

## **PERAN VEGETASI PANTAI DALAM MENGHADAPI ANCAMAN BAHAYA PESISIR**

### **THE ROLE OF COASTAL VEGETATION IN RESPONSE TO COASTAL HAZARD**

**Dian Nuraini Melati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Reduksi Risiko Bencana (PTRRB) - BPPT  
Gedung 820, GEOSTECH, PUSPIPTEK, Kota Tangerang Selatan, telepon: (021) 7579 1378  
e-mail: dian.nuraini@bppt.go.id

#### **ABSTRACT**

*The rapid development in the coastal area causes high risk to million people, infrastructure, and the economic activity in response to the coastal hazard such as erosion, storm, sea level rise and tsunami. In this regard, preparedness and mitigation play a key role to protect human and infrastructure from natural disaster. In order to protect coastal area from natural hazard, structural engineering approaches are generally used. However, in the process of construction it causes disturbance of marine and terrestrial ecosystems. Another alternative is using natural buffer zones of coastal vegetation. The coastal vegetation structure has the ability to reduce waves directly and indirectly, reduce the impact caused by waves through stabilization and sediment formation. Mangroves as an example of coastal vegetation are relatively often found at the forefront in terms of their position against coastal disasters. Mangroves are able to weaken wave currents, capture sediment, and form soil. The roots of mangroves can trap sediment, increase surface height, and provide protection against sea level rise. In this study, a literature review was conducted on the role of coastal vegetation in dealing with various kinds of coastal hazards. The role of coastal vegetation will be described in each of the hazards which threaten the coastal area. By this study, it can be seen that coastal vegetation can provide benefits in reducing coastal hazards. Therefore, efforts to protect the existence of coastal vegetation are important because of their ability to minimize risks due to natural hazards.*

**Keywords:** *coastal vegetation, mangrove, coastal hazard*

#### **ABSTRAK**

Pembangunan yang pesat di daerah pesisir menjadikan daerah pesisir beserta jutaan penduduk, infrastruktur, maupun aktivitas ekonomi yang ada memiliki risiko yang meningkat pula terhadap ancaman bahaya pesisir seperti erosi pantai, badai, kenaikan muka air laut, dan juga tsunami. Oleh karena itu, kesiapsiagaan dan mitigasi menjadi hal penting untuk melindungi daerah pesisir dari bencana alam. Dalam hal ini, rekayasa struktur sering kali diimplementasikan dimana dalam proses pembangunannya dapat menyebabkan terganggunya ekosistem laut maupun darat. Alternatif lain yaitu dengan pemanfaatan zona penyangga alami vegetasi pantai. Struktur vegetasi pantai memiliki kemampuan mengurangi gelombang secara langsung dan secara tidak langsung, dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan melalui stabilisasi dan pembentukan sedimen. Mangrove sebagai contoh dari vegetasi pantai relatif sering ditemukan di garis depan dalam hal kedudukan atau posisinya terhadap bencana pesisir. Mangrove mampu melemahkan arus gelombang, menangkap sedimen, dan membentuk tanah. Akar dari mangrove dapat menjebak sedimen, menambah tinggi permukaan, dan memberikan perlindungan terhadap kenaikan muka laut. Pada penelitian ini dilakukan studi literatur mengenai peran vegetasi pantai dalam menghadapi berbagai macam ancaman bahaya pesisir. Peran vegetasi pantai tersebut akan diuraikan pada masing-masing bahaya yang dapat mengancam daerah pesisir. Melalui studi ini dapat dilihat bahwa vegetasi pantai dapat memberikan manfaat dalam mengurangi ancaman bahaya pesisir. Oleh karena itu, usaha-usaha dalam melindungi keberadaan vegetasi pantai penting dilakukan karena dapat meminimalisir risiko akibat bahaya yang mengancam.

