi ataupun erosi.

Untuk itu penulis melakukan sedikit penelaahan terhadap 17 pulau tersebut dengan memotong pulau pulau menjadi 9 pulau dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Membuat garis bibir pantai streamline sehingga memperkecil ruang gerak sudut datang dan pergi gelombang.
2. Membuat pembatas lingkup pantai yang kuat di barat dan timur pulau pulau sehingga akan tercapai keseimbangan di lingkup pulau itu saja.
3. Wilayah pelabuhan akan di perbesar dengan memperhatikan aspek kepelabuhanan.
4. Ekosistem dan lingkungan yang ada masih memungkinkan dijaga dan dikelola melalui 9 pulau dibandingkan dengan pulau di sebelah sisi pelabuhan ke timur.
5. Pengaruh *Backwater* dapat diperkecil di bandingkan semua wilayah di reklamasi. Tentunya hal di atas perlu penelitian lebih lanjut kedalam tingkat DED (*Detail Engineering Design*) sehingga di dapat hasil yang mendekati.



Gambar 74. Perubahan zona reklamasi menjadi 9 pulau
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 75. Gambar desain pengelolaan pantai dengan 10 pulau berbasis ekosistem mangrove dan teknik pantai berkelanjutan.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Pengelolaan yang berkelanjutan perpaduan ekosistem mangrove dan bangunan tepi pantai di paparkan pada gambar 65. Yang masuk wilayah studi adalah pulau 4 dan 5. Selanjutnya akan di buatnakan teknik pengelolaan dalam desain detail nya pada bahasan berikutnya

Disain Layout Konstruksi Menyatu dengan Mangrove: Dengan dasar Gambar 71 serta algoritma yang dibuat maka dibuat disain sebagai masukan dalam perencanaan bangunan tepi pantai di Jakarta Utara.

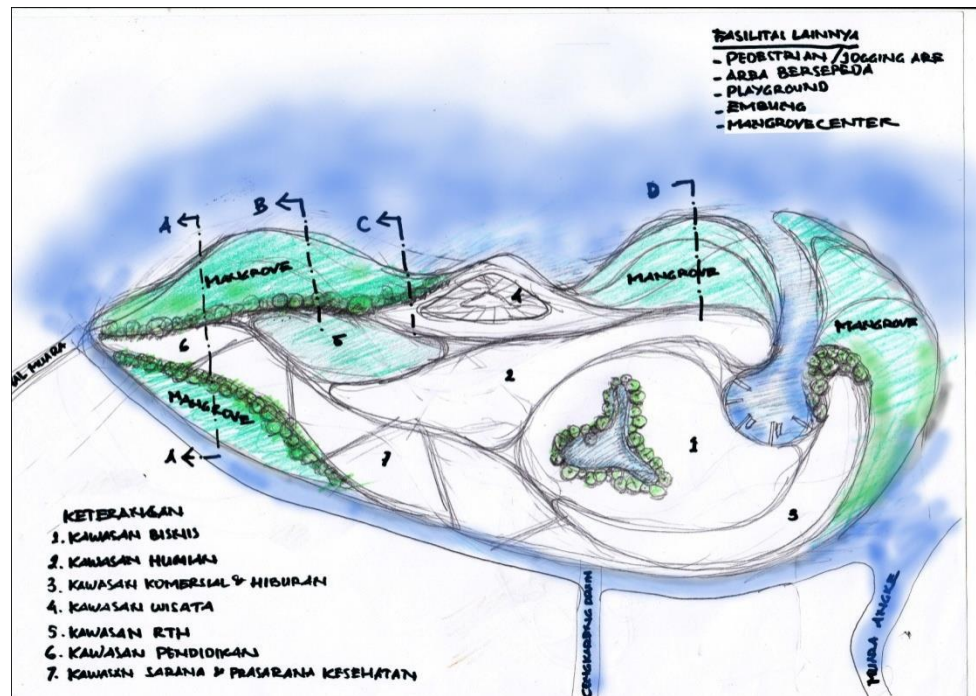


Gambar 76. Pola zona desain mangrove pada bangunan tepi pantai.

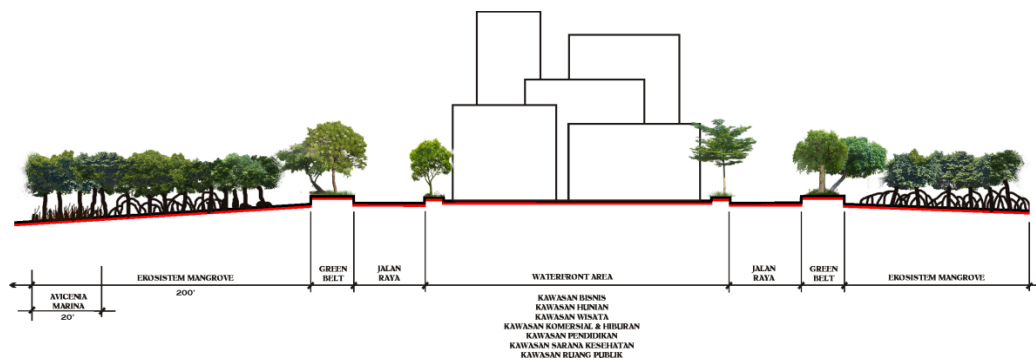
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Filosofi dan konsep yang diambil adalah keterkaitan antara ekosistem mangrove dengan konstruksi bangunan. Penataan ruang yang bersifat multi fungsi menjadi ketertarikan tersendiri dalam menyajikan nuansa ekosistem mangrove dalam bentuk ekowisata. Fungsi mangrove secara keseluruhan dapat berlaku dan konstruksi dengan teknologi bahan yang ramah lingkungan serta mendekatkan dengan ekosistem pantai sehingga membuat menyatunya konstruksi bangunan, mangrove dan habitat yang ada di sekitarnya.

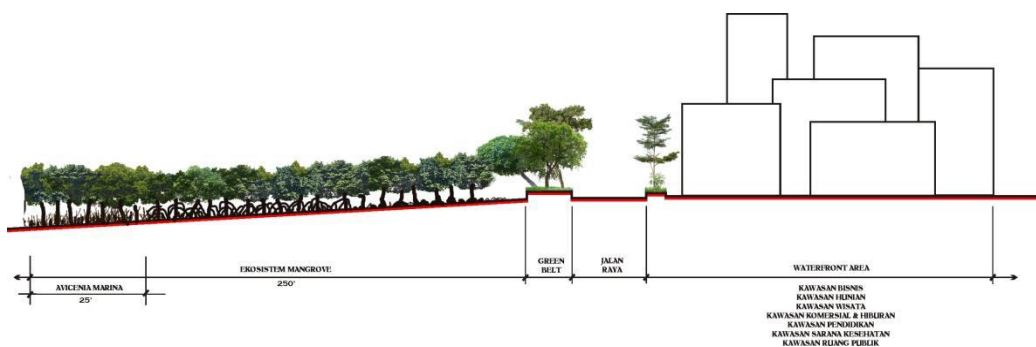
Desain Gambar 76 dibuatkan detail pada masing-masing titik seperti gambar di bawah.



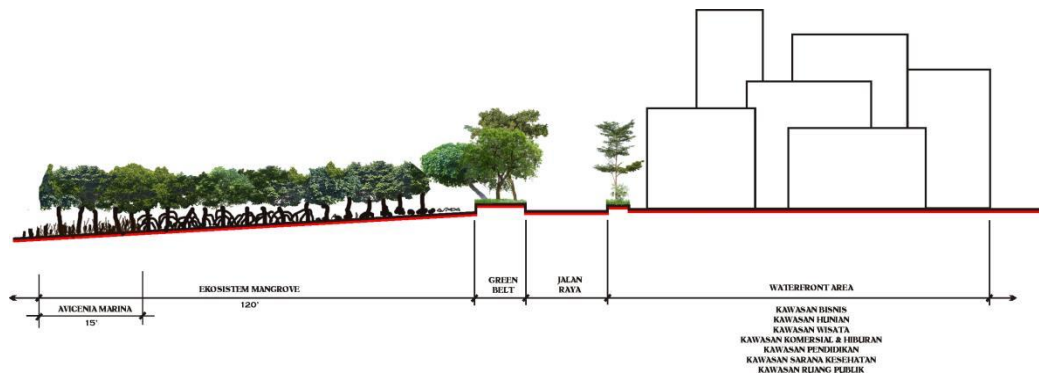
Gambar 77 Freehand Design konsep 1
Sumber : Ahmad Herison, 2014



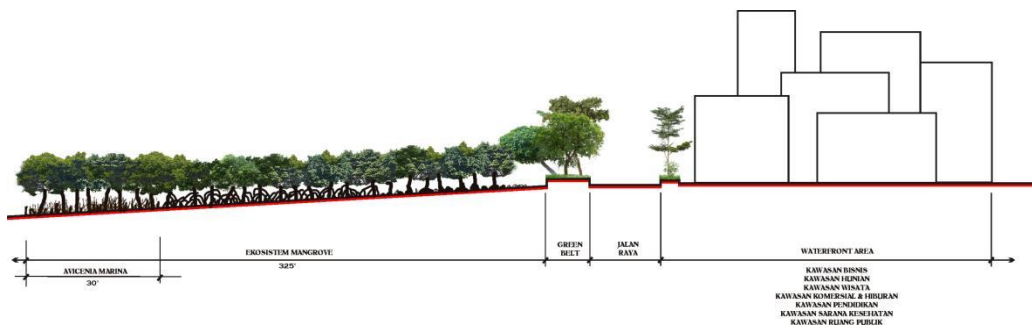
Gambar 78 Potongan A konsep 1
Sumber : Ahmad Herison, 2014



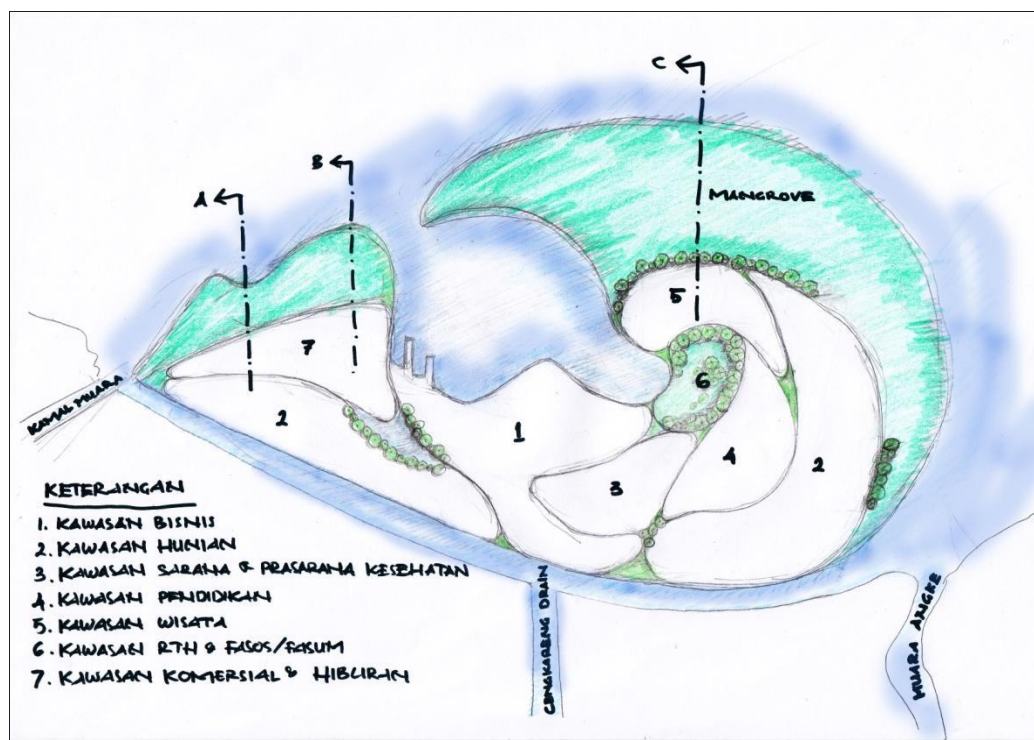
Gambar 79 Potongan B konsep 1
Sumber : Ahmad Herison, 2014



