



03

PERAN HUTAN MANGROVE DALAM MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR

(Sri Kurniati Handayani dan
Yuni Tri Hewindati)

PERAN HUTAN MANGROVE DALAM MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR

Sri Kurniati Handayani (skurniati@ecampus.ut.ac.id)

Yuni Tri Hewindati (hewindati@ecampus.ut.ac.id)

Abstrak

Sebagai bagian dari ekosistem perairan, mangrove merupakan ekosistem utama di daerah pesisir selain ekosistem padang lamun dan terumbu karang. Hutan mangrove mempunyai bermacam peran dalam lingkungannya, antara lain dalam mitigasi bencana yang terjadi di wilayah pesisir. Berbagai bencana wilayah pesisir yang sering terjadi di Indonesia adalah tsunami, erosi dan abrasi pantai karena gerusan gelombang laut, rob, serta badai atau angin kencang. Kemampuan ekosistem mangrove dalam mitigasi bencana tidak terlepas dari struktur vegetasi mangrove yang terbentuk secara alami sebagai adaptasi mangrove yang tumbuh pada habitat ekstrim. Adaptasi terjadi terutama pada sistem perakaran dan struktur daun. Hal ini pula yang menjadikan tumbuhan mangrove dapat bertahan hidup. Dengan adanya adaptasi struktur daun dan sistem perakaran tersebut mangrove mampu berperan secara signifikan dalam mitigasi berbagai bencana di wilayah pesisir. Sebagai negara kepulauan yang berkontribusi sebesar 23% terhadap mangrove dunia, kondisi mangrove di Indonesia saat ini cukup memprihatinkan. Oleh karena itu, walaupun terdapat tantangan yang cukup berat, berbagai upaya rehabilitasi dan konservasi perlu dilakukan dengan melibatkan seluruh unsur masyarakat.

Kata Kunci: mangrove, struktur anatomi, mitigasi wilayah pesisir

PENDAHULUAN

Sebagai vegetasi yang hidup di wilayah peralihan antara ekosistem daratan dengan ekosistem laut, mangrove mampu mempertahankan hidupnya menghadapi pasang surut air laut dengan salinitas tinggi serta lumpur yang menjadi habitatnya. Hal ini karena tumbuhan mangrove melakukan adaptasi dengan membentuk struktur yang khas sehingga dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan. Bentuk adaptasi selalu dilakukan oleh makhluk hidup untuk mempertahankan hidupnya. Seperti yang dinyatakan oleh Shukla & Chandel (2008), makhluk hidup akan melakukan reaksi yang menunjukkan kemampuannya semaksimal mungkin dalam rangka menyesuaikan diri dan beradaptasi terhadap berbagai faktor lingkungan. Pada tanaman mangrove, adaptasi terhadap lingkungan payau ditunjukkan dengan terbentuknya sistem perakaran yang saling menjalin dengan kuat, adanya akar napas, serta struktur daun yang mampu bertahan terhadap kadar garam (salinitas) yang tinggi. Karena adanya struktur khusus tersebut, mangrove memiliki peranan yang sangat penting terhadap fungsi ekologi dan ekonomi yang mensejahterakan masyarakat wilayah pesisir. Salah satu fungsi ekologi dari vegetasi mangrove adalah peranan mangrove dalam mitigasi bencana. Saat ini, keberadaan vegetasi mangrove semakin berkurang. Berbagai penyebab terdegradasinya ekosistem mangrove, terutama akibat alih fungsi hutan mangrove menjadi tambak dan sarana prasarana lainnya yang dikarenakan pengembangan wilayah dan meningkatnya urbanisasi ke wilayah pesisir. Salah satu dampak dari terdegradasinya ekosistem mangrove adalah menjadi rentannya wilayah pesisir dari berbagai bencana. Indonesia sebagai negara kepulauan dimana secara geologi jalur lautan menjadi pertemuan dari tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan lempeng Pasifik yang terus bergerak, menjadi sangat rentan terhadap berbagai bencana yang terjadi di wilayah pesisir, seperti tsunami. (Putri, 2019). Bahkan Kuswandono (2017), menyebutkan bahwa sejak tahun 1600 sampai saat ini, di Indonesia telah terjadi sebanyak 110 kali tsunami.

Secara alami bentuk perakaran dan struktur anatomi daun mangrove, memiliki kemampuan untuk mencegah terjadinya berbagai bencana seperti terjangan ombak besar, badai, abrasi dan erosi, serta intrusi air laut ke

wilayah daratan. Struktur dan perakaran mangrove merupakan bentuk adaptasi yang dilakukan oleh tumbuhan secara alami terhadap lingkungannya agar mampu hidup lebih baik dan dapat bertahan hidup. Setiap jenis mangrove memiliki daya adaptasi yang khas, seperti bentuk perakaran yang berbeda untuk setiap jenis mangrove yang kemudian oleh ahli taksonomi dijadikan sebagai pencirian dalam klasifikasi mangrove. Meskipun setiap jenis mangrove memiliki struktur dan bentuk perakaran dengan kekhasan tersendiri, namun secara umum memiliki perakaran yang sangat kuat menghunjam ke dalam habitat lumpur. Hal ini karena mangrove hidup di habitat ekstrim. Di samping itu, untuk mengokohkan pertumbuhannya agar tidak mudah terbawa ombak air laut, mangrove mengembangkan struktur akar secara lateral dan vertikal.

Mangrove memiliki daun yang telah beradaptasi dengan salinitas atau kadar garam yang tinggi pada habitatnya. Hal ini disebabkan karena mangrove memiliki daun yang tebal dan dapat menyimpan air dalam jumlah besar. Di samping itu mangrove mengembangkan struktur pada daun yang mampu mengekskresikan garam melalui stomata. Hal ini pula menjadikan tanaman mangrove dapat menjaga kestabilan kandungan garam pada tubuhnya. Kondisi tersebut secara ekologi akan mencegah intrusi air laut yang mengandung garam yang tinggi ke wilayah daratan.

Tulisan ini merupakan kajian dari berbagai sumber referensi terkait dengan bencana wilayah pesisir dan lebih rinci akan membahas tentang peran mangrove dalam mitigasi bencana yang terjadi di wilayah pesisir. Artikel ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan pemerintah daerah dalam kegiatan konservasi mangrove dalam rangka mengurangi dampak dari bencana yang terjadi di wilayah pesisir.