**Kata kunci:** vegetasi pantai, mangrove, bahaya pesisir

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ada lebih dari sepertiga populasi dunia tinggal di daerah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil (UNEP, 2006), dan lebih dari 10% penduduk dunia ini tinggal pada pesisir dengan elevasi yang rendah yaitu kurang dari ketinggian 10 m (McGranahan *et al.*, 2007). Pembangunan yang pesat di daerah pesisir menjadikan daerah pesisir beserta jutaan penduduk, infrastruktur, maupun aktivitas ekonomi yang ada memiliki risiko yang meningkat pula terhadap ancaman bahaya pesisir seperti inundasi akibat banjir maupun badai, erosi pantai, kenaikan muka air laut, dan juga tsunami. Tingginya kerentanan ekonomi dan sosial terhadap bahaya yang mengancam pesisir karena fenomena alam diperparah dengan pembangunan di daerah pesisir yang tidak berkelanjutan sebagai contoh tidak terjaganya ekosistem pantai di wilayah setempat.

Kejadian tsunami di Samudra Hindia pada tahun 2004 telah menyebabkan dampak negatif yang luar biasa di 13 negara di Asia dan Afrika (Kathiresan and Rajendran, 2005). Vo-Luong dan Massel (2008) menyebutkan bahwa bagian tenggara India mengalami kerusakan ekonomi dan korban jiwa yang lebih sedikit pada daerah-daerah yang tertutup dengan hutan mangrove yang padat. Begitu juga di Pulau Simeuleu di Indonesia dimana daerah ini sangat dekat dengan episenter tsunami, akan tetapi korban jiwa di daerah ini sangat sedikit karena keberadaan mangrove yang padat (Hashim and Catherine, 2013).

Untuk melindungi daerah pesisir dari ancaman bahaya pada umumnya digunakan pendekatan rekayasa struktur (Pilarczyk, 1998). Dalam hal ini para praktisi mengidentifikasi sebuah ancaman atau sejumlah ancaman terhadap garis pantai (misalnya kenaikan muka laut dan gelombang) dan menggunakan rekayasa struktur (seperti dinding laut, pelindung batu, tanggul) untuk mengurangi ancaman. Namun demikian, dalam proses pembangunannya menyebabkan ekosistem laut maupun darat menjadi rusak dan tergantikan oleh dinding laut dan pelindung batu (Cheong *et al.*, 2013). Rekayasa struktur ini mampu melindungi daerah setempat akan tetapi cenderung menyebabkan pengikisan pada area pesisir di sekitarnya (Pilkey and Wright, 1988; Hall and Pilkey, 1991), dan menyebabkan kerusakan bagi ekosistem sekitarnya. Dengan demikian, pendekatan dengan rekayasa struktur dapat menyebabkan dampak negatif bagi morfologi, hidrodinamika, keseimbangan sedimen, dan nutrien serta ekonomi masyarakat lokal (Cheong *et al.*, 2013).

Oleh karena itu, kesiapsiagaan dan mitigasi menjadi hal penting untuk melindungi manusia dan fasilitas infrastruktur dari bencana alam. Secara umum mitigasi dapat dibagi dalam dua kategori, yaitu dengan cara buatan dan cara alami seperti memanfaatkan zona penyangga alami vegetasi pantai, bukit pasir, maupun terumbu karang (Tanaka, 2009). Metode dengan cara buatan sama dengan rekayasa struktur yang telah dijelaskan sebelumnya. Cara ini dapat menghabiskan biaya yang cukup tinggi sehingga dapat menghambat dalam pembangunannya. Metode lain dengan menggunakan cara alami diketahui dapat diterapkan dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir bahkan gelombang besar seperti tsunami. Namun demikian, tingkat efektivitas dalam menghadapi tsunami sangat tergantung pada besaran tsunami dan juga tipe struktur vegetasi (Tanaka, 2009).