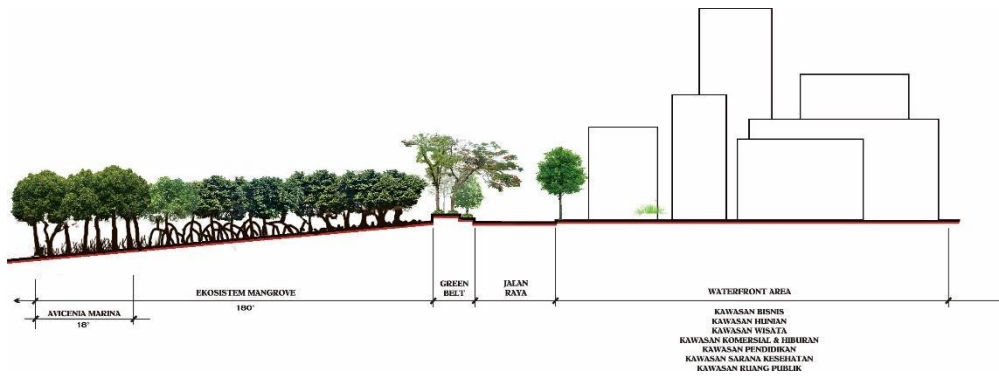
Gambar 80 Potongan C konsep 1
Sumber : Ahmad Herison, 2014



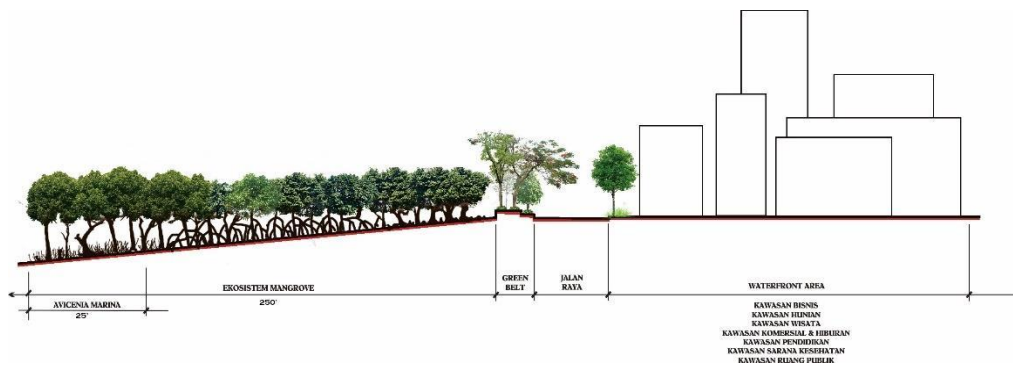
Gambar 81 Potongan D konsep 1
Sumber : Ahmad Herison, 2014



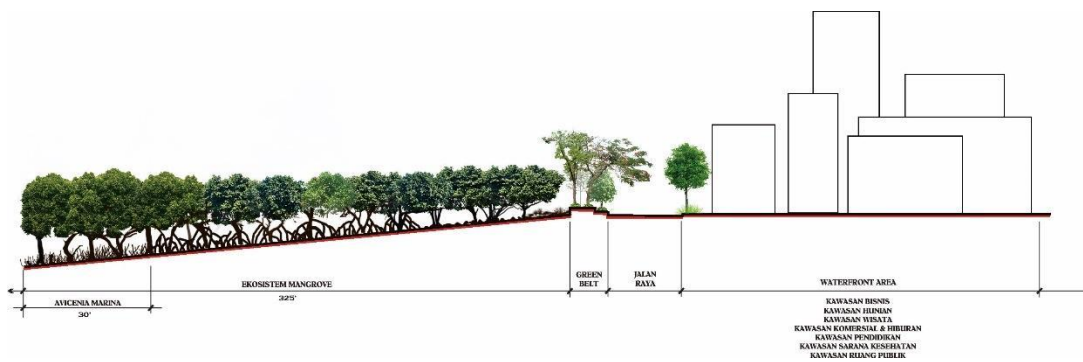
Gambar 82. Freehand design konsep 2
Sumber : Ahmad Herison, 2014



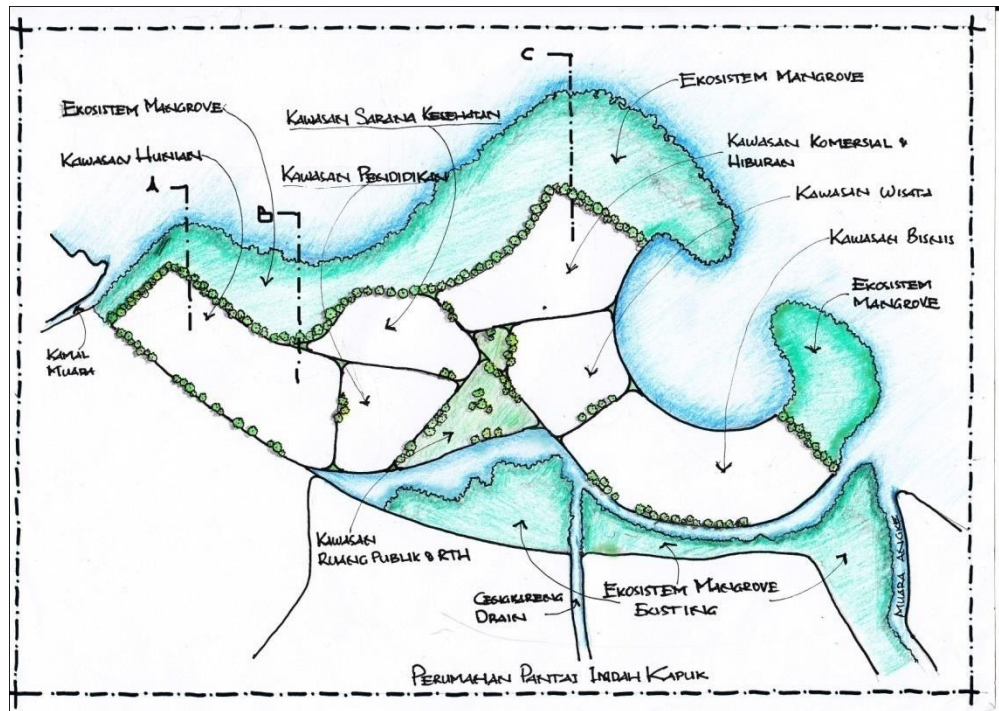
Gambar 83. Potongan A konsep 2
Sumber : Ahmad Herison, 2014



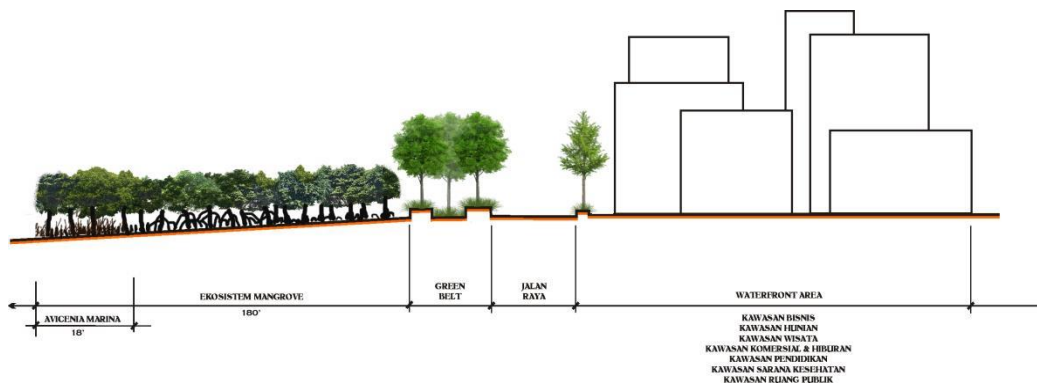
Gambar 84. Potongan B konsep 2
Sumber : Ahmad Herison, 2014



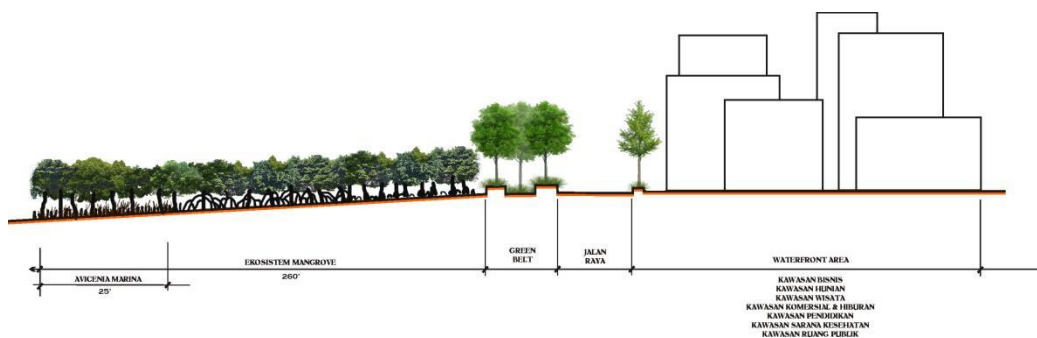
Gambar 85. Potongan C konsep 2
Sumber : Ahmad Herison, 2014



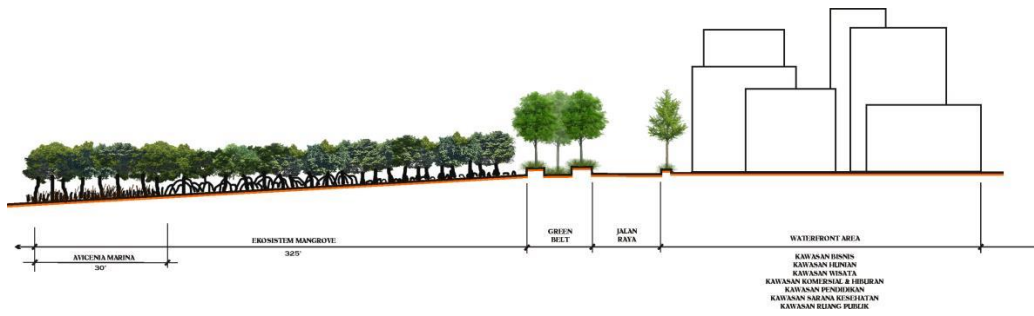
Gambar 86. Freehand design konsep 3
Sumber : Ahmad Herison, 2014



