

Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Minimasi Dampak Bencana di Wilayah Pesisir *The Use of Ecosystem Mangrove in Minimalize Disaster Impact in Beach Area*

Emi Karminarsih*

Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Kotak Pos 168 Darmaga, Bogor 16680

Abstract

Indonesian beach region laid down in the critical area on nature disaster like tsunami. Tsunami on December²⁶, 2004, has greatly destroyed beach region in several districts in NAD and Nias. This disaster had raised responses from Indonesian people, especially on attempt to reserve the beach area to decrease the damaged of tsunami. One effort on rehabilitation the damaged beach area were through planting mangrove. Mangrove forest ecosystem are a unique beach ecosystem about form of stem, canopy and root system. Growth the best on muddy beach with influenced by the high and low tide and salty water. This vegetations have many important as a nature reserve beach area especially to minimized the disaster of tsunami. Besides this, the area and distribution of ecosystem mangrove has decrease by continue until now. Tsunami on December²⁶, 2004 has bring the nations of Indonesia more be awared on the important to protect and conservation of mangrove forest. Government, private, and NGO, have the priorities of safety beach area by planting mangrove.

Keywords: mangrove ecosystem, rehabilitation beach area, tsunami, Indonesia

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia yang memiliki laut terluas (3,9 juta km²), pulau terbanyak (17.508 buah), dan terpanjang ke-2 di dunia setelah Kanada (81.000 km). Namun seperti yang disampaikan Diposaptono dan Budiman (2005), kondisi ini harus diwaspadai, karena kawasan maritim Indonesia merupakan daerah yang secara tektonik sangat labil, selain bahwa kawasan ini juga terkenal sebagai salah satu pinggir benua yang sangat aktif di muka bumi. Selain itu, Indonesia juga memiliki kekayaan gunung berapi, setidaknya dari 240 buah sekitar 70 diantaranya masih aktif.

Dalam pemetaan gempa, wilayah pesisir Indonesia termasuk rawan terhadap bahaya tsunami. Ismail (1982) dan Kertapati (1991) dalam Diposaptono dan Budiman (2005), telah menetapkan sekitar 89 daerah rawan tsunami yang tersebar di seluruh Indonesia, mulai dari barat Pulau Sumatera, selatan Pulau Jawa, selatan Pulau Bali, selatan Sumbawa, selatan dan utara Flores, pulau-pulau di Maluku Utara, sebagian di selatan Papua, dan utara Pulau Sulawesi.

*Penulis untuk korespondensi,
email: emifahun@ipb.ac.id

Disamping itu, banyak diantara wilayah pesisir Indonesia menghadapi permasalahan lingkungan yang serius, seperti banjir rob, abrasi, dan penyusutan air asin ke arah daratan, berbagai masalah pencemaran lingkungan akibat kegiatan industri yang tidak mengelola limbahnya secara baik, selain juga tenggelamnya beberapa pulau kecil, sebagai akibat naiknya permukaan laut dan dampak berbagai kegiatan, antara lain penambangan pasir laut.

Tsunami merupakan salah satu resiko ikutan gempa yang sangat ditakuti oleh umat manusia. Pengalaman gempa yang disusul dengan tsunami pada 26 Desember 2004, dan telah memakan korban jiwa dan harta benda yang luar biasa menyebabkan bangsa Indonesia trauma dengan tsunami. Diposaptono dan Budiman (2005), menyatakan bahwa secara harfiah, tsunami berasal dari bahasa Jepang "tsu" (pelabuhan) dan "nami" (gelombang). Secara umum tsunami diartikan sebagai pasang laut yang besar di pelabuhan. Diposaptono dan Budiman (2005) mendefinisikan tsunami sebagai gelombang laut, dengan periode panjang yang ditimbulkan oleh gangguan impulsif (dapat berupa gempa bumi tektonik, erupsi vulkanik, atau longsor) yang terjadi melalui media laut.