Saat ini, penurunan bahkan hilangnya mangrove dan jenis-jenis lain vegetasi sepanjang garis pantai telah meningkatkan kerentanan daerah sepanjang pesisir terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh badai maupun tsunami (Danielsen *et al.*, 2005). Hal ini tentu saja menjadikan penguatan jalur hijau mangrove dan hutan pantai lainnya memiliki peranan yang penting untuk mengurangi dampak dari kejadian-kejadian ekstrim di masa yang akan datang. Sebagai tambahan, selain mengurangi tekanan terhadap ancaman bahaya pesisir dengan memberikan perlindungan, vegetasi pantai seperti mangrove dapat memberikan manfaat dan ketahanan bagi masyarakat setempat melalui jasa ekosistem yang tersedia. Sebagai contoh adalah produksi perikanan dan kayu, pariwisata, stok karbon, regulasi iklim dan air, ketersediaan sumber makanan, air, kayu bakar yang juga dapat mendukung mata pencaharian penduduk setempat (World Bank, 2016). Manfaat dari sumber mata pencaharian ini sangat berarti bagi kelompok yang kekurangan secara finansial dan rentan karena mampu memberikan sumber pendapatan di saat situasi darurat dan krisis sebagai akibat bencana. Jasa ekosistem ini tentu saja menguntungkan masyarakat dalam mengatasi bencana dan kejadian ekstrim sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan ketangguhan penduduk setempat.

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian studi literatur mengenai peran vegetasi pantai dalam menghadapi berbagai macam ancaman bahaya pesisir. Peran vegetasi pantai tersebut akan diuraikan pada masing-masing bahaya yang dapat mengancam daerah pesisir. Selanjutnya dari fenomena yang ada sesuai studi literatur, maka akan dibahas tantangan dan peluang pemanfaatan vegetasi pantai ini dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji peranan vegetasi pantai dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir yang selanjutnya dapat mengurangi risiko sebagai akibat dari bencana di pesisir. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pengkajian yang meliputi konsep serta pemanfaatan vegetasi pantai dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi artikel-artikel seperti jurnal ilmiah, buku, laporan yang terkait penelitian ini baik yang dipublikasikan secara nasional maupun internasional. Hasil studi pustaka terhadap artikel-artikel tersebut digunakan sebagai referensi dalam mengkaji peranan vegetasi pantai dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir.

### 2.2. Metode

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka dengan menelusuri jurnal ilmiah, buku, laporan yang terkait penelitian.
2. Membuat deskripsi mengenai risiko terhadap ancaman bahaya pesisir
3. Membuat deskripsi mengenai pemanfaatan vegetasi pantai dalam mencegah terjadinya erosi.
4. Membuat deskripsi mengenai pemanfaatan vegetasi pantai dalam meredam gelombang.
5. Membuat deskripsi mengenai pemanfaatan vegetasi pantai dalam menghadapi tsunami.
6. Membuat deskripsi mengenai pemanfaatan vegetasi pantai dalam menghadapi kenaikan muka air laut.
7. Meninjau tantangan dan peluang pemanfaatan vegetasi pantai dalam menghadapi ancaman bahaya pesisir .

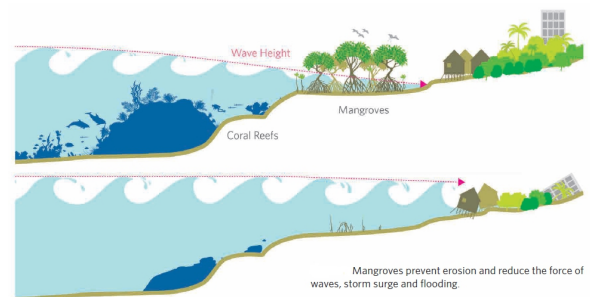
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Risiko Terhadap Ancaman Bahaya Pesisir

Risiko bencana merupakan kombinasi antara bahaya dan kerentanan. Masyarakat yang tinggal di sekitar daerah pesisir menghadapi risiko yang sangat serius dari bahaya yang datang dari laut. Komunitas ini merupakan masyarakat yang rentan terhadap

ancaman bahaya pesisir yang dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur, permukiman, dan juga kehilangan jiwa. Sebagai contoh adalah risiko bencana yang disebabkan oleh bahaya erosi pantai baik itu dari gelombang akibat angin kecil maupun yang lebih besar seperti gelombang akibat badai dan tsunami. Selain itu juga perubahan iklim global yang terjadi telah mengakibatkan fenomena kenaikan muka laut dan mengancam wilayah pesisir serta pulau-pulau kecil.