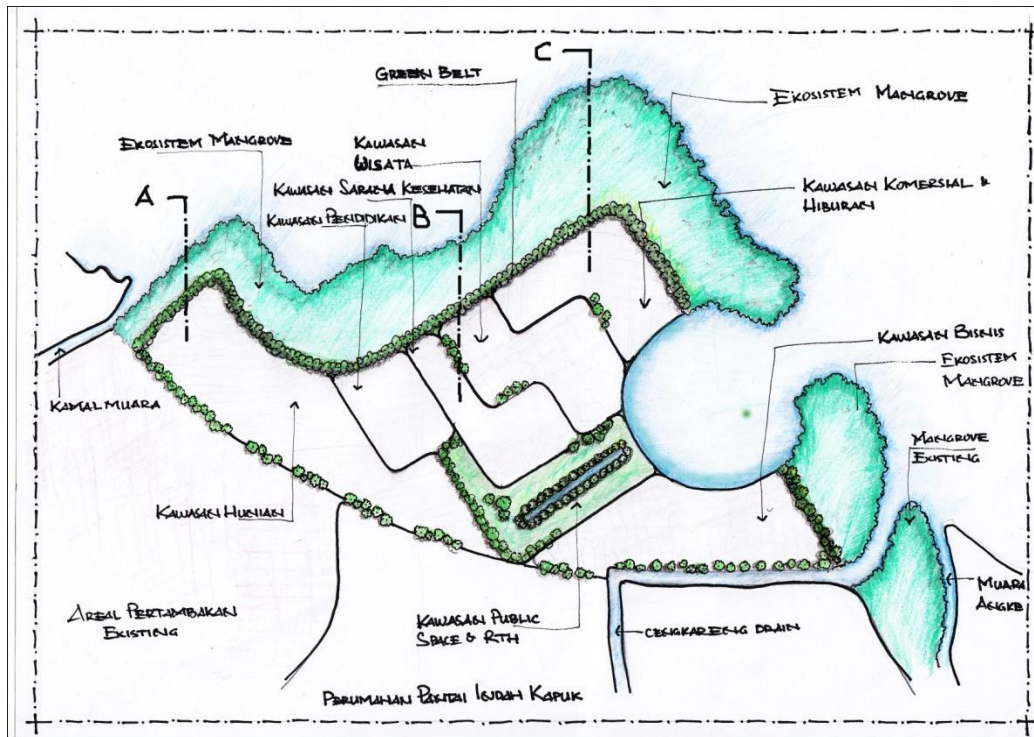
Gambar 87. Potongan A konsep 3
Sumber : Ahmad Herison, 2014



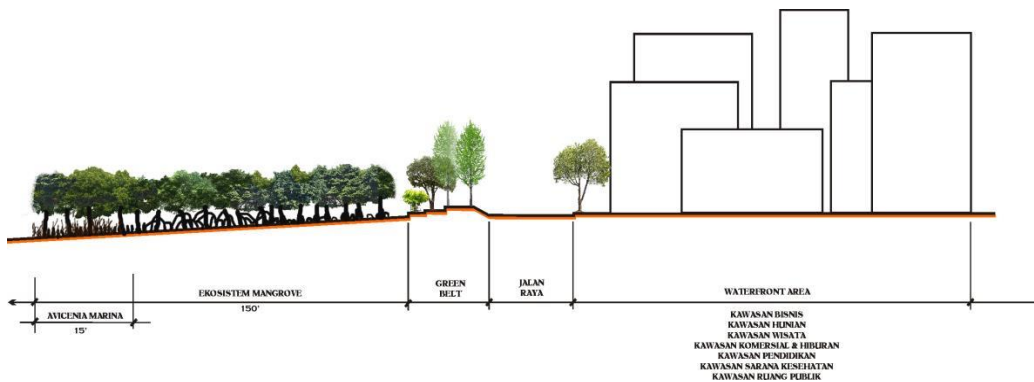
Gambar 88. Potongan B konsep 3
Sumber : Ahmad Herison, 2014



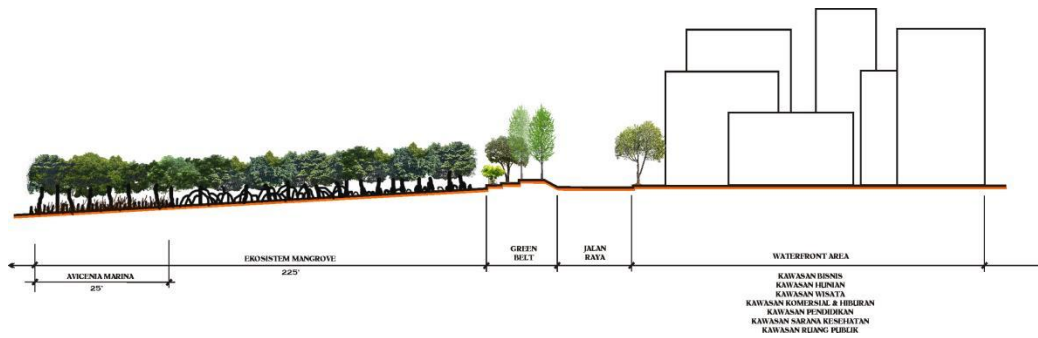
Gambar 89. Potongan C konsep 3
Sumber : Ahmad Herison, 2014



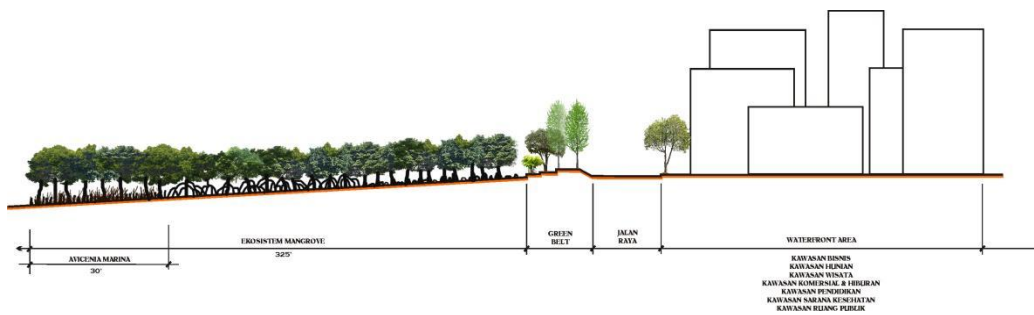
Gambar 90. Freehand design konsep 4
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 91. Potongan A konsep 4
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 92. Potongan B konsep 4
Sumber : Ahmad Herison, 2014



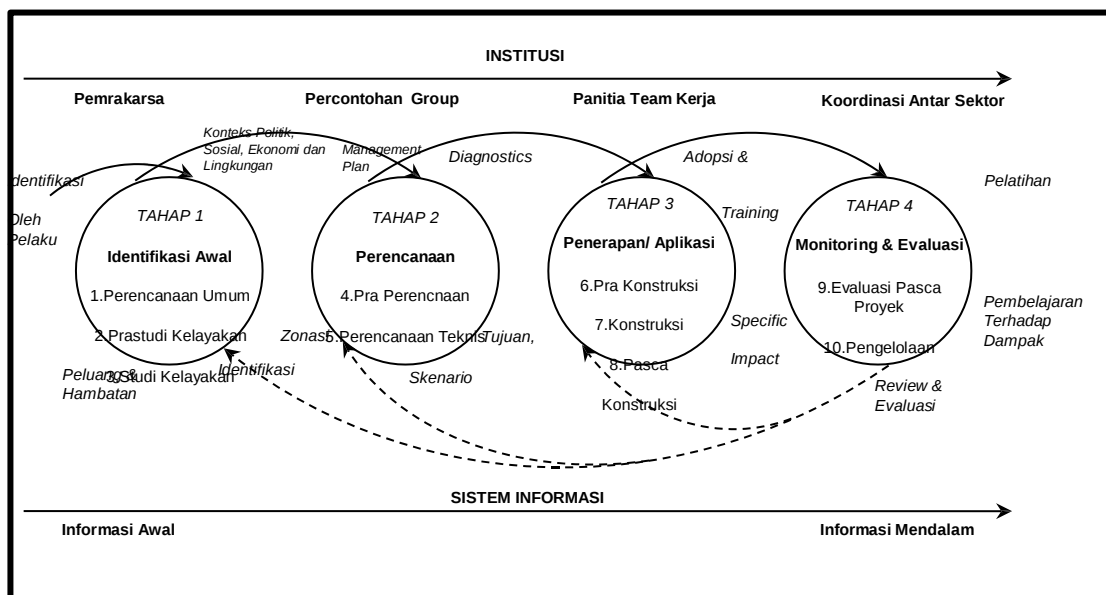
Gambar 93. Potongan C konsep 4
Sumber : Ahmad Herison, 2014



Gambar 94. Alternatif disain zona bangunan tepi pantai.
Sumber : Ahmad Herison, 2014

Desain Pengelolaan Terpadu Kawasan Pesisir dan lautan Berbasis Teknik Pantai dan Ekosistem mangrove : Tahapan ini merupakan tahap akhir dari sebuah perencanaan secara keseluruhan yaitu mendisain pengelolaan terpadu kawasan pesisir dan lautan berkelanjutan yang diteliti. Pengelolaan Terpadu Kawasan Pesisir dan lautan (ICM) didefinisikan sebagai proses berulang-ulang dan kolektif yang harus dikoordinasikan dengan menggunakan pendekatan multi disiplin, yang urutan disederhanakan menghubungkan ilmu pengetahuan dan manajemen. Siklus proyek adalah proses dasar ICM, dengan ide sentral dari beberapa langkah menyusun perencanaan, komitmen , pelaksanaan dan evaluasi (Pernetta dan Elder 1993; Cicin - Sain dan Knecht 1998; Olsen *et al* 1999; Key dan Alder 1999; Chua 2006; Satumanatpan dan Henocque 2010).

Henocque dan Denis (2001) mengusulkan proses ICM menjadi 8 langkah dengan urutan sebagai berikut : inisialisasi kondisi untuk proses pengelolaan pesisir , kelayakan pelaksanaan, sosial - lingkungan penilaian, skenario atau alternatif , penyusunan rencana aksi, pengambilan keputusan (kelembagaan) pengaturan , rencana pelaksanaan dan evaluasi dengan di bagi dalam 3 tahapan. Pada siklus Henocque dan Denis (2001) sedikit di modifikasi oleh penulis di bagian tahapan menjadi 4 tahap serta urutan pelaksanaan disesuaikan dengan kondisi wilayah penelitian berbasis Ekosistem Mangrove dan Teknik Pantai (Gambar 95).