Di lain sisi, wilayah pesisir Indonesia termasuk padat dengan permukiman dan pembangunan. Sebagian besar kota-kota penting di Indonesia pun terletak di wilayah pesisir. Oleh karena itu upaya untuk mengurangi atau meminimalisasi dampak yang ditimbulkan oleh tsunami mengingat sifat merusak yang sangat besar menjadi sangat penting. Beberapa upaya yang dapat dilakukan adalah:

1. Mencegah perkembangan permukiman di wilayah pesisir, yang berbatasan langsung dengan laut. Berkenaan dengan hal ini maka pemerintah harus mempersiapkan model tata ruang yang memasukkan unsur resiko tsunami.
2. Membuat zona penyangga, dengan tanaman mangrove ataupun tanaman pantai lainnya seperti cemara pantai (*Casuarina equisetifolia*), nyamplung (*Calophyllum sp.*), dan ketapang (*Terminalia catappa*).

Hutan mangrove, dalam skala ekologis merupakan ekosistem yang sangat penting, terutama karena daya dukungnya bagi stabilitas ekosistem kawasan pesisir. Kestabilan ekosistem mangrove akan mempunyai pengaruh yang sangat luas terhadap kelestarian wilayah pesisir. Mangrove sebagai ekosistem hutan, memiliki sifat dan ciri yang sangat khas, tumbuh pada pantai berlumpur dan muara sungai.

Di lain pihak, ekosistem ini mengalami berbagai tekanan yang sangat berat akibat perluasan dari berbagai keinginan pemanfaatan lainnya. Seringkali pemikiran pemanfaatannya hanya didasarkan atas evaluasi ekonomi yang sempit, yang hanya terfokus pada satu penggunaan mangrove. Padahal jika dikaji secara luas, ekosistem mangrove memiliki fungsi dan peran yang sangat kompleks, yang meliputi fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi.

Ekosistem mangrove Luas hutan mangrove di Indonesia yang diperkirakan sekitar 3,5 juta hektar merupakan lahan mangrove terluas di dunia (18-23%), melebihi Brazil (1,3 juta ha), Nigeria (1,1 juta ha), dan Australia (0,97 juta ha) (Spalding dkk, 1997). Umumnya mangrove dapat ditemukan di seluruh kepulauan Indonesia. Mangrove tumbuh dan berkembang dengan baik pada pantai yang memiliki sungai yang besar dan terlindung, yang masyarakatnya berusaha untuk memelihara dan melindungi. Lahan mangrove terluas terdapat di Irian Jaya dengan luasan sekitar 1.350.600ha (38%), Kalimantan 978.200 ha (28%) dan Sumatera 673.300 ha (19%) (Wetland International, 1999).

Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi dan kondisi tanah yang kurang stabil. Karena kondisi

lingkungan tersebut, beberapa jenis mangrove mengembangkan mekanisme yang memungkinkan secara aktif mengeluarkan garam dari jaringan, dan yang lainnya mengembangkan sistem akar napas untuk membantu penyerapan oksigen bagi sistem perakarannya. Bentuk-bentuk perakaran yang khas ini seringkali juga dapat membedakan jenis-jenis vegetasi mangrove. Bentuk perakarannya dapat dibedakan menjadi akar udara, akar banir/papan, akar lutut, akar napas, dan akar tunjang. Bentuk perakaran ini selain sangat efektif dalam mempertahankan stabilitas lumpur dan pantai, menyerap *pollutant*, juga mampu menahan penyusutan air laut ke daratan. Kemampuan adaptasi lainnya adalah bahwa beberapa jenis mangrove berkembang dengan buah yang berkecambah di pohon induknya (vivipar), seperti Kandelia, Bruguiera, Ceriops dan Rhizophora.