KONDISI HUTAN MANGROVE DI INDONESIA

Area mangrove di Indonesia sampai tahun 2015 menempati urutan terluas di dunia, yaitu sebesar 3.497.478 ha, yang kemudian diikuti oleh Brazil dan Meksiko sebagai urutan kedua dan ketiga. Luas tersebut terbentang pada garis pantai sepanjang 99.093 km² (Dirjen DASHL, 2015). Dengan posisi tersebut Indonesia berkontribusi sebesar 23% kepada ekosistem mangrove dunia (Kuswandono, 2017). Hutan mangrove merupakan ekosistem air payau atau zona intertidal antara laut dan daratan,

sehingga tanaman yang tumbuh di area mangrove mendapatkan pengaruh dari daratan (air sungai) dan lautan (air asin). Sebagai negara maritim yang memiliki iklim tropis, sebagian wilayah pesisir di Indonesia merupakan habitat bagi pertumbuhan mangrove. Pramudji (2000), menginformasikan bahwa mangrove di Indonesia terdapat di pulau-pulau besar, seperti di pantai timur Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa, serta Irian Jaya, terutama yang memiliki banyak aliran sungai besar dan panjang yang membawa berbagai material dari sepanjang sungai ke muara. Secara lengkap data distribusi mangrove di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Distribusi Hutan Mangrove di Indonesia

Pulau	Luas Hutan Mangrove (ha)
Sumatera	921.632,2
Kalimantan	1.449.634,0
Jawa	34.326,3
Sulawesi	130.017,4
Bali-Nusra	34.832,4
Maluku	138.907,7
Papua	788.128,90
TOTAL	3.497.478,0

Sumber: Dirjen DASHL (2015)

Tanaman mangrove tumbuh di wilayah peralihan antara darat dan laut yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Purnobasuki, 2005). Sebagai tanaman yang hidup di wilayah pasang surut, mangrove dapat beradaptasi sangat baik dengan wilayah pantai maupun wilayah daratan. Mangrove merupakan tumbuhan yang tahan terhadap lingkungan dengan suhu perairan yang tinggi, tanah anaerob, serta memiliki daya adaptasi yang tinggi dengan sistem perakaran yang unik (Kordi, 2012). Secara anatomi dan fisiologi, akar mangrove mampu mengeluarkan garam yang diserap oleh sistem perakaran yang kuat dan menancap jauh ke dalam habitat lumpur. Oleh karena itu, mangrove mampu mencegah intrusi air laut ke daratan. Akar mangrove juga mampu menyerap berbagai bahan pencemar, terutama logam berat yang terpapar ke perairan sepanjang sungai serta terbawa air sungai dan terakumulasi di muara.

Hutan mangrove merupakan harta karun yang tak ternilai. Ditinjau dari kekayaan jenisnya, Indonesia memiliki keanekaragaman jenis mangrove sebanyak 243 spesies dengan 202 spesies yang telah teridentifikasi, yang tersebar sebanyak 166 spesies di Pulau Jawa, 151 spesies di Pulau Sumatera, 150 spesies di Kalimantan, 135 spesies di Sulawesi, dan 142 spesies di Papua (Noor *et al.* 2006, Hartanti, 2019). Selain memiliki fungsi ekonomi dan fungsi ekologi juga, mangrove memiliki fungsi penting dalam mitigasi, seperti mencegah banjir karena adanya tsunami, mengurangi gempuran permukiman penduduk di wilayah pantai dari badai dan angin laut, mencegah erosi dan intrusi air laut ke daratan, serta sebagai penyedia karbon yang cukup tinggi sehingga turut andil dalam mencegah bencana perubahan iklim dan pemanasan global. Indonesia pada tahun 2020 mempunyai target untuk mengurangi 26% emisi karbon yang salah satunya dilakukan dengan cara mencegah deforestasi hutan mangrove (Murdiyarto *et al.*, 2015). Beberapa studi menunjukkan bahwa mangrove memiliki peran penting dalam mitigasi, terutama bagi masyarakat yang hidup dan mencari nafkah di wilayah pantai.

Meskipun mangrove di Indonesia paling besar jumlahnya di dunia, namun kerusakan yang dialami juga paling besar. Menurut Kuswandono (2017) hutan mangrove Indonesia yang masih ada saat ini sebesar 3.489.140,68 Ha, namun hanya sebesar 47% (1.671.140,75 Ha) yang dalam kondisi baik, sementara 1.817.999,93 Ha (53%) dalam kondisi rusak. Untuk jangka panjang rehabilitasi hutan mangrove memang mengalami tantangan yang cukup berat, karena kerusakan yang dialami lebih besar dari upaya rehabilitasi. Berbagai upaya tersebut telah dilakukan termasuk oleh pemerintah daerah terkait dan berbagai pihak seperti lembaga swadaya masyarakat (LSM), perusahaan, dan bahkan inisiatif dari beberapa komunitas masyarakat pesisir. Disamping itu upaya-upaya lainnya seperti kegiatan yang melibatkan peran masyarakat dan dapat mencegah konversi hutan mangrove menjadi tambak dan infrastruktur lainnya juga dilakukan, seperti memanfaatkan berbagai bagian tanaman mangrove untuk bahan pangan, pakaian, pewarna alami, dan sebagainya. Dengan demikian masyarakat dipacu terus untuk terus menanam mangrove yang dapat digunakan untuk kebutuhannya.