Gambar 95. Siklus Pengelolaan Terpadu Kawasan Pesisir dan Lautan Berbasis Ekosistem Mangrove dan Teknik Pantai (modifikasi dari Henocque dan Denis 2001)

Pada siklus di atas, pelaku pesisir baik itu investor, pemerintah dan berbagai stakeholder memulai dengan melakukan identifikasi permasalahan serta isu-isu yang ada. Identifikasi isu dilihat dari konteks sosial, ekonomi, lingkungan serta politik. Selanjutnya mengikuti 4 tahapan yaitu identifikasi awal, perencanaan, penerapan dan monitoring/evaluasi. Empat tahapan siklus pada Gambar 85 dijelaskan sebagai berikut (perhatikan Gambar 94):

1. Tahap 1:

Identifikasi awal ini menjadi hal penting sebelum dimulainya pekerjaan perencanaan. Dilakukan langkah perencanaan umum, pra-studi kelayakan dan studi kelayakan. Kajian

terhadap dampak yang akan terjadi dari proses pembangunan terhadap ekosistem mangrove wajib diperhitungkan. Pengumpulan informasi atau isu akan di lihat dari berbagai macam konteks seperti politik, kelembagaan, sosial, ekonomi dan lingkungan. Identifikasi isu pengelolaan meliputi: mengidentifikasi stakeholder utama dan kepentingannya, menilai potensi dan kondisi sumberdaya dan lingkungan pesisir, daya dukung ekosistem mangrove, mengkaji isu-isu pesisir dan kelembagaan serta implikasinya, mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara kegiatan manusia, proses alamiah dan kerusakan sumberdaya pesisir, memilih isu-isu penting yang akan menjadi fokus utama pengelolaan, merumuskan dan menyusun tujuan pengelolaan pesisir. Keterlibatan pemerintah dari tingkat pusat, propinsi dan kota memainkan peranan penting di semua sektor dan isu yang ada secara vertikal. Secara horizontal yaitu satuan kerja yang menjadi tupoksinya mulai dari awal sudah di libatkan serta pemangku kepentingan yang bermain di kawasan pesisir tersebut. Hasil perhitungan pra study kelayakan dan study kelayakan inilah baik itu negatif atau positif yang menjadi dasar diteruskan atau tidaknya pekerjaan dan proses pengelolaan.

2. Tahap 2:

Terdapat 2 kegiatan yaitu pra-perencanaan dan perencanaan. Secara teknis bahwa disain yang ada sudah mencakup pekerjaan melindungi mangrove seperti dijelaskan dalam Siklus Proyek. Perencanaan program juga melakukan penelitian ilmiah terhadap berbagai isu yang dipilih pada tahap 1 dengan melibatkan multi disiplin keilmuan, mendokumentasikan kondisi awal mangrove yang akan dikelola, menyusun perencanaan pengelolaan dan kerangka kerja kelembagaan yang akan melaksanakan program, mempersiapkan SDM dan kelembagaan pelaksanaan program, menguji strategi pelaksanaan program dalam skala kecil dan melaksanakan program pendidikan dan penyadaran bagi masyarakat (umum) dan stakeholder.

3. Tahap 3:

Tahapan implementasi atau penerapan atau pelaksanaan pekerjaan. Langkah kegiatan yang dilakukan adalah pra-konstruksi, konstruksi dan pasca konstruksi. Pada tahapan ini adopsi program, adopsi teknologi dan pendanaan telah mendapatkan persetujuan sehingga pekerjaan dan program dapat berjalan. Beberapa hal pelaksanaan program dilakukan yaitu mekanisme koordinasi antar lembaga dan prosedur-prosedur resolusi konflik, pelaksanaan peraturan dan prosedur pengambilan keputusan, penguatan kapasitas pengelolaan program, membangkitkan, mendorong atau meningkatkan partisipasi kelompok stakeholder utama, menjaga agar prioritas program tetap berada dalam agenda publik dan memantau kinerja program dan kecenderungan yang terjadi pada lingkungan sosial. Proses pengelolaan mangrove harus beriringan dengan proses pembangunan. Pada tahapan satuan kerja dinas yang terkait mulai berkerja. Bila sesuai peraturan perundang undangan pekerjaan ini masuk skala besar maka pemerintah pusat akan ikut terlibat.

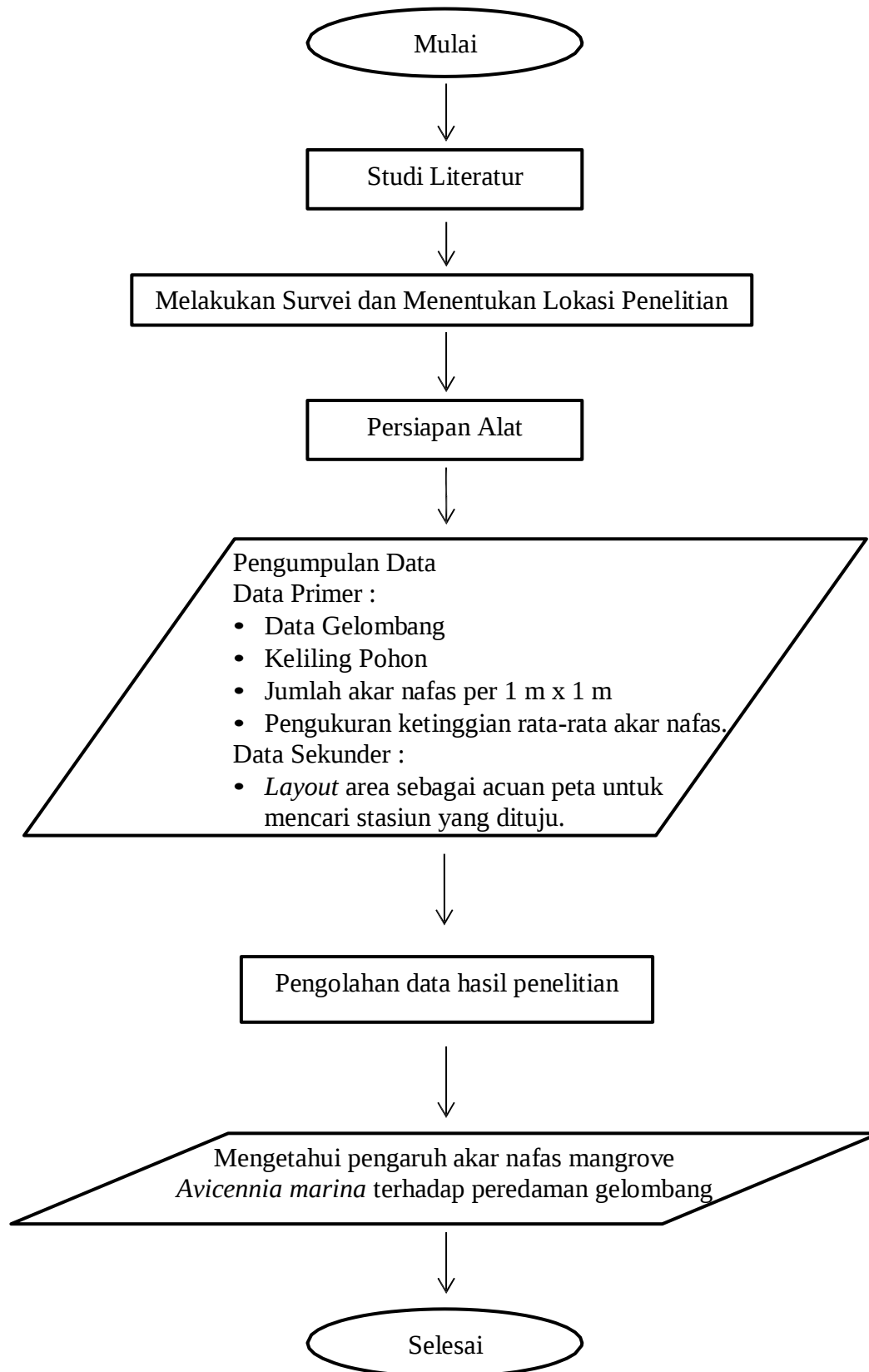
4. Tahap 4:

Tahapan ini merupakan tahap monitoring dan evaluasi program meliputi evaluasi pasca proyek serta berjalannya proses pengelolaan secara utuh. Pada tahapan ini merupakan kegiatan hampir berakhirnya pekerjaan konstruksi sehingga sebelum ini berakhir dilakukan review dan evaluasi masing masing tahapan. Monitoring lanjutan dilaksanakan setelah mulai pekerjaan secara periodik dan terjadwal baik ekosistem mangrove maupun konstruksi secara beriringan. Dilakukan proses pembelajaran untuk menghadapi dampak dampak yang mungkin terjadi serta pelatihan pelatihan sebagai akibat berakhirnya pekerjaan pembangunan.

9.2. Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur

Diagram Alir Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, digunakan pendekatan dengan mengikuti bagan alir



Gambar 8. Diagram alir penelitian.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

9.2.1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan mencakup proses identifikasi, perumusan masalah, studi literatur, dan survei pendahuluan. Tahapan ini dimulai dengan mencari informasi mengenai kebutuhan pesisir pantai akan gelombang air laut. Dari informasi mengenai tersebut maka kemudian dilakukan tahap identifikasi dan perumusan masalah untuk mendapatkan kasus penelitian beserta tujuannya. Kemudian dilakukan studi literatur untuk mengetahui metode analisis yang bisa dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

• Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di Pesisir Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur. Lokasi tersebut memiliki dinamika perubahan tutupan mangrove yang cukup panjang. Mangrove yang cukup luas dan terkenal di kalangan publik karena perkembangan ekosistem hutan mangrove sangat besar di Lampung Timur yaitu sekitar 300 ha. *Avicennia marina* merupakan jenis mangrove yang paling banyak terdapat di Pantai Pasir Sakti Lampung Timur.

Penentuan titik stasiun pengamatan didasarkan pada lokasi dengan kondisi topografi laut dan kondisi gelombang datang yang sejajar dengan barisan mangrove dan terbebas dari halangan dan rintangan dari *breakwater* atau pagar pemecah gelombang. Sehingga mangrove langsung bersentuhan dengan gelombang yang datang. Pengamatan gelombang terdiri dari 5 titik stasiun berupa plot dengan ukuran 50 m x 20 m yang dibagi dalam 5 jarak ketebalan mangrove yaitu 3 m, 5 m, 10 m, 20 m dan 50 m, dengan alat ukur gelombang jenis SBE 26 (*Sea Bird Electronics*) dan RBRDuo TD. Lokasi penelitian, lihat gambar 9, dapat dicapai dengan menggunakan perahu dari sungai di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Lampung Timur.



Gambar 96. Peta lokasi penelitian.
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

9.2.2. Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan langsung di lapangan dan melalui instansi terkait. Tahap pengumpulan data akan didapatkan data mentah yang akan diolah agar mendapatkan tujuan dari penelitian ini.

a. Data Penelitian

Berdasarkan jenis data dapat dibagi menjadi 2 yaitu: primer dan sekunder.

1. Data primer penelitian

Data primer adalah data pokok yang dibutuhkan dalam penelitian, data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari pengamatan yang diambil di lapangan dan bekerjasama dengan tim. Data yang diambil adalah akar nafas, serasah, dan sedimentasi. Berikut data yang dibutuhkan untuk penelitian akar nafas:

- a) Data gelombang yang didapat dari hasil penelitian.
- b) Keliling pohon mangrove beserta akar nafas di setiap stasiun yang diteliti di Pantai Pasir Sakti, Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Lampung Timur.
- c) Jumlah akar nafas per jarak 1 m x 1 m.
- d) Pengukuran ketinggian rata-rata akar nafas dari permukaan lumpur di setiap stasiun.

2. Data sekunder penelitian

Data sekunder adalah *Layout* area sebagai acuan peta untuk mencari stasiun yang dituju.