Dalam hal struktur, mangrove di Indonesia lebih bervariasi bila dibandingkan dengan mangrove di daerah lainnya. Mangrove di Indonesia dapat ditemukan mulai dari tegakan *Avicennia marina* dengan ketinggian 1-2 meter pada pantai yang tergenang air laut, hingga tegakan campuran Bruguiera-Rhizophora-Ceriops dengan ketinggian lebih dari 30 meter (misalnya, di Sulawesi Selatan). Di daerah pantai yang terbuka, dapat ditemukan *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*, sedangkan di sepanjang sungai yang memiliki kadar salinitas lebih rendah ditemukan *Nypa fruticans* dan *Sonneratia caseolaris*. Tercatat 202 jenis tumbuhan mangrove, meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, dan beberapa jenis perdu dapat hidup dan berkembang di Indonesia.

Berdasar campur tangan manusia, hutan mangrove dapat dibedakan menjadi dua kategori, yakni hutan mangrove yang tumbuh secara alami, dan hutan mangrove yang ditanam, baik dalam kaitannya dengan kegiatan reboisasi maupun penghijauan. Seiring dengan penguasaan teknik penanaman mangrove secara baik, daya tumbuh penanaman mangrove tercatat sudah mencapai rata-rata 90%.

Berdasarkan statusnya, kawasan hutan mangrove Indonesia dibedakan menjadi hutan produksi, taman nasional, suaka margasatwa, cagar alam, dan hutan lindung. Pengelolaannya menjadi tanggungjawab dan wewenang Departemen Kehutanan. Sedangkan yang non kawasan, dimana mangrove berada ataupun ditanam masyarakat di lahan-lahan milik masyarakat dan dikenal sebagai hutan rakyat, wewenang dan tanggungjawab berada ditangan pemerintah daerah. Dalam rangka pengelolaan mangrove, semua pihak diharapkan tetap memperhatikan peraturan perundangan yang berlaku, baik di bidang kehutanan, perikanan, maupun lingkungan hidup.

Banyak diantara warga masyarakat yang pada akhirnya sadar dan mau untuk menanam mangrove, terutama jika mereka merasakan ada kaitannya dengan hasil ikan yang mereka dapatkan, ataupun manfaat lainnya. Misalnya, masyarakat Sinjai, Sulawesi Selatan, telah berhasil menanam dan memelihara mangrove, setelah terbukti ada kaitan antara kelestarian mangrove dengan hasil tangkapan ikan mereka. Masyarakat Desa Eretan Wetan, Indramayu, mulai mau menanam mangrove setelah lahannya banyak tergerus oleh gelombang, karena mereka percaya bahwa mangrove dapat menahan gempuran gelombang laut. Masyarakat Jakarta mau menanam mangrove di Suaka Margasatwa Angke Kapuk, karena yakin akan fungsinya sebagai stabilitas iklim mikro. Oleh karena itu, selain bertujuan untuk mengurangi bahaya tsunami, penanaman mangrove juga tetap harus dikaitkan dengan manfaat sosial dan ekonomi bagi masyarakatnya.

Dalam rangka mengurangi bahaya tsunami, dan sekaligus untuk melindungi wilayah pesisir dari ancaman abrasi, angin laut, penyusutan air asin ke arah daratan, menyerap bahan pencemar, serta mempertahankan produktivitas pantai dan laut, perlu dibuat zona perlindungan wilayah pesisir dengan pembangunan hutan mangrove ataupun hutan pantai.

Peran hutan mangrove bagi stabilitas wilayah pesisir, semakin kuat dibahas setelah terjadi tsunami 26 Desember 2004. Banyak kalangan semakin menyadari akan pentingnya hutan mangrove sebagai pelindung wilayah pesisir dari berbagai ancaman bencana alam, termasuk tsunami. Berkenaan dengan hal ini, program pemerintah dan masyarakat untuk merehabilitasi wilayah pesisir dengan hutan mangrove, termasuk di wilayah pesisir NAD dan Nias telah semakin jelas. Departemen Kehutanan dan Departemen Kelautan dan Perikanan telah mengalokasikan sejumlah besar dana untuk program penanaman mangrove pada tahun 2005, masing-masing sebesar Rp 800 miliar dan Rp 15 miliar