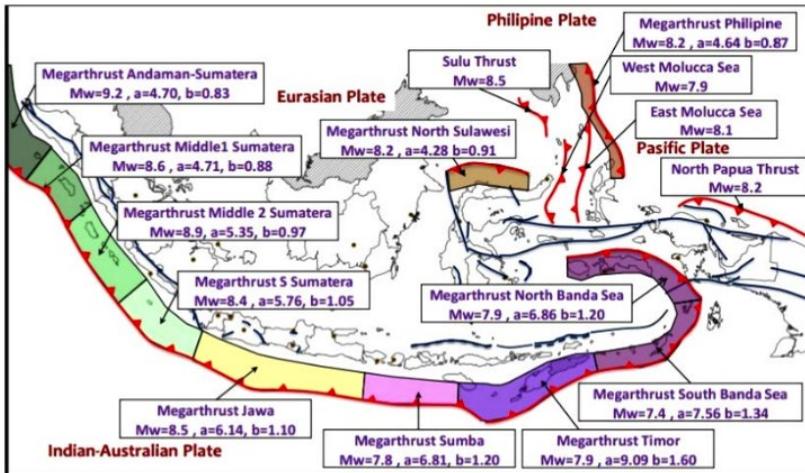
BERBAGAI BENCANA DI WILAYAH PESISIR

Saat ini, sebanyak 56% (140 juta dari 250 juta) masyarakat Indonesia dari sebanyak 297 kabupaten yang perekonomiannya dan sumber penghasilannya bergantung dari di wilayah laut dan pesisir (Kuswandono, 2017). Bahkan 60% masyarakat dunia hidup di wilayah mangrove (CIFOR, 2018), sehingga menyebabkan tingginya alih fungsi lahan mangrove menjadi berbagai fasilitas. Eksploitasi mangrove secara sistematis sudah terjadi sejak abad ke-18 terutama alih fungsi menjadi tambak dan pemanfaatan kayu mangrove untuk berbagai keperluan. Pada akhir 1960 Indonesia telah kehilangan lebih dari 200.000 ha mangrove, yaitu di Jawa dan Sumatera. Adanya kebijakan pemerintah untuk meningkatkan produksi kayu dan memperluas tambak pada tahun 1980-an menyebabkan Indonesia kehilangan hutan mangrove sebesar 800.000 ha hanya dalam kurun waktu 30 tahun (Ilman *et al.*, 2016).

Secara ekologis, keberadaan hutan mangrove sangat penting, bukan hanya sebagai habitat dan tempat memijahnya berbagai fauna dan mengurangi emisi karbon penyebab terbesar dari efek rumah kaca dan pemanasan global, tetapi juga mempunyai peran yang besar terhadap mitigasi dari berbagai bencana alam, seperti banjir, badai/angin laut, dan tsunami (Kuswandono, 2017). Salah satu persoalan terkait bencana di wilayah pesisir adalah subsiden tanah atau penurunan tanah. Kejadian ini antara lain disebabkan karena pengambilan air tanah yang berlebihan (Kelompok Keahlian Geodesi ITB, 2007). Oleh karena fenomena ini tidak terlihat dan dengan tiba-tiba merusak suatu kawasan maka sering juga disebut dengan *the silent killer*. Laju rata-rata subsiden tanah di dataran rendah dan pesisir menunjukkan angka yang cukup besar, yaitu sebesar 1 sampai 25 cm/tahun (Kementerian Koord. Bidang Kemaritiman RI, 2019). Penurunan tanah dapat berdampak terhadap kerusakan infrastruktur, seperti lahan dan rumah bahkan dapat berdampak terhadap kehilangan mata pencaharian akibat diterjang banjir rob (Kahar *et al.*, 2010).

Sebagai negara yang sebagian besar terdiri atas perairan bahari, sejarah telah menunjukkan bahwa tsunami pernah menerjang beberapa wilayah di Indonesia, seperti Jawa, Sumatera, Sulawesi, Bali, Lombok, dan Papua. Hal ini terutama karena secara geologi Indonesia memiliki banyak patahan

gempa dan dikelilingi oleh tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik, yang jalur pertemuan lempengnya berada di laut. Ketiga lempeng tersebut terus bergerak dan berpotensi menimbulkan gempa dan tsunami (Putri, 2019). Kuswandono (2017), mencatat bahwa sejak tahun 1600 sampai saat ini, di Indonesia telah terjadi sebanyak 110 kali tsunami yang telah merusak 7.800 desa.



Sumber: Media Center @infobencana (2018)

Gambar 1.

Segmentasi Megathrust Peta Gempa Nasional Tahun 2017

Potensi bencana di wilayah pesisir juga dapat diakibatkan oleh meningkatnya emisi gas karbon ke udara sebagai penyebab utama pemanasan global. Hal itu kemudian berdampak kepada perubahan iklim, seperti meningkatnya suhu air laut, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan cuaca ekstrim.

Terdapat beberapa pendapat mengenai dampak pemanasan global terhadap kenaikan permukaan air laut. Menurut Nerem *et al* (2018) dampak pemanasan global telah mengakibatkan naiknya permukaan air laut setinggi 3 mm/tahun. Apabila tidak dilakukan upaya penurunan suhu global, maka pada tahun 2100 permukaan air laut akan meningkat setinggi 65 cm. Untuk Indonesia, melihat begitu besar wilayah yang berhubungan dengan wilayah

pesisir, maka diperkirakan sebanyak 2.266 desa yang dihuni lebih dari 9 juta jiwa terancam mengalami kerusakan akibat meningkatnya permukaan air laut karena perubahan iklim tersebut (Kuswandono, 2017). Perubahan ini membawa dampak besar terhadap habitat berbagai spesies flora dan fauna daratan yang hidup di sekitar pesisir dan tidak dapat hidup pada genangan air laut. Organisme yang tidak mampu beradaptasi akan mati dan mengganggu proses rantai makanan pada ekosistem pesisir. Kenaikan permukaan air laut juga akan mengancam masyarakat yang tinggal di sekitar pesisir. Mereka terancam kehilangan tempat tinggal, harta benda, dan pekerjaan secara permanen karena harus bermigrasi ke tempat lain.

Ekosistem mangrove memiliki potensi mitigasi yang sangat besar untuk mengatasi solusi untuk bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim akibat pemanasan global. Berdasarkan data yang disampaikan oleh Mudiyarso *et al* (2015), dikatakan bahwa vegetasi ekosistem mangrove merupakan penyerap gas rumah kaca, terutama gas karbon yang cukup tinggi. Kerusakan dan penurunan luas ekosistem mangrove berhubungan dengan penyerapan dan penyimpanan karbon guna pengurangan kadar CO₂ di udara. Tanaman mangrove akan mengubah CO₂ di udara melalui proses fotosintesis yang kemudian didistribusikan ke organ tumbuhan lainnya, seperti batang, daun, akar, buah, dsb. Dinilhuda *et al.*(2018), menyebutkan bahwa kemampuan penyerapan CO₂ oleh mangrove tergantung kepada produksi dan kerapatan biomassa tegakan jenis pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman mangrove menyerap dan menyimpan lebih tinggi sampai 20 kali lipat dibandingkan vegetasi hutan yang tumbuh di daratan. Penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove termasuk juga pada biomasa yang dihasilkan dan habitat mangrove sampai kedalaman di bawah 30 cm yang akan tersimpan dalam kurun waktu yang panjang.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi emisi karbon juga telah menjadi kesepakatan negara-negara di dunia untuk menurunkan emisi Karbon. Beberapa perjanjian internasional, seperti yang disepakati di Marrakech, Maroko, oleh pimpinan dari 197 pada tahun 2016 termasuk Indonesia, antara lain mencakup kesepakatan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan menjadikan mitigasi sebagai program prioritas (Kementerian LH, 2017). Dalam implementasinya, mitigasi bencana di wilayah pesisir diutamakan melalui konservasi dan restrukturisasi kembali