9.2.3. Pola Pembangunan Berkelanjutan dengan Ekosistem Mangrove

Pembangunan berkelanjutan menurut Emil Salim dalam Jazuli 2015 adalah suatu proses pembangunan yang mengoptimalkan manfaat dari SDA dan sumber daya manusia, dengan menyerasikan sumber alam dengan manusia dalam pembangunan. Dalam hal pengelolaannya, sumberdaya alam harus dikelola berkelanjutan sebagai dasar peningkatan kesejahteraan manusia dan kegiatan ekonomi. Kesepakatan ini menyatakan bahwa pengelolaan sumber daya alam harus mempertimbangkan ketiga aspek sekaligus yakni ekologi, ekonomi dan sosial budaya. Tujuan utama perencanaan lingkungan adalah meningkatkan dan melestarikan kualitas lingkungan bagi kesejahteraan warga.

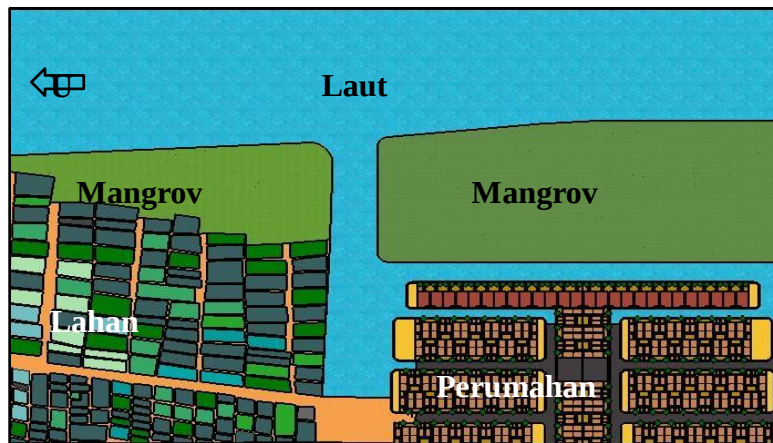
Perencanaan pembangunan pesisir secara terpadu harus memperhatikan tiga prinsip pembangunan berkelanjutan untuk pengelolaan wilayah pesisir yang dapat diuraikan sebagai berikut (Fabianto, 2014) :

1. Instrumen ekonomi lingkungan telah menjadi bagian dari pengambilan keputusan, yang memasukkan parameter lingkungan untuk melihat analisis biaya manfaat. Misalnya

pembangunan pabrik di wilayah pesisir harus memperhitungkan tingkat pencemarannya terhadap laut, perlunya pengolahan limbah ikan di tempat pelelangan ikan, dan lain lain.

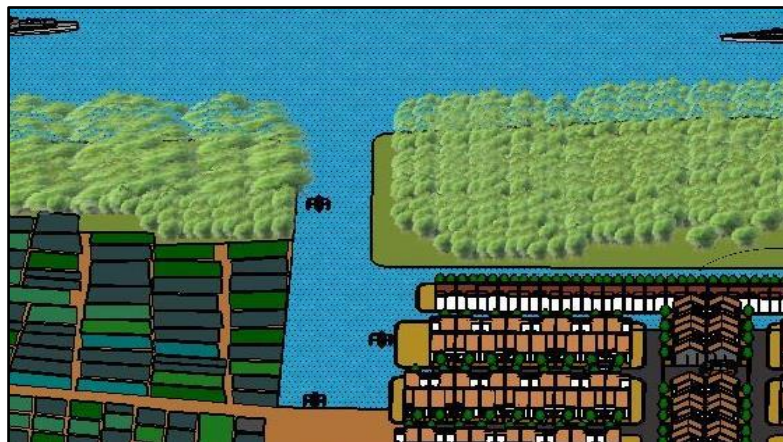
2. Isu lingkungan seperti konservasi keanekaragaman hayati menjadi perhatian utama dalam pengambilan keputusan;
3. Pembangunan berkelanjutan sangat memperhatikan kualitas hidup manusia pada saat sekarang dan masa yang akan datang, termasuk di dalamnya adalah sarana pendidikan bagi masyarakat pesisir, penyediaan fasilitas kesehatan dan sanitasi yang memadai, dan mitigasi bencana.

Dengan dasar hasil penelitian maka dibuat desain sebagai masukan dalam perencanaan bangunan tepi pantai di Lampung Timur dibagi menjadi 2 macam yaitu perencanaan perumahan dan pelabuhan dengan mangrove sebagai peredam gelombang. Perencanaan konstruksi perumahan dengan mangrove sebagai peredam gelombang. Berikut adalah contoh alternatif perencanaan perumahan, lihat gambar 97-104 :



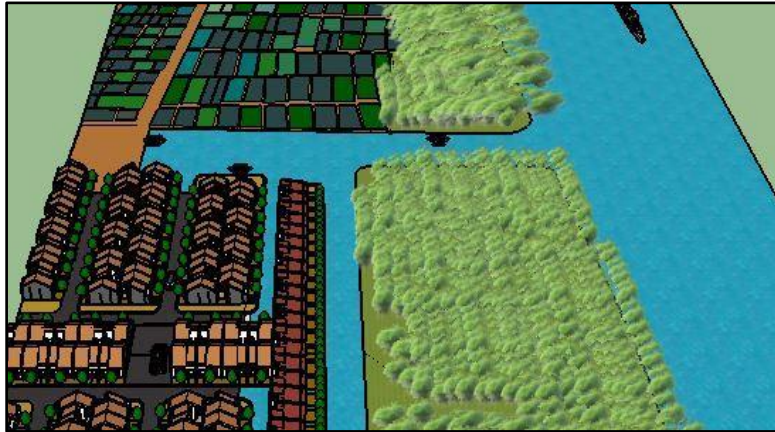
Gambar 97. Alternatif *layout* konstruksi perumahan dengan ekosistem mangrove sebagai peredam gelombang.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 98. Tampak belakang alternatif konstruksi perumahan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 99. Tampak samping kiri alternatif konstruksi perumahan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

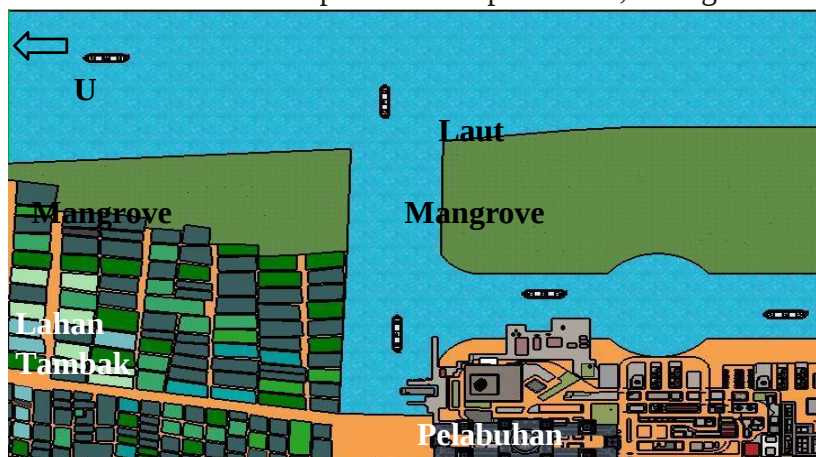
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 100. Tampak samping kanan alternatif konstruksi perumahan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

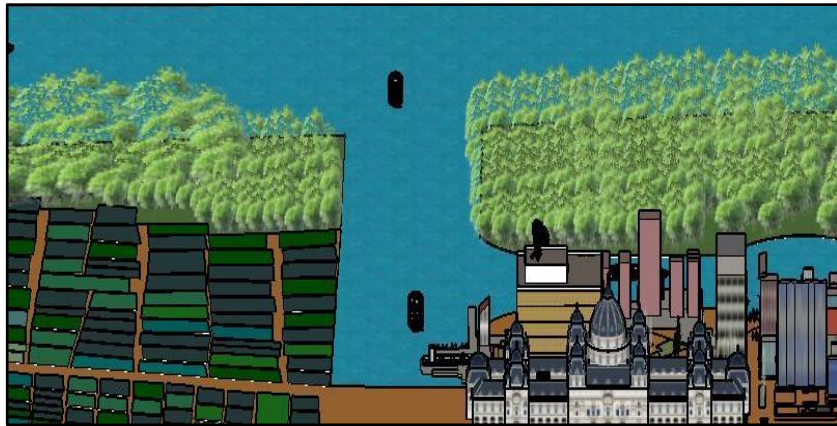
Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

1. Perencanaan konstruksi pelabuhan dengan mangrove sebagai peredam gelombang. Berikut adalah contoh alternatif perencanaan pelabuhan, lihat gambar 101-104 :



Gambar 101. Alternatif *layout* alternatif konstruksi pelabuhan dengan ekosistem mangrove sebagai peredam gelombang.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 102. Tampak belakang alternatif konstruksi pelabuhan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 103. Tampak samping kiri alternatif konstruksi pelabuhan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019



Gambar 104. Tampak samping kanan alternatif konstruksi perumahan dengan ekosistem mangrove dalam bentuk 3 dimensi.

Sumber : M Rizki Al Safar, 2019

Pada desain pada gambar 97-104 mengutamakan ekosistem mangrove yang dapat berdampingan dengan bangunan tepi pantai, manusia dan makhluk hidup lainnya.

Perencanaan dan pengembangan yang mempunyai tujuan utama merevitalisasi, memperbaiki kehidupan masyarakat sekitar. Menata kembali pantai bagi kesejahteraan masyarakat, dengan memberdayakan keunggulan ekonomis dari pantai tersebut, seperti perumahan dan pelabuhan, selain itu dapat dimanfaatkan untuk pariwisata, industri, dan juga pantai untuk publik yang dipadukan dengan ekosistem mangrove.

Konstruksi dengan konsep sebagai kawasan perumahan dan pelabuhan akan membawa manfaat bagi masyarakat. Sekaligus juga dapat meningkatkan pendapatan di daerah tersebut. Perlu pengkajian dan penelitian lebih lanjut untuk dapat menjadikan desain itu berjalan dan berfungsi dengan baik misalnya perhitungan model oseanografi, rekayasa arus, model tiga dimensi struktur dan lain sebagainya.

9.3. Mangrove dalam konstruksi jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk melewati lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa: sungai / lintasan air, lembah, jalan / jalan kereta api yang menyilang dibawahnya. Struktur bawah jembatan adalah pondasi. Suatu sistem pondasi harus dihitung untuk menjamin keamanan, kestabilan bangunan diatasnya, tidak boleh terjadi penurunan sebagian atau seluruhnya melebihi batas-batas yang diijinkan.