Fungsi hutan mangrove Ekosistem kawasan pesisir akan semakin stabil jika semakin tertutup oleh hutan mangrove. Permasalahan lingkungan muncul di kawasan-kawasan pesisir yang hutan mangrovenya telah dirusak manusia. Kerusakan wilayah pesisir ini semakin diperparah akibat hancurnya hutan mangrove, ataupun karena kegiatan lain yang secara ekologis dapat menimbulkan kelongsoran pantai. Kerugian yang ditimbulkan sangat kompleks, yang meliputi aspek ekonomi, sosial, dan ekologi. Secara ekologis, wilayah pesisir memiliki cakupan batas yang sangat luas, yaitu bukan hanya kawasan daratannya saja,

tetapi juga mencakup kawasan laut. Dengan demikian, wilayah pesisir dapat mencakup ekosistem padang lamun hingga ekosistem terumbu karang. Sebagai satu kesatuan ekologis, maka berbagai komponennya mempunyai hubungan timbal balik yang sangat kuat. Hal ini berarti bahwa rusaknya hutan mangrove, bukan hanya berdampak terhadap berkurangnya kemampuan menahan kekuatan tsunami, tetapi juga akan memberi dampak secara luas terhadap ekosistem darat maupun ekosistem laut.

Mengingat begitu strategisnya peran hutan mangrove untuk melindungi maupun melestarikan komponen ekosistem wilayah pesisir dan laut, maka hutan mangrove mutlak diperlukan. Dengan demikian, program perlindungan dan pelestarian mangrove perlu mendapatkan perhatian dan prioritas yang tinggi, khususnya bagi muaramuara sungai dan laguna.

Secara ekologis fungsi hutan mangrove dalam melindungi dan melestarikan kawasan pesisir adalah:

1. melindungi garis pantai dan kehidupan di belakangnya dari gempuran tsunami dan angin, karena kondisi tajuknya yang relatif rapat, dan kondisi perakarannya yang kuat dan rapat mampu mencengkeram dan menstabilkan tanah habitat tumbuhnya, dan sekaligus mencegah terjadinya salinisasi pada wilayah-wilayah di belakangnya;
2. melindungi padang lamun dan terumbu karang, karena sistem perakarannya mampu menahan lumpur sungai dan menjerap berbagai bahan *pollutant*, yang secara ekologis pada akhirnya akan dapat melindungi kehidupan berbagai jenis flora dan fauna yang berasosiasi dengan padang lamun dan terumbu karang;
3. melindungi tempat buaya dan berpijahnya berbagai jenis ikan dan udang komersial, termasuk melindungi tempat tinggal, baik tetap maupun sementara berbagai jenis burung, mamalia, ikan, kepiting, udang, dan reptilia, yang banyak diantaranya termasuk jenis binatang yang dilindungi undang-undang.

Secara sosial, hutan mangrove juga dapat melestarikan adanya keterkaitan hubungan sosial dengan masyarakat setempat. Karena banyak di antara mereka yang membutuhkan mangrove sebagai tempat mencari ikan, kepiting, udang, maupun mendapatkan kayu dan bahan untuk obat-obatan. Di samping itu secara ekonomi, hutan mangrove secara luas akan dapat melindungi nilai ekonomi maritim (Alikodra, 2002). Karena kemampuannya sebagai tempat berpijah berbagai jenis ikan dan udang komersial, ataupun habitat kepiting bakau.

Secara fisik, vegetasi hutan mangrove juga berperan dalam melindungi wilayah daratan dari abrasi dan tsunami. Berarti, pembangunan hutan mangrove juga akan sekaligus dapat mengurangi ancaman tsunami bagi berbagai kota besar. Berdasarkan pengalaman di lapangan, akibat gelombang tsunami 26 Desember 2004, menunjukkan bahwa wilayah pesisir NAD dan Nias yang mengalami kerusakan berat adalah pada wilayah pesisir yang tidak ada penyangga mangrove ataupun hutan pantai lainnya.