hutan mangrove, serta pemanfaatan mangrove yang berkelanjutan. Penanaman kembali mangrove dapat berpengaruh terhadap perubahan iklim global serta meningkatkan perlindungan wilayah pantai dari banjir dan badai. Pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan melakukan penanaman mangrove di berbagai wilayah yang bekerjasama dengan berbagai sektor swasta (Kuswandono, 2017). Upaya lainnya adalah menjadikan hutan mangrove sebagai wilayah ekoturisme seperti di Pangandaran, melakukan usaha tambak dengan sistem *silvofishery* seperti di Delta Mahakam, Kalimantan Timur.

Upaya perlindungan wilayah pesisir sudah banyak dilakukan baik oleh pemerintah, NGO, ataupun swadaya masyarakat. Namun demikian, padatnya jumlah penduduk wilayah pesisir akan meningkatkan pula kegiatan, sampah, dan bahan pencemar yang dihasilkan dari kegiatan masyarakat yang mata pencahariannya mengandalkan mata pencaharian dari wilayah pesisir. Oleh karena itu salah satu upaya konservasi mangrove jangka panjang yang juga sangat penting adalah melalui peningkatan kesadaran masyarakat. Masyarakat dilibatkan untuk melakukan reboisasi dan restrukturisasi tanaman mangrove, Hal ini penting mengingat jumlah masyarakat yang menggantungkan sumber pendapatan dari hasil laut dan pesisir cukup tinggi. Pengetahuan pentingnya tanaman mangrove dalam mitigasi perlu diberikan. Untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat nelayan, perlu adanya pemulihan hutan, pelestarian ekosistem mangrove secara alami sebagai tempat mencari nafkah, dan pemanfaatan tanaman mangrove menjadi produk yang memiliki nilai lebih.

PERAN VEGETASI MANGROVE DALAM MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR

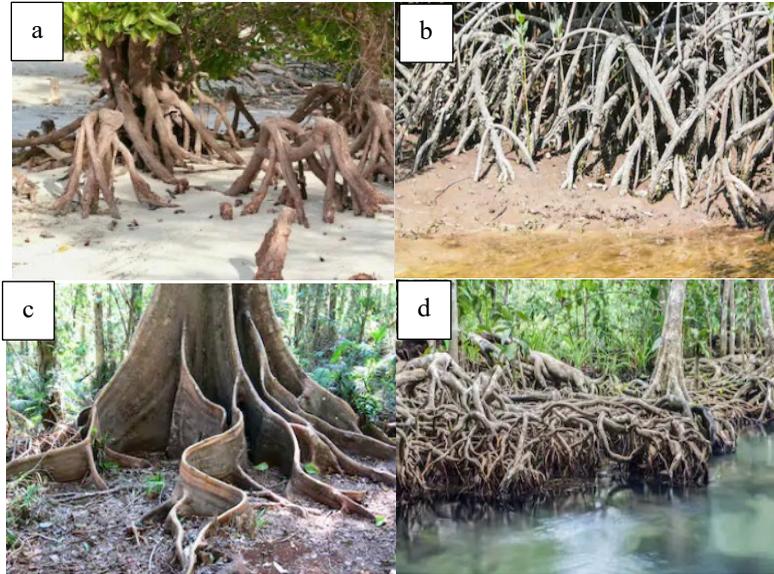
1. Mengurangi Gelombang, Badai, dan Abrasi

Sebagai vegetasi yang hidup pada zona pasang surut dengan dengan habitat lumpur, serta genangan air laut dengan kadar garam yang tinggi, Habitat yang berlumpur dan tergenang air tersebut karena sifatnya anaerob, menjadikan mangrove pada dasarnya merupakan kelompok tanaman yang memiliki adaptasi morfologi dan fisiologi dalam menghadapi kondisi ekstrim tersebut. Seperangkat adaptasi evolusi yang luar biasa memungkinkan

vegetasi yang berbentuk pohon dan semak tersebut dapat melangsungkan hidupnya (Florida Museum Newsletter, 2019). Menurut Al Idrus (2014), sistem perakaran mangrove yang terbentuk tersebut bersifat hereditas yang dapat diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Untuk mengatasi kondisi habitat mangrove yang berlumpur, bersifat anaerob, dan memiliki konsentrasi kandungan garam yang cukup tinggi, mangrove membentuk akar khusus dengan beberapa sifat biologi yang khas sebagai bentuk adaptasinya, seperti akar udara atau akar napas yang fungsinya dapat melakukan pertukaran udara selama akar terendam. Perakaran mangrove yang terdiri dari perakaran utama dan akar napas mampu mengatasi berbagai kondisi habitat yang ekstrim. Sistem perakaran utama tumbuh baik secara lateral maupun vertikal, jauh masuk dan terkait dengan kuat ke dalam habitat lumpur. Sistem perakaran tersebut memungkinkan vegetasi mangrove tumbuh dengan kuat dan tahan terhadap berbagai terpaan gelombang besar, erosi, abrasi, dan badai angin laut.

Akar napas yang membentuk pneumatofora memungkinkan mangrove dapat mengambil oksigen dari udara. Berbagai bentuk akar napas seperti akar gantung pada *Avicennia spp*, akar pancang pada *Sonneratia spp*, akar lutut pada *Bruguiera spp*, akar papan pada *Xylocarpus spp*, dan akar tunjang pada *Rhizophora spp*. Bentuk akar tersebut merupakan ciri taksonomi yang mantap (Tomlinson 1986). Sementara menurut Srikanth *et al.* (2015), akar napas dapat berbentuk akar pasak (*cone roots*), akar pensil (*pencil roots*), akar lutut (*knee-roots*), akar tongkat/penyangga (*stilt-roots*), akar papan (*buttress/plank-roots*), akar gantung (*aerial-roots*), akar cakar ayam (*spreading roots*). Percabangan akar yang kompleks tersebut memperkuat akar utama sehingga mampu menyangga tumbuhan mangrove dengan kuat. Gambar 2 adalah beberapa contoh berbagai bentuk dari akar napas.