Tumbuhan Mangrove dikenal dengan tumbuhan yang memiliki akar yang muncul di permukaan dan kokok. Dengan sistem perakaran yang kokoh ekosistem hutan mangrove mempunyai kemampuan meredam gelombang, menahan lumpur dan melindungi pantai dari abrasi, gelombang pasang dan taufan. Hal yang penting dalam konstruksi jembatan yaitu mangrove dapat melindungi pondasi jembatan dari abrasi pantai yang terjadi, sehingga meminimalisir terjadinya penurunan atau kerusakan pondasi akibat gelombang laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Sainul. 2017. Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Populasi Gastropoda di Kampung Gisi Kabupaten Bintan. (*Skripsi*). Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Bengen, D G. 2001. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Budiman, A. 1985. The Molluscan Fauna in Reef Associated Mangrove Forests in Elpaputih and Wallale, Ceram, Indonesia. Austr. Nat. Univ., Mangrove Monograph No. 1, Darwin. Hal. 251-258.
- Budiman, A. 1988. Ecology and Behaviour of Benthic Fauna, Crabs and Molluscs #2: Ecological Distribution of Molluscs. Dalam Biological System of Mangroves. Laporan Ekspedisi Mangrove Indonesia Timur tahun 1986, Ehime University, Japan. Hal. 49-57.
- Chapman, V.J. 1976a. Mangrove Vegetation. J. Cramer, Valduz, 447 hal.
- Chapman, V.J. 1976b. Coastal Vegetation. Pergamon Press, 292 hal.
- Chapman, V.J. editor. 1977. Wet Coastal Ecosystems. Ecosystems of the World: 1. Elsevier Scientific Publishing Company, 428 hal.
- Chapman, V.J. 1984. Botanical Surveys in Mangrove Communities. Dalam The mangrove Ecosystem: Research Methods. UNESCO, Monograph on Oceanological Methodology 8, Paris. hal. 53-80.
- Danielsen, F. & W. Verheugt. 1990. Integrating Conservation With Land-use Planning in The Coastal Region of South Sumatra. PHPA, AWB, PPLH-UNSRI and the Danish Ornithological Society, Bogor, Indonesia, 210 hal.
- Dharmawan, I Wayan Eka dan Pramudji. 2014. Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove. Pusat Penelitian Oseanografi -LIPI. Jakarta.
- Departemen Kehutanan. 1997. *Ensiklopedia Kehutanan Indonesia Edisi I*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta
- Erftemeijer, P., G. Allen & Zuwendra. 1989. Preliminary Resource Inventory of Bintuni Bay and Recommendations for Conservation and Management. PHPA/ AWB, Bogor, Indonesia, 151 hal.
- Ghufrona, Ghina. 2015. Hutan mangrove Pulau Sebuku Kalimantan Selatan dilihat dari sisi sungai. Dokumentasi Penelitian.

<https://ghinaghufrona.blogspot.com/2015/03/ekosistem-mangrove-faktor-faktor.html> (diakses pada 25 Januari 2019)

- Herison, Ahmad. 2014. Studi Peredaman Gelombang Berbasis Ekosistem Mangrove *Avicennia Sp* sebagai Dasar Reformasi Ekoteknik Pantai (Studi Kasus di Pantai Indah Kapuk, Jakarta). Disertasi. IPB. Bogor.
- Herison, Ahmad., Y. Romdania., D G Bengen and R Alsafar. 2017. Contribution of Mangrove *Avicennia marina* to Against Reduction of Waves for Abrasion Interests as Building of Beach Alternative (Case Study at Lampung Mangrove Center, East Lampung District). *Submitted to The IRES - 268th International Conferences on Engineering And Natural Science (ICENS)*. Bangkok.
- Ikan dan Laut. 2017. *Mangrove Acrostichum Speciosum Willd.* <https://perikanan38.blogspot.com/2017/04/mengenal-mangrove-acrostichum-speciosum.html?m=1> (diakses pada 25 Januari 2020)
- Indria, Wahyuni. 2016. Analisis Produktivitas dan Potensial Nutrisi Serasah Mangrove di Pulau Dua Serang, Banten. *Jurnal Biodidaktika*. UNTIRTA. Serang. Vol 11 No 2 ISSN: 1907-087.
- Kavvadias, V A., D Alifragis., A Tsiontsis., G Brofas., and G Stamatelos. 2001. Litterfall Litter Accumulation and Litter Decomposition Rates in Four Forest Ecosystem in Notern Greece. *Journal Forest Ecology and Management*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Khazali, M., I N.N. Suryadiputra dan Yus Rusila Noor. 2012. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP. Bogor.
- Kint, A. 1934. De luchtfoto en de topografische terreingesteldheid in de mangrove. *De Tropische Natuur*, 23: 173-189.
- Luthfiyani, Heni Nur. 2019. Analisis Efektivitas Serasah Mangrove *Avicennia Marina* Dalam Mengurangi Energi Gelombang Sebagai Pendukung Perencanaan Bangunan Tepi Pantai Ramah Lingkungan (Studi Kasus Di Pesisir Pantai Pasir Sakti, Lampung Timur). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- MacNae, W. 1968. A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forests in the Indo-West-Pacific Region. *Adv. mar. Biol.*, 6: 73-270.
- Mastaller, M. 1997. *Mangrove: The Forgotten Forest Between Land and Sea*. Kuala Lumpur, Malaysia. Hal 5.
- Muharam. 2014. Penanaman Mangrove sebagai Salah Satu Upaya Rehabilitasi Lahan dan Lingkungan di Kawasan Pesisir Pantai Utara Kabupaten Karawang. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 2(1): halaman 24-28. Tersedia:<https://journal.unsika.ac.id/index.php/solusi/article/view/36>.
- Nugraha ,Rudijanta Tjahja. 2011. Seri Buku Informasi dan Potensi Mangrove di TN Alas Purwo. Balai Taman Nasional Alas Purwo. Banyuwangi.
- Pramudji.2000. Hutan Mangrove di Indonesia: Peranan Permasalahan dan Pengelolaannya. *Jurnal Oseanografi*. Volume XXV, Nomor 1, ISSN 0216- 1877. Hal : 13-20. Jakarta.

- Rego, Edo. 2018. Peredaman Gelombang oleh Mangrove *Avicennia marina* ditinjau dari Pengaruh Serasah (Studi Kasus di Pantai Indah Kapuk, Jakarta). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Riwayati. 2014. Manfaat dan Fungsi Hutan Mangrove Bagi Kehidupan. Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera. Volume 12 (24). Universitas Negeri Medan. Medan.
- Saenger, P., E.J. Hegerl & J.D.S. Davie. 1983. Global Status of Mangrove Ecosystems. IUCN Commission on Ecology Papers No. 3, 88 hal.
- Safar , M. Rizki Al. 2019. Pengaruh Daya Hambat Akar Nafas Mangrove *Avicennia Marina* Dalam Meredam Gelombang Untuk Perencanaan Bangunan Tepi Pantai. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Soerianegara, I. 1987. Masalah Penentuan Batas Lebar Jalur Hijau Hutan Mangrove. Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove. Jakarta. Hal 39.
- Sylvira A. Azwar., Emirhadi Suganda., Prijono Tjiptoherijanto., Henita Rahmayanti. 2013. *Model of Sustainable Urban Infrastructure at Coastal Reclamation of North Jakarta. Procedia Environmental Sciences* 17 (2013) 452 – 461. Publisher Elsevier
- Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 419 hal.
- Van Steenis, C.G.G.J. 1958. Ecology of Mangroves. Introduction to Account of the Rhizophoraceae by Ding Hou, Flora Malesiana, Ser. I, 5: 431- 441.
- Wantasen A. 2002. Kajian Potensi Sumberdaya Hutan Mangrove Di Desa Talise, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. www.ipb.ac.id Dikses tanggal 1 Desember 2013.
- Welly, M dan W Sanjaya. 2010. *Identifikasi Flora dan Fauna Mangrove Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan*. Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah I. Nusa Penida.
- Wightman, G.M. 1989. Mangroves of the Northern Territory. Northern Territory Botanical Bulletin No. 7. Conservation Commission of the Northern Territory, Palmerston, N.T., Australia.
- Wikipedia. 2019. *Paku Laut*. https://id.m.wikipedia.org/wiki/Paku_laut (diakses pada 25 Januari 2020)
- Wikiwand. 2019. *Aegiceras Corniculatum*. https://www.wikiwand.com/en/Aegiceras_corniculatum (diakses pada 25 Januari 2020)

A photograph of a mangrove forest with dense green foliage and prominent prop roots. The image is faded to serve as a background for the text.

LAMPIRAN



HIGH TEMPERATURE MATERIALS TESTING LABORATORY
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
LAMPUNG UNIVERSITY

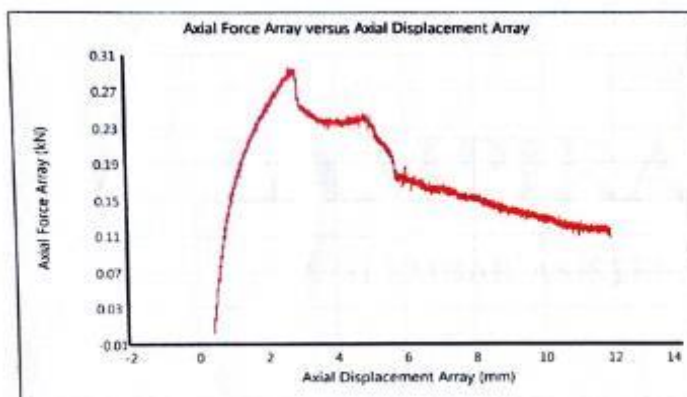
Tensile Analysis Report

Project Name Project 1
Specimen Name Akar_M_3
Test Name ASTM E 8 Tension
Instructor Dr. Mohammad Badaruddin

Specimen Description
Geometry Type Generic
Test Speed 1.000 mm/min

Test Run Results

1. Force Versus Displacement



2. Hoop Test Results

Name	Value	Units
Axial Force Array	0.290	kN
Axial Displacement Array	11.900	mm

Bandar Lampung,
The tensile test result is valid if signed by
Instructor

3/19/2019 10:04:34 AM

Dr. Mohammad Badaruddin

Gambar 1. Hasil Uji Tarik Akar Nafas Dengan Alat Mts Landmark 100kn



HIGH TEMPERATURE MATERIALS TESTING LABORATORY
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
LAMPUNG UNIVERSITY

Tensile Analysis Report

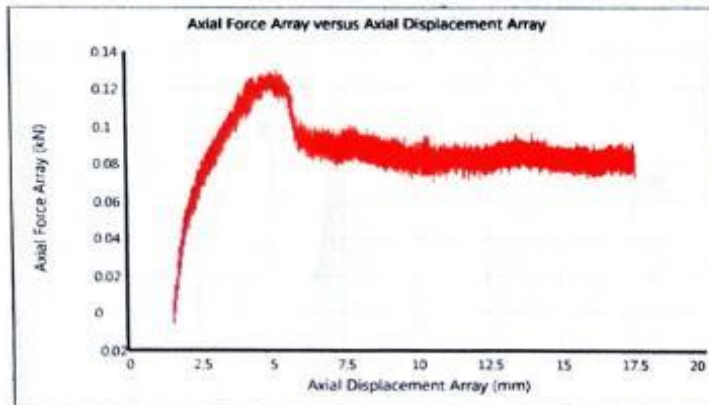
Project Name Project 1
Specimen Name AkarM_1
Test Name ASTM E 8 Tension
Instructor Dr. Mohammad Badaruddin

Specimen Description

Geometry Type Generic
Test Speed 1.000 mm/min

Test Run Results

1. Force Versus Displacement



2. Hoop Test Results

Name	Value	Units
Axial Force Array	0.130	kN
Axial Displacement Array	17.500	mm

Bandar Lampung,

The tensile test result is valid if signed by

Instructor

3/19/2019 9:27:35 AM

Dr. Mohammad Badaruddin

Gambar 2. Hasil Uji Tarik Akar Nafas Dengan Alat Mts Landmark 100kn (lanjutan)