Gambar 1A dan 1B, menunjukkan bahwa Kota Banda Aceh hampir separuhnya tenggelam akibat tsunami 26 Desember 2004. Pada desa-desa yang mengalami kerusakan berat, sebelumnya tertutup dengan vegetasi mangrove yang lebat. Namun, sesuai dengan pertumbuhan penduduk dan

perkembangan pembangunan, pada periode 10 tahun terakhir banyak hutan mangrove yang diubah menjadi kawasan permukiman dan tambak-tambak rakyat.

Demikian juga pengalaman tsunami di Pulau Flores pada tahun 1993. Dusun Tongke-Tongke dan Pangasa, Sinjai, Sulawesi Selatan yang memiliki mangrove cukup tebal, dapat terlindung dari gelombang tsunami, sedangkan beberapa dusun yang berbatasan, tanpa mangrove mengalami kerusakan cukup parah. Pulau Banyak (di Kabupaten Singkil) dan Kota Singkil, terlindungi dari amukan tsunami pada tanggal 26 Desember 2004, karena adanya hutan mangrove dan cemara laut yang cukup tebal, hingga mencapai lebar 500 meter (Gambar 2).



A



B

Gambar 1. A. Kondisi kota Banda Aceh sebelum tsunami tanggal 26 Desember 2004
 B. Kondisi kota Banda Aceh setelah tsunami tanggal 26 Desember 2004 (Sumber: Citra Satelit, 2005)



Gambar 2. Hutan Mangrove di Singkil

Rehabilitasi mangrove Bagi kepentingan perlindungan wilayah pesisir dan penyelamatan kota-kota besar dari ancaman tsunami, banjir rob, erosi pantai, dan salinisasi, diperlukan rehabilitasi hutan mangrove dengan luasan yang disesuaikan dengan kondisi wilayah setempat. Wilayah pesisir yang dapat direhabilitasi dengan mangrove adalah muara-muara sungai berlumpur dan terpengaruh pasang surut air laut, kawasan-kawasan konservasi alam yang hutan mangrovenya mengalami kerusakan, dan tambak-tambak rakyat yang dikelola dengan pola *silvofishery*.

Daerah perlindungan mangrove dirancang sebagai satu kesatuan dengan mangrove *silvofishery*, sehingga secara keseluruhan membentuk jalur hijau, baik di sempadan pantai maupun di sempadan sungai. Peraturan yang berlaku yang dapat dipergunakan sebagai dasar konservasi mangrove antara lain adalah Inmendagri No. 26 tahun 1997 tentang Jalur Hijau Mangrove dan Keppres No. 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung. Dalam peraturan tersebut antara lain disebutkan bahwa lebar jalur hijau ditetapkan 130 kali nilai rata-rata selisih air pasang tertinggi dan terendah tahunan yang diukur dari garis air surut terendah ke arah daratan. Namun, dalam pelaksanaannya juga perlu diperhatikan kekuatan gelombang, tinggi pasang surut, kekuatan angin, struktur pantai, kondisi penggunaan lahan pesisir, serta kepadatan permukiman dan sosial ekonomi penduduknya.