Sumber: Shutterstock's (2019)

Gambar 2.

Berbagai Bentuk Akar Napas: a). Akar Lutut; b). Akar Tongkat; c). Akar Papan; dan d). Akar Cakar Ayam

- a) Akar lutut (*knee roots*), adalah tonjolan akar mangrove yang horizontal tumbuh ke atas substrat kemudian melengkung masuk kembali ke substrat, tonjolan di atas substrat berbentuk seperti lutut. Mangrove yang memiliki akar lutut antara lain *Bruguiera spp.*
- b) Akar tongkat/penyangga (*stilt roots*), adalah akar-akar yang keluar dari batang bagian bawah tumbuh menuju substrat. Mangrove yang memiliki akar tunjang antara lain *Rhizophora spp.*
- c) Akar papan (*buttress/plank roots*), adalah akar-akar yang keluar dari batang bagian bawah tumbuh menuju substrat tumbuh melebar seperti papan. Mangrove yang memiliki akar papan antara lain *Heritiera*.
- d) Akar cakar ayam (*spreading roots*), adalah akar yang menyebar dengan banyak akar kecil di bawah tanah. Mangrove yang memiliki akar cakar ayam antara lain *Ceriops*.

Keberagaman setiap jenis mangrove memiliki sistem perakaran yang berbeda dan menghasilkan kombinasi perakaran yang kompak. Perakaran vegetasi mangrove mangrove adalah karena bentuknya dan kekuatan perakaran yang menancap jauh ke dalam habitat. Berbagai bentuk akar mangrove yang saling menjalin secara tak beraturan ke sisi lateral dapat memperlambat pergerakan air pasang surut, meningkatkan sedimentasi substrat yang berlumpur, dan mengurangi erosi. Hal ini meningkatkan kemampuan ekosistem mangrove untuk menahan gelombang dan meningkatnya permukaan air laut. Tentu saja sistem perakaran yang padat rapat akan semakin membantu menipiskan ombak atau gelombang besar yang sistem (Harada, Imamura, & Hiraishi, 2002).

Pada percobaan hidrolik dengan model struktur sistem untuk mengetahui pengaruh hutan mangrove dalam mengurangi kekuatan gelombang tsunami, Harada, Imamura, & Hiraishi (2002) membuktikan bahwa hutan mangrove efektif mengurangi kekuatan gelombang tsunami. Poonthip, Wanxiao & Tonny (2008) dengan metode Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh membuktikan bahwa di lokasi-lokasi dengan luas hutan mangrove kecil mengalami kerusakan lebih besar dibanding dengan kerusakan di lokasi dengan hutan mangrove yang luas. Lebar optimal hutan mangrove yang paling efektif untuk mengurangi kerusakan oleh gelombang tsunami adalah antara 1000 sampai 1500 m.

2. Mengurangi Dampak Tsunami

Kemampuan mangrove dalam mengurangi bencana pantai adalah saat mangrove berkelompok membentuk komunitas. Sistem perakaran yang saling menjalin serta cabang dan tajuk pohon yang rapat saling mengisi adalah pertahanan yang baik terhadap bencana pantai. Hal ini sejalan dengan pendapat Spalding *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa mangrove yang luas dapat mengurangi kekuatan tsunami, mengurangi hilangnya nyawa dan kerusakan perumahan di area belakang hutan mangrove. Tinggi gelombang pasang surut berkurang 13-66% per 100 m hutan mangrove, tinggi gelombang badai berkurang 5 – 50 cm per km mangrove, dan ratusan meter hutan mangrove yang dibutuhkan untuk mengurangi tsunami 5 – 30%.

Komunitas mangrove tersusun secara alami sesuai dengan kondisi lingkungan. Dengan demikian, setiap tempat mungkin akan terdiri atas komposisi mangrove yang berbeda. Walaupun demikian, mangrove yang tersusun dalam berbagai tempat umumnya tersusun atas spesies: (1) Pohon-pohon yang termasuk dalam marga/genus *Rhizophora spp.*, *Bruguiera spp.*, *Ceriops spp.* (familia Rhizophoraceae), *Avicennia spp.* (familia Avicenniaceae), *Sonneratia spp.* (familia Sonneratiaceae), *Xylocarpus spp.* (familia eliaceae), *Lumnitzera spp.* (familia Combretaceae), (2) Jenis-jenis perdu, seperti *Aegialitis spp.* (familia Plumbaginaceae), dan *Scyphipora sp.* (familia Rubiaceae), (3) golongan palm seperti *Nipa frukticans* dan golongan paku-pakuan, seperti *Acrosticum sp.* Golongan liana yang umum ditemukan di komunitas mangrove adalah *Derris heptaphyla* (Chapman 1976). Sebagai contoh tanaman mangrove di perairan 2 (dua) desa Blanakan, yaitu Desa Blanakan dan Desa Langensari. Terdapat 4 (empat) jenis mangrove di Desa Blanakan, yaitu *Avicennia marina*, *Soneratia caseolaris*, dan *Rhizophora stylosa*, *Bruguiera gymnorrhiza* (Hewindati & Utomo, 2018). Hartanti menambahkan dengan tanaman *Nypa fructicans*, yaitu tanaman mangrove yang tumbuh pada lahan kering, sehingga jumlahnya menjadi 5 jenis (Hartanti, 2019). Jumlah tersebut sama dengan jumlah jenis tanaman mangrove yang terdapat di Langensari, yaitu *Avicennia spp.* Dengan 2 jenis *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*; *Rhizophora spp.* Dengan 3 jenis, yaitu *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora stylosa*; *Bruguiera spp.* Dengan 2 jenis, yaitu *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Bruguiera cylindrica*; *Sonneratia caseolaris*, dan *Xylocarpus granatum* (Hewindati & Utomo, 2018).