HIGH TEMPERATURE MATERIALS TESTING LABORATORY
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ENGINEERING FACULTY
LAMPUNG UNIVERSITY

Tensile Analysis Report

Project Name Project 1
Specimen Name AkarM_2
Test Name ASTM E 8 Tension
Instructor Dr. Mohammad Badaruddin

Specimen Description

Geometry Type Generic
Test Speed 1.000 mm/min

Test Run Results

1. Force Versus Displacement



2. Hoop Test Results

Name	Value	Units
Axial Force Array	0.280	kN
Axial Displacement Array	14.900	mm

Bandar Lampung,
The tensile test result is valid if signed by
Instructor,

3/19/2019 9:46:14 AM

Dr. Mohammad Badaruddin

Gambar 3. Hasil Uji Tarik Akar Nafas Dengan Alat Mts Landmark 100kn (lanjutan)

Tabel 1. Data Gelombang menggunakan RBRDUOTD dan SBE 26

				S3		S5		S10		S20		S50	
Burst		Time	Swh-wts	Maxheight (Gelombang datang) SBE 26	Maximum wave height (Gelombang Perg) RBRDUO TD	Maxheight (Gelombang datang) SBE 26	Maximum wave height (Gelombang Perg) RBRDUO TD	Maxheight (Gelombang datang) SBE 26	Maximum wave height (Gelombang Perg) RBRDUO TD	Maxheight (Gelombang datang) SBE 26	Maximum wave height (Gelombang Perg) RBRDUO TD	Maxheight (Gelombang datang) SBE 26	Maximum wave height (Gelombang Perg) RBRDUO TD
1		20.40.12	0,3553682	0,9640	0,2779								
2		20.45.12	0,3200163	0,6262	0,3088								
3		20.50.12	0,4579702	0,7650	0,2715								
4		20.55.12	0,3246759	0,7428	0,3162	0,6894	0,2418						
5		21.00.12	0,4732122	0,8908	0,2950	0,6754	0,2028						
6		21.05.12	0,5015434	0,8657	0,2422	0,7493	0,2235						
7		21.10.12	0,7048713	0,9658	0,2926	0,7559	0,2531						
8		21.15.12	0,4288554	0,8211	0,2654	1,3199	0,2442						
9		21.20.12	0,3325617	0,7325	0,2882	1,0950	0,2420						
10		21.25.12	0,4730433	1,0489	0,2463	0,9882	0,2633						
11		21.30.12	0,6414328	0,8750	0,3142	0,8269	0,2634						
12		21.35.12	0,5313332	1,1649	0,2918	0,7661	0,2634						
13		21.40.12	0,5246651	1,1356	0,3332	0,6870	0,2719						
14	0	21.45.12	0,3169902	0,7890	0,2637	0,7896	0,2561	1,3777	0,1008	1,3245	0,0392	1,3188	0,0335
15	5	21.50.12	0,4780167	0,9870	0,3012	1,0399	0,2876	1,6870	0,1188	1,3480	0,0647	1,3423	0,0590
16	10	21.55.12	0,4355188	0,9136	0,2983	0,9302	0,2430	0,7836	0,1568	1,2357	0,0517	1,2300	0,0460
17	15	22.00.12	0,6700874	0,9540	0,2823	1,0987	0,2595	1,5670	0,1020	1,0163	0,0396	1,0106	0,0339
18	20	22.05.12	0,5053734	0,8831	0,2506	1,1523	0,2805	1,3919	0,1290	0,8550	0,0445	0,8493	0,0388
19	25	22.10.12	0,6264455	0,9580	0,3402	1,0987	0,3467	1,1197	0,1235	0,7942	0,0492	0,7896	0,0435
20	30	22.15.12	0,5612838	1,0005	0,2846	1,0786	0,3259	1,2564	0,0917	0,8125	0,0436	0,8045	0,0379

Tabel 1. Data Gelombang menggunakan RBRDUOTD dan SBE 26 (*lanjutan*)

21	35	22.20.12	0,4350708	0,8375	0,2819	1,0256	0,2743	1, 2805	0,0923	0,9250	0,0254	0,9193	0,0197
22	40	22.25.12	0,4231757	0,8579	0,3018	1,1449	0,2723	2,1680	0,0889	1,2568	0,0765	1,2511	0,0708
23	45	22.30.12	0,3974713	0,8705	0,2932	1,0897	0,2780	2,4265	0,0976	0,9583	0,0364	0,9526	0,0307
24	50	22.35.12	0,4711402	0,8976	0,3147	0,9900	0,2863	1,7350	0,0995	1,2304	0,0566	1,2247	0,0509
25	55	22.40.12	0,4323137	0,8819	0,2305	0,9857	0,3027	1,8970	0,1055	1,3254	0,0567	1,3197	0,0510
26	60	22.45.12	0,4759781	0,9765	0,2919	1,0846	0,2506	2,3657	0,1409	1,3542	0,0691	1,3485	0,0634
27	65	22.50.12	0,4095906	0,8415	0,2368	1,0237	0,2714	2,5879	0,1438	1,3245	0,0531	1,3188	0,0474
28	70	22.55.12	0,4170842	0,9263	0,2367	0,9384	0,2845	1,6164	0,1010	1,4365	0,0387	1,4308	0,0330
29	75	23.00.12	0,4065453	0,9876	0,3097	0,9916	0,2678	1,1570	0,0829	1,4785	0,0457	1,4728	0,0400
30	80	23.05.12	0,476579	0,8340	0,2830	1,0978	0,3041	1,3101	0,0950	1,3657	0,0637	1,3600	0,0580
31	85	23.10.12	0,549498	1,0675	0,3471	1,0125	0,3146	1,0953	0,1014	1,3256	0,0623	1,3199	0,0566
32	90	23.15.12	0,4818166	0,8517	0,2327	0,9350	0,2503	1,2050	0,0748	1,3256	0,0536	1,3199	0,0479
33	95	23.20.12	0,5309338	0,9720	0,2834	0,9875	0,2372	0,9935	0,0722	1,1127	0,0367	1,1070	0,0310
34	100	23.25.12	0,4439833	0,9675	0,2562	1,0604	0,2650	1,5095	0,0645	1,1627	0,0651	1,1570	0,0594
35	105	23.30.12	0,4956365	0,9881	0,2975	0,9780	0,2622	0,7313	0,0547	0,9665	0,0367	0,9608	0,0310
36	110	23.35.12	0,5657574	1,0890	0,2427	1,0256	0,2711	0,8016	0,0466	1,0197	0,0469	1,0140	0,0412
37	115	23.40.12	0,5217439	1,0623	0,2376	1,2687	0,2825	0,9273	0,0383	0,8144	0,0391	0,8087	0,0334
38	120	23.45.12	0,4685476	0,9891	0,2517	1,1879	0,2382	2,5556	0,1005	1,2677	0,0672	1,2620	0,0615
39		23.50.12	0,4986143	0,8669	0,2357	1,2786	0,2256						
40		23.55.12	0,4843841	1,0522	0,2583	1,5136	0,2027						
41		00.00.12	0,55774	1,1087	0,2611	1,3281	0,1722						
42		00.05.12	0,6189184	0,9798	0,2177	1,5740	0,1755						
43		00.10.12	0,4160222	0,8161	0,2257	1,1901	0,2248						
44		00.15.12	0,448938	0,9274	0,2688	1,1965	0,2021						
45		00.20.12	0,695347	1,0238	0,2246	1,0963	0,2426						
46		00.25.12	0,5156632	1,1709	0,1908	1,0519	0,2573						
47		00.30.12	0,4742998	0,9870	0,2093	1,6512	0,1683						
48		00.35.12	0,4722323	0,8030	0,2191	1,1827	0,1849						
49		00.40.12	0,575438	1,1902	0,1848	1,1371	0,1393						

Tabel 1. Data Gelombang menggunakan RBRDUOTD dan SBE 26 (*lanjutan*)

50		00.45.12	0,6437919	1,1625	0,2140	1,7356	0,1387						
51		00.50.12	0,3664916	0,6101	0,1247	1,2145	0,0982						
52		00.55.12	0,4264123	0,7709	0,1740	1,0033	0,0886						
53		01.00.12	0,4537901	0,8934	0,1478	1,6570	0,1014						
54		01.05.12	0,4360444	0,8792	0,1312	1,5470	0,1017						

✂ GLOSARIUM ✂

A

Akar Tunjang (Stilt-root) : Akar yang tumbuh dari batang diatas permukaan dan kemudian memasuki tanah, biasanya berfungsi untuk penunjang mekanis.

Akar banir/papan (Buttress) : Akar berbentuk seperti papan miring yang tumbuh pada bagian bawah batang dan berfungsi sebagai penunjang pohon.

Akar nafas (Pneumatophore) : Akar yang tumbuhnya tegak, muncul dari dalam tanah, pada kulitnya terdapat celah-celah kecil yang berguna untuk pernafasan.

Akar lutut (Knee root) : Akar yang muncul dari tanah kemudian melengkung ke bawah sehingga bentuknya menyerupai lutut.

Anak/pinak daun (Leaflet) : Bagian yang mirip daun pada daun majemuk.

Air payau : campuran antara air tawar dan air laut.

Angin : gerakan udara dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah.

Adaptasi : penyesuaian diri makhluk hidup dengan lingkungan agar dapat bertahan hidup.

Abrasi : suatu proses alam berupa pengikisan tanah pada daerah pesisir pantai yang diakibatkan oleh ombak dan arus laut yang sifatnya merusak.

B

Benang sari (Stamen) : Alat kelamin jantan pada bunga.

Bercelah (Fissured) : Goresan yang dalam pada batang pohon atau kulit kayu.

Belukar (Shrub) : Tumbuhan yang memiliki kayu yang cukup besar, dan memiliki tangkai yang terbagi menjadi banyak subtangkai.

D

Daun kelopak (Sepal) : Struktur berwarna hijau menyerupai daun atau hijaukekuningan, terletak pada bagian luar perhiasan bunga.

Daun mahkota (Petal) : Suatu struktur menyerupai daun yang terletak pada bagian dalam perhiasan bunga, biasanya berwarna-warni untuk menarik perhatian serangga penyerbuk.

E

Epifit (Epiphyte) : Tumbuhan yang hidup dipermukaan tumbuhan lain (biasanya pohon dan palma). Epifit mungkin hidup sebagai parasit atau hemi-parasit.

Eksplotasi : suatu tindakan yang bertujuan untuk mengambil keuntungan atau memanfaatkan sesuatu secara berlebihan dan sewenang-wenang.

Ekosistem : hubungan timbal balik yang tak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungan fisik di sekitarnya.

F

Fisiologi : cabang ilmu biologi yang mempelajari fungsi dari organ makhluk hidup.

G

Getah (Latex) : Cairan yang pekat seperti susu.

Gelombang : getaran yang merambat dan membawa energi dari satu tempat ketempat lain.

H

Hipokotil (Hypocotyl) : Bagian dari kecambah/benih yang terletak diantara bakal cabang dan bakal akar, yang pada beberapa tanaman berperan penting sebagai bahan makanan.