Dalam hal menghadapi ancaman bahaya pesisir, ekosistem pantai sebagai contoh vegetasi pantai memiliki peranan yang penting dalam mengurangi risiko bencana. Tanaman pantai dapat mengurangi gelombang secara langsung melalui karakteristik struktur vegetasi dan secara tidak langsung mengurangi dampak yang ditimbulkan dari gelombang melalui stabilisasi dan pembentukan sedimen (Gedan *et al.*, 2011). Mangrove sebagai contoh dari vegetasi pantai relatif sering ditemukan di garis depan dalam hal kedudukan atau posisinya terhadap bencana pesisir. Di sepanjang garis pantai, mangrove mampu melemahkan arus gelombang, menangkap sedimen, dan membentuk tanah. Akar dari mangrove dapat menjebak sedimen (McLeod and Salm, 2006), manambah tinggi permukaan (McKee *et al.*, 2007), dan memberikan perlindungan terhadap kenaikan muka laut. Alongi (2008) menunjukkan bahwa tingkat sedimentasi pada mangrove hampir sama dengan tingkat kenaikan muka laut. Gambar di bawah ini memberikan ilustrasi peran hutan mangrove dalam mengurangi ancaman gelombang tinggi bagi wilayah permukiman di sekitar pesisir.



Gambar 1. Ilustrasi Peranan Hutan Mangrove dalam Melindungi Wilayah Pesisir dari Ancaman Bahaya Gelombang Tinggi (Sumber: Losada *et al.*, 2018)

Pemanfaatan vegetasi pantai melalui restorasi dan konservasi dalam rangka melindungi wilayah pesisir ini sekaligus juga mendukung keanekaragaman hayati setempat. Hal tersebut juga turut menjadi perhatian dunia yang tertuang dalam Konvensi Biodiversitas PBB yaitu *Aichi Biodiversity Targets* (2011-

2020) khususnya target 14 bahwa sampai dengan tahun 2020, ekosistem yang menyediakan jasa-jasa penting, termasuk yang terkait air, dan berkontribusi pada kesehatan, mata pencaharian, dan kesejahteraan akan direstorasi dan dijaga, dengan memperhatikan kebutuhan perempuan, masyarakat asli dan lokal, serta kekurangan dan rentan (Wood, 2020).

### 3.2. Pencegahan Erosi

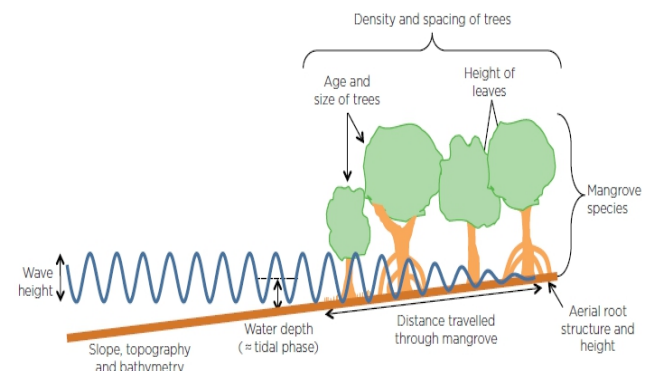
Vegetasi pantai termasuk mangrove mampu mengurangi terjadinya erosi dan membentuk sedimen, bahkan pada beberapa kasus mampu meningkatkan elevasi permukaan suatu substrat (Spalding *et al.*, 2014). Pengurangan erosi dapat terjadi melalui proteksi mekanik oleh akar dan rhizoma, maupun perubahan mekanik maupun kimiawi pada substrat (Murphy and Tolhurst, 2009). Habitat dari vegetasi pantai ini memiliki kemampuan untuk memproduksi karbonat dan material lain yang berkontribusi terhadap akresi sedimen dan juga pembentukan formasi bukit pasir pada daratan sehingga dapat mencegah erosi pantai (Duarte *et al.*, 2013)