Habitat mangrove secara umum adalah berlumpur dengan salinitas tinggi. Namun demikian, setiap spesies mempunyai kisaran ekologis masing-masing spesies sehingga mempunyai relung (niche) yang khusus. Keadaan ini mengakibatkan terbentuknya berbagai macam zona. Zonasi mangrove ini terbentuk secara alami mulai dari pinggir pantai sampai ke daratan. Kelompok pohon yang tumbuh di pinggir pantai berbeda dengan yang di daratan. Berbeda pula untuk setiap lokasi sesuai dengan karakter habitat masing-masing lokasi. Lebar hutan dari pinggir pantai ke daratan adalah variabel penting dalam fungsinya untuk mitigasi bencana pantai.

Macnae (1968) membagi zona mangrove berdasarkan jenis pohon ke dalam enam zona, mulai dari pinggir laut ke daratan.

1. Zona *Sonneratia*. Hutan yang paling dekat dengan laut ditumbuhi oleh *Avicennia* dan *Sonneratia*. *Sonneratia* tumbuh pada lumpur lembek dengan kandungan garam yang tinggi.
2. Zona *Avicennia* pinggir laut. *Avicennia marina* tumbuh pada substrat berliat yang agak keras, sedangkan *Avicennia alba* tumbuh pada substrat yang agak lembek.
3. Zona hutan *Rhizophora*. Hutan didominasi oleh *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora stylosa*. *Rhizophora stylosa* lebih banyak dijumpai pada kondisi yang agak basah dan lumpur yang agak dalam. Pohon-pohon dapat tumbuh setinggi 35-40 meter.
4. Zona hutan *Bruguiera*. Hutan didominasi oleh *Bruguiera parviflora*, *Bruguiera cylindrica*. Kadang-kadang dijumpai tanpa jenis pohon lainnya. Substrat berupa tanah liat yang cukup keras dan dicapai oleh beberapa air pasang saja.
5. Zona semak-semak *Ceriops*. Zona ini didominasi oleh *Ceriops* spp, dengan ketinggian mencapai 5 m.
6. Zona perbatasan dengan daratan. Peralihan antar hutan ini dan hutan dataran ditandai oleh adanya *Lumnitzera ystem*, *Xylocarpus moluccensis*, *Intsia bijuga*, *Ficus retusa*, rotan, pandan dan nibong pantai, *Oncosperma tigillaria*.

Sedangkan Watson, 1928 (dalam Macnae, 1968) membagi mangrove menjadi lima kelompok berdasarkan frekuensi air pasang, yaitu:

1. Kelompok mangrove yang hidup dalam ekosistem yang selalu digenangi oleh air pasang (*flooded at all high tides*). Di tempat seperti ini jarang jenis mangrove yang mampu hidup, kecuali *Rhizophora stylosa*.
2. Kelompok mangrove yang hidup dalam ekosistem pantai yang digenangi oleh air pasang agak besar (*flooded by medium high tides*). Di tempat seperti ini yang hidup adalah jenis *Avicennia* sp., *Sonneratia* sp., dan *Rhizophora stylosa*.
3. Kelompok mangrove yang hidup dalam ekosistem pantai yang digenangi oleh air pasang rata-rata (*flooded by normal high tides*).

Sebagian besar mangrove hidup dalam Kawasan ini, tetapi jenis *Rhizophora* biasanya mendominasi.

4. Kelompok mangrove yang hidup dalam ekosistem pantai yang digenangi oleh air pasang perbani (*flooded by spring tides only*). Kawasan ini sedikit kering untuk *Rhizophora*, tetapi bagus untuk *Bruguiera gymnorhiza* dan *Bruguiera cylindrica*.
5. Kelompok mangrove yang hidup dalam ekosistem pantai yang kadang-kadang digenangi oleh pasang tertinggi (*flooded by equinoctical or other exeptional tides*). Kawasan ini didominasi oleh *Bruguiera gymnorhiza* dan didampingi oleh *Rhizophora stylosa*, dan *Xylocarpus granatus*.

Adanya variasi sifat fisik dan kimia yang berbeda dari satu daerah dengan daerah lain, maka diduga setiap daerah di Indonesia mempunyai pola zonasi berbeda. Misalnya penelitian di system hutan mangrove di Segara Anakan terdiri atas Zona 1 yang dikuasai oleh *Avicennia –Rhizophora*, Zona 2 dikuasai oleh *Avicennia – Rhizophora Sonneratia* dan Zona 3 dikuasai *Ceriops – Rhizophora – Sonneratia*. Hilmi, *et al.* (2015). Menurut Sukardjo (1999), pembentukan zonasi mangrove dipengaruhi oleh beberapa hal, terdapat lima komponen utama yang mempengaruhi zonasi mangrove pada ekosistem pantai, yaitu: (1) gelombang, yang menentukan frekuensi tergenang; (2) salinitas, yang berkaitan dengan hubungan osmosis mangrove; (3) substrat; (4) pengaruh darat, seperti aliran air masuk dan rembesan air tawar; (5) keterbukaan terhadap gelombang, yang menentukan jumlah substrat yang dapat dimanfaatkan.

Menurut Spalding *et al.* (2014) ekosistem mangrove berfungsi untuk menahan gelombang pasang surut, gelombang tinggi, tsunami, erosi, kenaikan permukaan laut. Angin dan gelombang besar berkurang dengan cepat ketika melewati hutan mangrove. Sabuk hutan mangrove (*green belt*) yang semakin luas juga akan mengurangi secara signifikan dampak banjir di daerah pinggir pantai. Kathiresan K., (2000) menyatakan bahwa salah satu fungsi ekologis hutan mangrove dalam melindungi pantai dari bencana adalah mengurangi amukan badai dan topan, mitigasi amukan tsunami, mengontrol banjir, dan melindungi pantai dari erosi.

3. Mencegah Intrusi Air Laut

Selain menahan gelombang, fungsi lain ekosistem mangrove adalah menahan intrusi air laut. Intrusi air laut merupakan salah satu fenomena dimana air laut mencemari air tanah sehingga air tanah tidak dapat digunakan kembali oleh makhluk yang hidup di atasnya. Intrusi air laut saat ini merupakan permasalahan yang dialami oleh masyarakat yang hidup di sepanjang wilayah pesisir. Konversi hutan mangrove menjadi tambak merupakan salah satu penyebab terbesar dari intrusi air laut ke daratan. Hal ini diperkuat oleh Salim (2017) intrusi air laut banyak terjadi pada areal yang didominasi tambak tidak bermangrove. Intrusi air laut sudah meluas di berbagai wilayah pesisir. Menurut Suriyani (2019) intrusi air laut di Bali lebih disebabkan oleh karena pengambilan air tanah yang berlebihan untuk kebutuhan sehari-hari baik skala rumah tangga ataupun industri.