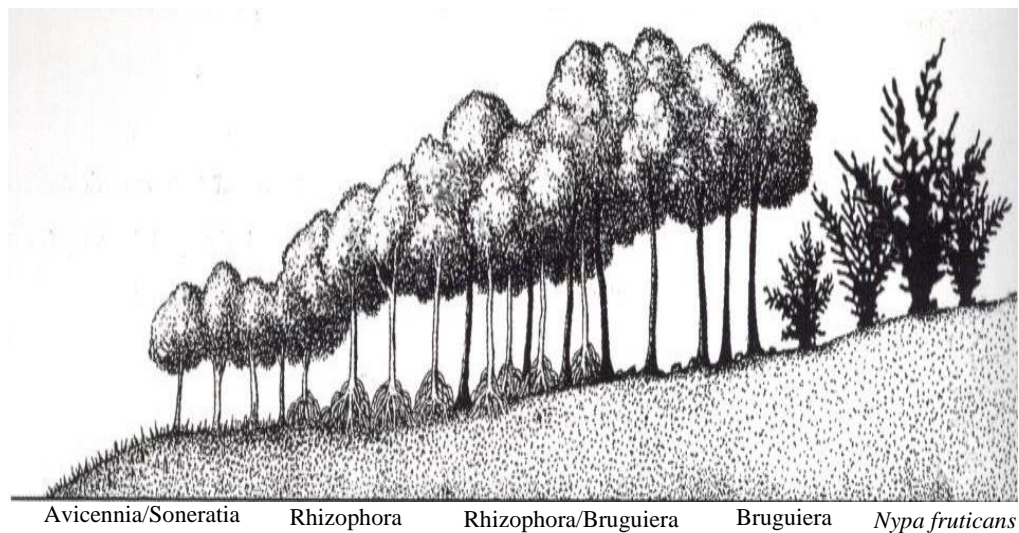
JICA (1999) memberikan contoh tentang lebar jalur hijau yang dibedakan atas dasar kondisi ombak. Di Suaka Alam Matang (Malaysia), lebar jalur hijau di sepanjang pantai Selat Malaka adalah 200 m, karena ombak yang kuat. Sementara lebar jalur hijau yang diatur untuk muara sungai dengan lebar 100 m adalah 20 m. Pada muara sungai dengan lebar 60–70m, ketebalan mangrove yang diatur adalah 6 m, dan di muara sungai dengan lebar 50–60 m, kebutuhan lebar jalur hijau adalah 5 m. Untuk muara sungai yang lebarnya kurang dari 5 m, ketebalan mangrove sebagai jalur hijau yang diperlukan adalah 3 m. Namun, bagi tsunami yang mencapai tinggi gelombang lebih dari 10 m, sesuai dengan tujuan dan fungsi lindung, maka lebar jalur hijau mangrove yang efektif adalah 400 meter (maksimum).

Sampai saat ini, informasi untuk menetapkan berapa lebar mangrove yang efektif untuk

mengurangi bahaya tsunami sangat terbatas. Kenji Harada dan Fumihiko Imamura (2002) dari Universitas Tohoku, yang meneliti efektivitas hutan pantai untuk meredam tsunami menyatakan bahwa hutan pantai dengan tebal 200 meter, kerapatan 30 pohon per 100 m², dan diameter pohon 15 cm, dapat meredam 50% energi gelombang tsunami dengan ketinggian 3 m (Diposaptono dan Budiman, 2005).

Pola penanaman mangrove perlu meniru pola zonasi mangrove secara alam (Gambar 3). Sesuai dengan kondisi ketahanan jenis dalam adaptasinya dengan kondisi lingkungan habitat pesisir, maka pada bagian terdepan yang berbatasan langsung dengan laut sebaiknya ditanam dengan jenis-jenis *Avicennia sp* dan *Sonneratia sp*, kemudian di bagian belakangnya dengan *Rhizophora sp* dan *Bruguiera sp*. Secara alam, pada bagian peralihan dengan ekosistem rawa ataupun persawahan banyak tumbuh nipa (*Nypa fruticans*). Penanaman diprioritaskan pada muara-muara sungai dan delta-delta sungai yang berlumpur. Dengan demikian, terdapat 4 jenis utama yang dapat segera diprioritaskan bagi pembangunan jalur hijau, yakni: *Avicennia (Avicennia alba)*, *Sonneratia (Sonneratia caseolaris)*, *Rhizophora (Rhizophora apiculata)*, dan *Bruguiera (Bruguiera gymnorhiza)*.