Untuk kasus perlindungan pesisir dari erosi pantai, beberapa pengukuran menunjukkan bahwa tanaman lahan basah pesisir dapat mengurangi kejadian erosi. Coops *et al.* (1996) mengukur erosi dan sedimentasi pada area yang ditanami *Scirpus lacustris* dan *Phragmites australis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Scirpus lacustris* mampu mengurangi laju erosi sampai dengan 33% dan *Phragmites australis* mampu mengurangi erosi sampai dengan 82%. Peneliti lain yaitu Thampanya *et al.* (2006) melakukan studi di selatan Thailand dimana hutan mangrove sudah berkurang 50% sejak tahun 1962, dan menemukan erosi pantai sekitar 0,01 sampai dengan 0,32 km<sup>2</sup>/tahun pada tahun 1967 sampai dengan 1998. Sebaliknya, pada pesisir pantai dengan hutan mangrove yang terjaga menunjukkan adanya akresi.

### 3.3. Peredam gelombang

Kemampuan mangrove dan tanaman pantai lainnya dalam melindungi pesisir dari gelombang dengan mengurangi tinggi gelombang karena melewati vegetasi telah banyak dikaji. Tanaka *et al.* (2007) menyebutkan bahwa komposisi dari spesies hutan mangrove sangat berhubungan dalam kaitannya dengan kemampuan untuk mengurangi energi gelombang. Penelitian tersebut mensimulasikan gaya tarik vegetasi dan menemukan bahwa di antara mangrove (*Rhizophora spp.* dan *Avicennia spp.*) dan tanaman pantai lainnya (*Pandanus*

*odoratissimus*, *Casuarina equisetifolia*, *Coccoloba nucifera*, dan *Anacardium occidentale*), mangrove *Rhizophora* dan *Pandanus odoratissimus* merupakan yang paling efektif untuk menurunkan aliran air dan mengurangi tinggi gelombang. Hal ini didukung oleh Mazda *et al.* (1997) bahwa *Rhizophora spp.* membentuk gesekan yang besar terhadap gelombang. *Rhizophora* memiliki ciri khas akar yang muncul di permukaan tanah seperti cakar yang memiliki kemampuan sebagai penghambat gelombang dan energi angin yang datang, sehingga dapat mengurangi tinggi gelombang yang mendekat. Aksornkoae *et al.* (1992) dan Jayatissa *et al.* (2002) menjelaskan bahwa pepohonan tipe *Rhizophora apiculata* memiliki struktur perakaran yang kompleks yang mana berkontribusi terhadap koefisien gesekan yang tinggi. Sebagaimana ditemukan oleh Tanaka *et al.* (2007) bahwa *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* efektif memberikan perlindungan terhadap gelombang ekstrim seperti tsunami, berdasarkan hasil observasi di Sri Lanka dan pesisir di Andaman, Thailand. Oleh karena itu, penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa berbagai macam spesies yang kompleks akan memberikan pengaruh yang lebih baik karena perbedaan tipe dan ukuran daun, batang, dan akar akan menghasilkan tingkat resistensi yang berbeda pula. Dalam hal ini, lebar hutan juga sangat berpengaruh.



Gambar 2. Faktor yang Mempengaruhi Peredaman Gelombang melalui Mangrove (Sumber: World Bank, 2016)

Menurut Alongi (2008), hutan *Sonneratia* dengan lebar 100 m dapat mengurangi energi gelombang sampai dengan 50%. Othman (1994) menyebutkan bahwa hutan *Avicennia* dengan lebar 50 m dapat mengurangi tinggi gelombang dari 1 m menjadi 0,3 m di Sungai Besar, Malaysia. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat pengurangan ketinggian gelombang terhadap jarak yang melalui hutan mangrove seperti kepadatan vegetasi, akar udara pada beberapa jenis mangrove, topografi,



tinggi dan periode gelombang yang datang, dan kedalaman air. Seperti dapat dilihat pada Gambar 2 dimana pengurangan tinggi gelombang tertinggi terjadi pada batas tepi mangrove. Tinggi gelombang akan berkurang seiring dengan bertambahnya jarak yang dilalui pada hutan mangrove (World Bank, 2016).