Vegetasi mangrove memiliki kemampuan dalam mencegah intrusi air laut ke daratan. Hal ini karena kemampuan organ mangrove untuk menyerap tingginya kadar garam yang ada pada habitat. Kemampuan tersebut dilakukan oleh organ akar dan daun. Kemampuan mangrove menyaring garam melalui akar dapat dilakukan oleh *Rhizophora*, *Ceriops*, *Bruguiera* (Murdiyanto, 2003). Daun mangrove memiliki kelenjar dan stomata yang mampu melakukan ekskresi garam yang cukup tinggi. Menurut Ng & Sivasothi (2001), kemampuan mengekskresikan kadar garam tinggi melalui daun dapat dilakukan oleh jenis *Acanthus*, *Avicennia*, *Aegiceras*, *Aegialitis*, *Sonneratia*, *Laguncularia* dan *Rhizophora*. Garam yang terserap selain diekskresikan oleh kelenjar daun dan dibuang melalui proses transpirasi lewat stomata juga dapat disimpan dalam jaringan daun dan kulit kayu tua yang hampir mati. Daun mangrove umumnya bersifat sukulen (mempunyai kadar air tinggi) dan memiliki kemampuan dalam menyimpan garam yang kemudian jika daun tersebut menjadi tua akan gugur bersama kandungan garam yang ada di dalam jaringan tersebut. Mekanisme penyimpanan garam pada jaringan tua dilakukan oleh jenis *Rhizophora sp*, *Ceriops sp*, *Sonneratia sp*, *Lumnitzera sp*, *Avicennia sp*, *Bruguiera sp*, *Excoecaria sp*, *Aegiceras sp*, dan *Acrosticum sp* (Ng dan Sivasothi, 2001). Ketiga mekanisme tersebut memungkinkan tumbuhan mangrove menjadi filter terhadap air laut, sehingga dapat mencegah masuknya garam ke wilayah daratan.

PENUTUP

Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki wilayah perairan yang sangat luas yaitu dua per tiga bagian dari Indonesia adalah wilayah perairan. Dari sekitar 17.000 pulau yang ada dengan panjang garis pantai sekitar 99.093 km², Indonesia berkontribusi terhadap 23% dari mangrove dunia. Dari data statistik tahun 2017, luas hutan mangrove di Indonesia sebesar 3.489.140,68 Ha. Namun sangat disayangkan, hanya sebesar 47% (1.671.140,75 Ha) dalam kondisi baik, sementara 1.817.999,93 Ha (53%) dalam kondisi rusak. Sementara itu secara alami mangrove merupakan tumbuhan yang mampu berperan sangat besar terhadap mitigasi bencana yang terjadi di wilayah pantai. Sebagai tanaman yang hidup di wilayah peralihan antara air laut dan air tawar, mangrove mampu mengadakan adaptasi terhadap tempat tumbuh yang cukup ekstrim, yaitu habitat berupa lumpur, memiliki salinitas tinggi, dan kondisi pasang surut. Adaptasi tersebut berlangsung di alam dalam berbagai fenomena kehidupan menurut prinsip, tatanan dan hukum alam untuk mempertahankan hidupnya, seperti kondisi lingkungan yang ekstrim. Adaptasi morfologi dan anatomi yang terjadi secara alami dari sistem perakaran dan struktur daun tersebut menjadikan tumbuhan mangrove dapat bertahan hidup. Beberapa bentuk adaptasi adalah pembentukan akar napas sebagai adaptasi untuk mendapatkan oksigen dari udara, akar napas ini berkembang sangat kuat jauh ke dalam habitat lumpur dan saling menjalin ke arah lateral dan vertikal sebagai upaya untuk tetap kokoh pada substrat yang bergerak akibat ombak. Dengan sistem perakaran tersebut mangrove mempunyai peran yang sangat signifikan untuk mitigasi berbagai bencana yang dapat merugikan masyarakat wilayah pesisir. Tegakan komunitas mangrove mampu mengurangi gelombang, ombak besar, dan erosi sehingga melindungi pantai dari banjir. Bentuk adaptasi lain dari organ mangrove terjadi pada daun. Daun mangrove mampu mencegah intrusi air laut ke daratan. Struktur daun mampu mengekskresikan dan menyimpan kadar garam sehingga mampu mengurangi intrusi kadar garam ke wilayah daratan.

Saat ini kondisi mangrove di Indonesia sebagian besar telah mengalami kerusakan, Berbagai upaya rehabilitasi dan konservasi dilakukan baik oleh pemerintah, unsur swasta, LSM, bahkan oleh masyarakat pesisir yang tergabung ke dalam berbagai komunitas. Namun demikian rehabilitasi hutan mangrove memang mengalami tantangan yang cukup berat. Diperlukan keterlibatan yang lebih besar dari masyarakat di wilayah pesisir untuk melakukannya. Demikian pula keterlibatan pemerintah, dan unsur lainnya dalam melakukan sosialisasi kepada masyarakat dan memberikan pemahaman akan pentingnya ekosistem mangrove sudah semestinya menjadi program prioritas untuk mitigasi bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Idrus, A. (2014). *Mangrove Gili Sulat Lombok Timur*. Mataram: Arga Puji Press.
- Chapman, V. J. (1976). *Mangrove vegetation*. Germany: J Cavmer.
- CIFOR (2018). *Lahan basah untuk masa depan*. Center for International Forestry Research, Laporan Tahunan 2018. Diakses pada Juli 2019, dari http://www.cifor.org/publications/pdf_files/ARreports/AR2018/AR2018ID.pdf
- Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiati, J. (2018). Peran ekosistem mangrove bagi mitigasi pemanasan global. *Jurnal Teknik Sipil*, 18 (2).
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2017). *Miliki 23% ekosistem mangrove dunia, Indonesia tuan rumah konferensi internasional mangrove 2017*. Diakses pada September 2019, dari http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/561
- Dirjen Pengendalian DAS dan Hutan Lindung (DASHL) (2015). *Rencana aksi rehabilitasi hutan mangrove di Indonesia*. Diakses pada September 2019, dari <http://mangroveindonesia.org/wp-content/uploads/2018/03/Pak-Joko-MANGROVE-SARASEHAN-IPB.pdf>
- Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2017). *Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem Tahun 2017*. International Conference on Sustainable Mangrove Ecosystem, Bali.
- Florida Museum Newslette (2019). *Adaptations mangrove*. Diakses pada September 2019 dari <https://www.floridamuseum.ufl.edu/southflorida/habitats/mangroves/adaptations/>