Bagi kepentingan perlindungan, sebaiknya mangrove ditanam rapat, dengan jarak tanam 1x1 m. Keberhasilan penanaman mangrove sangat ditentukan oleh pemeliharaan yang tepat, seperti penyiangan, penyulaman, dan pengontrolan terhadap faktor perusak. Penyiangan dilakukan apabila tanaman diinvasi oleh gulma atau tumbuhan pengganggu piye (*Acrostichum aureum*) seperti di Indramayu, Bengkalis, Langkat dan Muara Angke (Jakarta). Penyiangan dimaksudkan untuk menghilangkan persaingan tanaman dengan tumbuhan pengganggu. Penyulaman dilakukan untuk menggantikan tanaman yang mati. Kegiatan penyulaman dilakukan sampai umur tanaman mencapai 3 tahun. Faktor-faktor perusak, yang dapat menyebabkan kegagalan penanaman, disamping tumbuhan pengganggu piye adalah kepiting, kera/monyet, gelombang laut, serangga, dan erosi pantai. Faktor-faktor tersebut dimonitor secara teratur dengan memperhatikan intensitas kerusakan, untuk segera dilakukan penanggulangan secara tepat.



Gambar 3. Pola Zonasi Hutan Mangrove dari Tepi Laut Menuju ke Arah Daratan (Bengen, 2004)

Kesimpulan

1. Wilayah pesisir Indonesia masuk dalam kategori rawan bencana dan rawan tsunami. Diperlukan cara meredam kekuatan tsunami, yang disesuaikan dengan kondisi wilayah setempat baik secara ekologis, sosial, dan ekonomis, dan secara teknis memungkinkan untuk dilaksanakan.
2. Hutan mangrove dengan kondisi perakarannya, tingginya tajuk, dan kerapatan batang per hektar dapat dipergunakan sebagai penyangga wilayah pesisir untuk mengurangi kekuatan dan kemampuan merusak tsunami, sehingga dampak kerusakannya dapat dikurangi.
3. Jalur hijau mangrove dapat ditanam rapat dengan jarak tanam 1x1 m dengan jenis-jenis vegetasi mangrove, seperti *Avicennia* (*Avicennia alba*), *Sonneratia* (*Sonneratia caseolaris*), *Rhizophora* (*Rhizophora apiculata*), dan *Bruguiera* (*Bruguiera gymnorhiza*).
4. Lebar jalur hijau dapat bervariasi, disesuaikan dengan kondisi setempat, akan tetapi bagi peredam tsunami diperlukan minimum lebar vegetasi mangrove 200 meter.
5. Pembangunan jalur hijau mangrove memberikan keuntungan yang sangat luas, bukan hanya sebagai peredam tsunami, tetapi juga sangat bermanfaat baik secara ekologis, sosial, maupun ekonomi masyarakat pesisir secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Alikodra, H. S. 2002. Potensi Ekonomi Maritim dari Mangrove dan Pengelolaannya. Makalah disampaikan pada Seminar Pembangunan Ekonomi Maritim Indonesia. Dewan Maritim Indonesia. Jakarta. 10 September 2002.
- Alikodra, H. S. 2003. Ekosistem Mangrove sebagai Pelindung Alami Wilayah Pesisir. Makalah disampaikan pada Workshop Penyelamatan Ekosistem Pesisir di Kawasan Penambangan Pasir, Departemen Kelautan dan Perikanan. Batam. 12 Nopember 2003.
- Bengen, D.G. 2004. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan (PKSPL) IPB. Bogor.
- Diposaptono, S. dan Budiman. 2005. Tsunami. Penerbit Buku Ilmiah Populer, Bogor.
- JICA. 1999. Model Pengelolaan Hutan Mangrove Lestari. Kerjasama JICA dengan Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Spalding, M. D., Blasco, F. dan Field, C. D (ed). 1997. World Mangrove Atlas. International Society for Mangrove Ecosystem. Okinawa, Jepang.
- Wetland International, Indonesia Programme, 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia, PKA/WI-IP, Bogor.