### 3.4. Tsunami

Walaupun peran mangrove dan jenis vegetasi pantai lainnya dalam melindungi pesisir dari bahaya tsunami masih diperdebatkan, namun demikian, banyak penelitian masih dilakukan untuk membuktikan bahwa vegetasi pantai masih berperan dalam mereduksi risiko bencana akibat tsunami. Hal ini ditunjukkan dengan laporan bahwa hutan pantai dapat mengurangi korban jiwa dan kerusakan infrastruktur selama terjadinya tsunami tahun 2004, disebabkan kemampuannya dalam menyerap benturan gelombang pertama, yang selanjutnya menghilangkan energi gelombang saat mendekati garis pantai (Wood, 2020).

Sebuah penelitian dengan model analitik oleh Hiraishi dan Harada (2003) menunjukkan bahwa 30 pohon pada setiap 100 m<sup>2</sup> dengan lebar 100 m pada sepanjang jalur hijau di pesisir mampu mengurangi maksimum tekanan aliran tsunami, dimana maksimum tekanan aliran menjadi <10% dari tekanan awal. Bagian dari struktur vegetasi di atas permukaan tanah dari tanaman pantai dapat secara langsung mengurangi gelombang yang masuk melaluinya, dan secara tidak langsung mengurangi dampak dari gelombang dengan menstabilisasi dan membentuk sedimen (Gedan *et al.*, 2011). Hal ini tentu saja menjadi sangat penting untuk mengurangi intensitas dari suatu bahaya bencana alam pesisir.

Danielsen *et al.* (2005) melakukan penelitian terkait manfaat vegetasi pepohonan di pesisir dalam mengurangi dampak kerusakan di pesisir oleh tsunami. Penelitian dilakukan di suatu daerah di Cuddalore, Tamil Nadu, India yang terdampak oleh tsunami di tahun 2004. Daerah ini memiliki garis pantai yang lurus, profil pantai yang seragam, dan kemiringan lereng yang seragam. Di sepanjang pantai terdiri atas area yang bervegetasi maupun tidak bervegetasi. Kondisi sebelum dan sesudah tsunami di sekitar daerah ini dapat dipantau dengan baik menggunakan citra satelit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tsunami telah menghancurkan desa-desa di pesisir tanpa perlindungan mangrove. Namun demikian, desa-desa yang berada di belakang mangrove tidak mengalami kerusakan. Sedangkan desa-desa yang terletak di antara tanaman *Casuarina* di sepanjang pantai mengalami rusak sebagian. Tanaman ini tidak mengalami kehancuran,

kecuali pada area dengan 5 sampai 10 jumlah pohon dekat pantai yang mengalami kerusakan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa mangrove dan tanaman *Casuarina* mampu mengurangi gelombang tsunami dan melindungi pesisir pantai dari kerusakan. Danielsen *et al.* (2005) menekankan bahwa mangrove hanya sesuai untuk pantai berlumpur dan laguna. Namun demikian, konservasi jalur hijau dengan tipe spesies lainnya seperti *Casuarina* memiliki peran yang sama untuk perlindungan pesisir.

Menambahkan, Yanagisawa *et al.* (2010) melalui hasil pemodelannya menunjukkan lebar mangrove 500 m berpotensi mengurangi gaya hidrodinamika sampai 70% pada gelombang < 3 m. Namun demikian, saat gelombang meningkat sampai 4 m, hutan mangrove yang berumur 10 tahun akan hancur. Akan tetapi pada hutan mangrove berumur 30 tahun sejumlah 80% hutan akan bertahan pada tsunami dengan ketinggian 5 m dan mampu menyerap 50% gaya hidrodinamika. Oleh karena itu, kedalaman gelombang dan ketebalan hutan merupakan faktor penting dan untuk melindungi dari tsunami maka perlu untuk mempertimbangkan jalur mangrove dengan lebar antara 100-500 m. Meskipun hutan pantai rusak akibat gelombang yang tinggi pada batas tertentu dan tidak mampu melindungi pesisir secara penuh, namun demikian keberadaannya tetap mampu mengurangi risiko yang besar pada area-area di belakang hutan pantai (Wood, 2020).