- Harada, K., Imamura, F., & Hiraishi, T. L. (2002). *Experimental study on the effect in reducing tsunami by the coastal permeable structures*. International Society of Offshore and Polar Engineers Conference. The International Society of Offshore and Polar Engineers ISBN 1-880653-58-3 (Set); ISSN 1098-6189 (Set).
- Hartanti, U. (2019). *Strategi pengembangan ekowisata mangrove berbasis daya dukung fisik kawasan wisata: suatu kajian di Hutan Mangrove Blanakan, Kabupaten Subang, Jawa Barat* (Thesis). Jakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Indonesia.
- Hewindati, Y. T. & Utomo, S. (2018). *Konservasi mangrove berbasis komunitas di Kecamatan Blanakan (Laporan tidak diterbitkan)*. Tangerang Selatan: LPPM-Universitas Terbuka.
- Hilmi, E., Asrul, S.S., Luvianna, F., Rima, N., Sya'bani, A.A., & Agung, D.S. (2015). Struktur komunitas, zonasi dan keanekaragaman hayati vegetasi mangrove di Segara Anakan Cilacap. *Omni Akuatika*, 11 (2): 20–32.
- Ilman, M., Dart, J. P., Dargusch, P., & Onrizal, O. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy*, 54: 448-459.
- Kahar, S., Purwanto, & Hidayat, W. K. (2010). Dampak penurunan tanah dan kenaikan muka laut terhadap luasan genangan rob di Semarang. *Jurnal Presipitasi*, 7 (2).
- Kathiresan, K. (2012). Importance of mangrove ecosystem. *International Journal of Marine Science*, 2 (10): 70-89.
- Kelompok Keahlian Geodesi ITB (2007). *Pemantauan penurunan tanah (land subsidence) di kota-kota besar dengan GPS*. Diakses pada September 2019 dari <https://geodesy.gd.itb.ac.id/2007/01/05/pemantaun-penurunan-tanah-land-subsidence-di-kota-besar-dengan-gps/>

- Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman RI & Institut Teknologi Bandung (ITB) (2019). *Peta jalan (road map) mitigasi dan adaptasi amblesan (subsiden) tanah di dataran rendah pesisir*. Jakarta: Yayasan Lahan Basah (Wetlands International Indonesia).
- Kordi, K. & Ghufran, M. (2012). *Ekosistem mangrove: potensi, fungsi dan pengelolaan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kuswandono, A. (2017). Role of coordinating ministry of maritime affairs in sustainable management of Indonesian mangrove and its ecosystem. International Conference on Mangrove Ecosystems, Bali, 18 April 2017.
- Macnae, W. (1968). A General account of the fauna and flora of mangrove swamp and forests in the Indo-West-Pacific Region. *Advances in Marine Biologi*, 6: 73-270.
- Media Center @infobencana. (2018). *Peta bahaya gempa 2017*. Diakses pada Agustus 2019 dari <https://twitter.com/search?q=peta%20infobencana%20gempa&src=typd>.
- Murdiyanto, B. (2003). *Mengenal, memelihara dan melestarikan ekosistem bakau*. Jakarta: Direktorat Jendral Perikanan Tangkap Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Mudiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Kisanawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5: 1089–1092.
- Nerem R. S., Beckley, B. D., Fasullo, J.T., Hamlington, B. D., Masters D., & Mitchum, G. T. (2018). Climate-change–driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *PNAS*, 115 (9): 2022-2025.

- Ng, P.K.L. & Sivasothi, N. (2001). *A Guide to mangroves of Singapore Volume 1: the ecosystem & plant diversity*. Singapore: The Singapore Science Centre.
- Noor, R.Y., Khazali, M. & Suryadipatra, I.N.N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetland Indonesia Internasional Programme.
- Poonthip, S., Wanxiao, S. & Tonny, J. O. (2008). Assessing the impact of the 2004 tsunami on mangroves using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 29:12: 3553-3576.
- Pramudji (2000). Dampak perilaku manusia pada ekosistem hutan mangrove di Indonesia. *Ocean*, XXV (2): 13-20.
- Purnobasuki, H. (2005). *Tinjauan perspektif hutan mangrove*. Surabaya: Penerbit Airlangga University Press.
- Putri, S. G. (2019). *Indonesia rawan tsunami; daftar wilayah yang berpotensi*. Diakses pada Juli 2019 dari https://www.msn.com/id-id/berita/nasional/indonesia-rawan-tsunami-ini-daftar-wilayah-yang-berpotensi/ar-AAF3FvD?ocid=spartanntp_edu
- Salim, A.G., Siringoringo, H.H., & Narendra, B.H. (2017). Pengaruh penutupan mangrove terhadap perubahan garis pantai dan intrusi air laut di hilir Das Ciasem dan Das Cipunegara, Kabupaten Subang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23 (3).
- Shukla, R. S. & Chandel, P. S. (2008). *A textbook of plant ecology*. New Delhi: S. Chand & Company Limited.
- Shutterstock's. (2019). Diakses pada September 2019 dari <https://www.shutterstock.com/search/mangrove+roots>

- Spalding, M., McIvor, A., Tonneijck, F., Tol, S. & van Eijk, P. (2014). *Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers and policy makers*. Wageningen: Wetlands International and The Nature Conservancy.
- Srikanth, S., Kaihekulani, S. Lum, Y., & Chen, Z. (2015). Mangrove root: adaptations and ecological importance. *Evolutionary Ecology*, 30 (2): 451–465.
- Sukardjo, S. (1999). Ekosistem mangrove. *Oseana*, IX (4): 102-115.
- Suriyani, L. D. (2019). *Riset menyimpulkan intrusi air laut meluas di pesisir Bali, dimana saja?*. Diakses pada September 2019 dari <https://www.mongabay.co.id/2019/02/27/riset-menyimpulkan-intrusi-air-laut-meluas-di-pesisir-bali-dimana-saja/>
- Tomlinson, P.B. (1986). *The botany of mangroves*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.