Hemi-parasit (Hemi-parasite) : Tumbuhan yang sebagian hidupnya bergantung kepada inangnya, tetapi mampu untuk melakukan fotosintesa sendiri. Dapat hidup tanpa inang.

Hutan : sebuah kawasan luas yang ditumbuhi oleh pepohonan dan tumbuhan lainnya serta dihuni oleh berbagai jenis hewan.

Habitat : suatu tempat makhluk hidup untuk hidup dan berkembang biak.

K

Keping benih (Cotyledon) : Bakal daun didalam biji/biji benih yang kemudian berkembang menjadi daun pertama dari kecambah/ benih.

Kepala putik (Stigma) : Bagian organ betina pada bunga yang biasanya bersifat lengket. Butir tepung sari melengket disini dan kemudian berkecambah.

Kepala sari (Anther) : Struktur yang terdapat pada ujung filamen dan terdiri atas dua bagian, dimana masing-masing bagian mengandung kantung tepung sari.

Kelopak bunga (Calyx) : Bagian terluar suatu bunga yang biasanya terdiri atas struktur seperti daun yang dalam tahap kuncup membungkus dan melindungi bagian-bagian bunga lainnya. Merupakan terminologi yang digunakan untuk semua daun kelopak (sepal) pada bunga.

Kelopak tambahan (Epicalyx) : Pinak daun yang terletak pada dasar bunga, diluar kelopak bunga.

Kelenjar (Gland) : Struktur pada tumbuhan yang mengeluarkan cairan lekat atau berminyak.

Ketiak daun (Axil) : Titik sudut antara sisi atas dan batang tempat daun; posisi normal untuk tunas lateral.

Konservasi : pelestarian atau perlindungan

Konstruksi : kegiatan membangun sarana maupun prasarana.

L

Lentisel (Lenticel) : Tonjolan pada kulit yang memungkinkan udara luar memasuki jaringan di dalamnya.

Lumpur endapan (aluvia) : tanah endapan, dibentuk dari lumpur dan pasir halus yang mengalami erosi tanah.

M

Majemuk (batang) (Compound) : Pada tangkai daun yang bercabang-cabang terdapat lebih dari satu helaian daun.

Meranggas (Deciduous) : Kelompok tumbuhan yang daunnya berguguran/rontok secara periodik (misalnya pada musim kering).

Mahkota bunga (Corolla) : Istilah untuk seluruh daun mahkota pada bunga, berfungsi untuk menarik perhatian serangga penyerbuk.

Morfologi : cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang struktur luar makhluk hidup, khususnya tumbuhan dan hewan.

Mollusca : kelompok hewan yang sifatnya triploblastik selomata dan invertebrata yang bertubuh lunak dan multiseluler.

N

Nektar/madu (Nectar) : Cairan manis, lekat yang dikeluarkan oleh tumbuhan.

P

Paku-pakuan (Fern) : Tumbuhan tanpa bunga atau tangkai, biasanya memiliki rhizoma seperti akar dan berkayu, dimana pada rhizoma tersebut keluar tangkai daun.

Palma (Palm) : Tumbuhan yang tangkainya menyerupai kayu, lurus dan biasanya tinggi; tidak bercabang sampai daun pertama. Daun lebih panjang dari 1 meter dan biasanya terbagi dalam banyak anak daun.

Pemanjat (Climber) : Tumbuhan seperti kayu atau berumput yang tidak berdiri sendiri namun merambat atau memanjat untuk penyokongnya seperti kayu atau belukar.

Pohon (Tree) : Tumbuhan yang memiliki kayu besar, tinggi dan memiliki satu batang atau tangkai utama.

Parasit (Parasite) : Tumbuhan yang hidupnya bergantung kepada inangnya.

Pan-tropis (Pan-tropical) : Terdapat di seluruh daerah tropis di seluruh dunia

Pantai : sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir laut. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut.

R

Revolusi biru : usaha manusia dalam meningkatkan produksi pangan atau makanan dengan jalan meningkatkan produksi pangan yang berasal dari laut (sumber daya laut).

S

Spora (Spore) : Sel reproduksi dari tumbuhan fern.

Selalu hijau (Evergreen) : Tumbuhan yang berdaun sepanjang tahun.

Sisik (Scales) : Bentuk pada pohon yang berbentuk datar, berupa struktur eksternal yang menyerupai piring, terbentuk dari epidermis, berukuran kecil dan hanya bisa terlihat baik dengan menggunakan kaca pembesar.

Salinitas : kandungan zat garam dalam air

Suhu : besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda.

T

Tangkai putik (Style) : Tiang jaringan langsing yang timbul dari jaringan bakal buah tempat tumbuh tabung tepung sari.

Tangkai benang sari : Bagian yang menunjang benang sari.

Terna (Herb) : Tumbuhan yang merambat ditanah, namun tidak menyerupai rumput. Daunnya tidak panjang dan lurus, biasanya memiliki bunga yang menyolok, tingginya tidak lebih dari 2 meter dan memiliki tangkai lembut yang kadang-kadang keras.

Tropis : daerah sekitar khatulistiwa yg beriklim panas.

U

Urat daun (*Vein*) : Tonjolan vaskular yang biasanya terlihat dari luar, misalnya pada permukaan daun.

Urat tengah daun (*Midrib*) : Urat bagian tengah pada daun.

V

Vegetasi : kehidupan (dunia) tumbuh-tumbuhan atau (dunia) tanam-tanaman: hubungan antara iklim sangat erat.

Vivipar (*Viviparous*) : Biji yang berkecambah dalam buah (misalnya pada banyak jenis Rhizophoraceae).

Z

Zat hara : bermacam-macam mineral yang terdapat di dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis

✧ INDEKS ✧

A

<i>Acanthus ebracteatus</i>	6
<i>Acanthus ilicifolius</i>	7
<i>Acrostichum aureum</i>	9
<i>Acrostichum speciosum</i>	10
<i>Aegialitis annulata</i>	11
<i>Aegiceras corniculatum</i>	13
<i>Aegiceras floridum</i>	14
<i>Amyema anisomeres</i>	15
<i>Amyema gravis</i>	16
<i>Amyema mackayense</i>	17
<i>Avicennia alba</i>	18
<i>Avicennia eucalyptifolia</i>	19
<i>Avicennia lanata</i>	21
<i>Avicennia marina</i>	22
<i>Avicennia officinalis</i>	23

B

<i>Barringtonia asiatica</i>	63
<i>Bruguiera cylindrical</i>	24
<i>Bruguiera exaristata</i>	26
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	27
<i>Bruguiera hainessii</i>	28
<i>Bruguiera parviflora</i>	30
<i>Bruguiera sexangula</i>	32

C

<i>Calophyllum inophyllum</i>	64
<i>Calotropis gigantea</i>	65
<i>Camptostemon philippinense</i>	33
<i>Camptostemon schultzei</i>	34
<i>Cerbera manghas</i>	67
<i>Ceriops decandra</i>	35
<i>Ceriops tagal</i>	36
<i>Clerodendrum inerme</i>	69

D

<i>Derris trifolia</i>	70
------------------------	----

E

Excoecaria agallocha 38

F

Finlaysonia maritima 71

G

Gymnanthera paludosa 39

H

Heritiera globosa 40

Heritiera littoralis 41

Hibiscus tiliaceus 71

I

Ipomoea pes-caprae 72

K

Kandelia candel 43

L

Lumnitzera littorea 44

Lumnitzera racemosa 45

M

Melastoma candidum 73

Morinda citrifolia 74

N

Nypa fruticans 47

O

Osbornia octodonta 48

P

Pandanus odoratissima 75

<i>Pandanus tectorius</i>	75
<i>Passiflora foetida</i>	77
<i>Phemphis acidula</i>	49
<i>Pongamia pinnata</i>	77

R

<i>Rhizophora apiculata</i>	51
<i>Rhizophora mucronata</i>	52
<i>Rhizophora stylosa</i>	53
<i>Ricinus communis</i>	78

S

<i>Sarcolobus globosa</i>	54
<i>Scaevola taccada</i>	79
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	55
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	80
<i>Sonneratia alba</i>	56
<i>Sonneratia caseolaris</i>	57
<i>Sonneratia ovata</i>	58
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	81

T

<i>Terminalia catappa</i>	82
<i>Thespesia populnea</i>	84

X

<i>Xylocarpus granatum</i>	59
<i>Xylocarpus mekongensis</i>	60
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	61
<i>Xylocarpus rumphii</i>	62

W

<i>Wedelia biflora</i>	84
------------------------	----

PROFIL PENULIS



Nama Lengkap : Dr. Ahmad Herison, S.T.,M.T.
Tempat dan Tanggal Lahir : Tanjung Karang. 30 Oktober 1969
E-mail : ahmadherison@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. S-1 : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) (1992-1995)
2. S-2 : Insitut Teknologi Bandung (ITB) (1998-2001)
3. S-3 : Institut Pertanian Bogor (IPB) (2009-2014)

PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH :

1. The Existing Condition of Mangrove Region of Avicennia marina: Its Distribution and Functional Transformation (2014)
2. Wave Attenuation Using the Mangrove Avicenia marina as an Element of Waterfront Construction (2014)
3. Coastal Conservation Strategy using Mangrove Ecology System Approach (2014)
4. Studi Penurunan Tanah Gambut pada Kondisi Single Drain dengan Metode Vertikal Drain dengan Menggunakan Pre;loading (2016)
5. Aplikasi Ekowisata Bahari terhadap Perkembangan Terumbu Kaang disisi barat Pulau Sumatera (Studi Kasus di Kabupaten Pesisir Barat) (2017)
6. Bantuan Penyuluhan dan Kegiatan Tranplantasi Terumbu Karang di Pantai Ketapang Kabupaten Pesawaran (2017)

PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH (ORAL PRESENTATION) :

1. Seminar Nasional Infrastruktur Wilayah : Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah (Bandar Lampung, 2012)
2. The IRES – 286TH International Conferences Engineering And Natural Science (INCES) : Contribution Of Mangrove Avicennia Marina To Against Reduction Of Waves For Abrasion Interests As Building Of Beach Alternative (Case Study At Lampung Mangrove Center, East Lampung District) (Bangkok, 2017)



Nama Lengkap : Yuda Romdania, S.T., M.T.
Tempat/Tanggal Lahir : Tanjung Karang, 7 Nopember 1970
Email : yudaromdania@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. S-1 : Universitas Lampung (1993-1996)
2. S-2 : Institut Teknologi Bandung (1998-2001)

PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH :

1. Analisis Studi Kasus di Tiga Titik Kawasan Water Front City
2. Perhitungan Pasang Surut Sebagai Data Dukung dalam Penataan Kawasan Daerah Pesisir Teluk Betung Bandar Lampung
3. Analisa Ekonomi Teknik pada Kawasan Water Front City
4. Analisa Transportasi Sedimen dan Pengaruhnya Terhadap Pengerukan Kolam Pelabuhan Batubara di Kawasan Sukaraja Bandar Lampung

PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH (ORAL PRESENTATION) :

1. Seminar Nasional Infrastruktur Wilayah : Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Wilayah (Bandar Lampung, 2012)

KARYA BUKU :

1. Buku Ajar Bahasa Indonesia (2011)
2. Penuntun Pratikum Mekanika Fluida (2013)

Testimoni