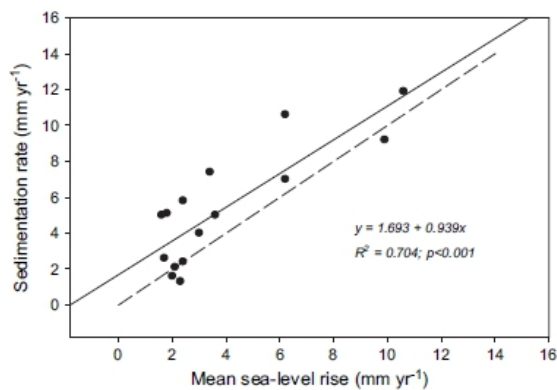
### 3.5. Kenaikan muka air laut

Hubungan antara kenaikan muka laut dan hutan mangrove masih menyisakan pertanyaan. Ada penelitian yang menunjukkan bahwa mangrove dapat mengimbangi tingkat kenaikan muka laut karena kemampuan sistem perakaran untuk menambah sedimen, menjadikan mangrove secara bertahap dapat bermigrasi menuju ke darat saat muka air laut naik, dan sebaliknya menuju ke laut saat muka air laut turun (Wood, 2020). Kemampuan mangrove untuk beradaptasi terhadap perubahan muka air laut tergantung dari tingkat akresi relatif terhadap perubahan muka air laut.

Alongi (2008) menggambarkan hubungan antara laju sedimentasi berdasarkan pengukuran empiris dari laju akresi dengan kenaikan muka air laut, dan mengindikasikan bahwa mangrove mampu mengimbangi kenaikan muka laut. Dari Gambar 3, dapat dilihat bahwa 12 dari 15 titik berada di atas garis 1:1 yang menunjukkan bahwa rerata tingkat sedimentasi lebih besar daripada rerata tingkat kenaikan muka laut.

Namun demikian kenaikan muka laut dapat berdampak negatif apabila laju sedimen tidak dapat mengimbangi tingkat kenaikan muka laut,

misalnya pembangunan di pesisir yang menghalangi kemampuan mangrove untuk bermigrasi menuju ke darat (Wood, 2020). Jika akumulasi sedimen berhenti dan kenaikan muka laut terjadi lebih cepat dibandingkan kemampuan mangrove dalam mengimbangnya maka mangrove akan mati. Oleh karena itu, sebaiknya menghindari pembangunan-pembangunan infrastruktur dan lebih baik disisakan ruang di belakang mangrove. Saat ini, hilangnya mangrove akibat aktivitas antropogenik dalam jangka pendek menjadi ancaman yang lebih besar dibandingkan dengan efek jangka panjang dari kenaikan muka laut (World Bank, 2016).



Gambar 3. Hubungan antara Laju Sedimentasi pada Berbagai Macam Hutan Mangrove dan Kenaikan Muka Laut (Sumber: Alongi, 2008)

### 3.6. Tantangan dan Peluang

Dari banyaknya studi yang telah disebutkan di atas menunjukkan bahwa mangrove maupun jenis vegetasi pantai lainnya memberikan peluang untuk menghadapi ancaman bahaya pesisir. Dalam hal ini dapat mengurangi kehilangan dan kerusakan seperti menyelamatkan lebih banyak jiwa, dan juga mengurangi kerugian secara ekonomis. Hal ini tentu saja sangat penting dalam rangka mengurangi risiko bencana. Selain itu, keberadaan mangrove juga dapat memberikan peranan lain saat masa pemulihan setelah kejadian bencana, misalnya ketersediaan kayu bakar, ketersediaan material dalam pembangunan darurat, dan sumber makanan seperti ikan, kerang yang hidup di antara akar udara mangrove (World Bank, 2016).

Pemanfaatan vegetasi pantai dalam mengurangi risiko bencana pesisir tentu saja membutuhkan manajemen yang berkelanjutan, yang akan membawa potensi manfaat ekonomi yang signifikan dan tambahan manfaat terhadap penduduk sekitar dan juga keanekaragaman hayati. Selanjutnya manajemen dan restorasi terhadap ekosistem dapat meliputi restorasi ekologi dari komponen struktur seperti

mangrove maupun vegetasi pantai lainnya. Dapat juga dilakukan intervensi secara fisik misalnya restorasi terhadap aliran air dan sedimen dan juga membersihkan dari berbagai jenis polutan (Spalding *et al.*, 2014).

Restorasi maupun konservasi yang berkelanjutan dapat juga melibatkan nelayan setempat dengan menjaga vegetasi pantai dan mencegah terjadinya deforestasi. Terjaganya kondisi vegetasi pantai yang sehat juga dapat berperan penting dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sebagai penyimpan karbon. Sebagai contoh tanaman mangrove, tingginya laju pertumbuhan bersamaan dengan kandungan aneorobik, tanah yang tergenang air yang menyebabkan lambatnya proses dekomposisi menjadikan simpanan karbon yang besar dalam jangka panjang. Murdiyarso *et al.* (2015) dalam penelitiannya mengenai potensi hutan mangrove di Indonesia menunjukkan bahwa karbon stok mangrove di Indonesia adalah  $1083 \pm 378$  MgC ha<sup>-1</sup>, dengan total nilai keseluruhan untuk Indonesia yaitu 3,14 PgC. Estimasi nilai karbon stok per ha untuk hutan mangrove ini menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi daripada nilai karbon stok hutan tropis di tanah mineral, yang pada umumnya yaitu sekitar 254 MgC ha<sup>-1</sup> untuk hutan di Sumatra.

Pada kenyataannya, keberhasilan dari restorasi dan penanaman kembali hutan mangrove sangat bervariasi. Hal ini disebabkan sensitivitas pohon muda terhadap sedimentasi dan inundasi air. Kematian pohon muda dalam 90 dan 120 hari setelah penanaman, masing-masing dapat mencapai 75% dan 93% (Wood, 2020). Menurut IUCN (2017), hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, restorasi mangrove dengan tidak memperhatikan lokasi yang tepat untuk penanaman. Misalnya, pohon muda yang tidak mampu bertahan pada area terbuka akibat erosi tanah dan arus gelombang. Oksigen yang rendah karena kelembaban lumpur akan menyebabkan pohon muda sulit tumbuh dan bahkan kematian. Hal ini dapat diatasi dengan pemilihan kualitas benih yang baik pada lokasi penanaman yang sesuai. Kedua, diperlukan pertimbangan dalam pemilihan yang tepat terhadap campuran spesies daripada hanya menggunakan satu spesies karena beberapa jenis mangrove mampu bertahan terhadap genangan air garam daripada yang lainnya. Hal ini perlu dipertimbangkan karena intensitas kenaikan muka air laut akibat dari perubahan iklim. Keberagaman spesies ini dapat mempengaruhi kesehatan, ketahanan, dan kemampuan menyediakan jasa ekosistem. Pada umumnya restorasi dengan satu jenis spesies memiliki kapasitas rendah dalam menyediakan keanekaragaman hayati seperti ikan, kepiting dan juga sangat rentan terhadap hama yang

dapat menyebabkan terganggunya kehidupan. Ketiga, tidak melibatkan masyarakat lokal. Masyarakat setempat yang terdekat adakalanya lebih mengetahui bagaimana dapat mencapai pengelolaan mangrove dengan sukses. Dalam hal ini masyarakat juga akan mendapatkan manfaat tersendiri dari segi peningkatan sumber mata pencaharian dan juga perlindungan dari ancaman bahaya pesisir.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil studi literatur yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dilihat bahwa vegetasi pantai dapat memberikan manfaat dalam mengurangi ancaman bahaya pesisir. Struktur vegetasi pantai memiliki kemampuan mengurangi gelombang secara langsung dan secara tidak langsung mengurangi dampak yang ditimbulkan dari gelombang melalui stabilisasi dan pembentukan sedimen. Pada batas tertentu, gelombang yang tinggi dapat menyebabkan hutan pantai rusak dan tidak mampu melindungi pesisir secara penuh, namun demikian keberadaannya tetap mampu mengurangi risiko yang besar pada area-area di belakang hutan pantai. Oleh karena itu, usaha-usaha dalam melindungi keberadaan vegetasi pantai tetap penting dilakukan karena kemampuannya dalam meminimalisir risiko akibat bahaya yang mengancam. Dengan demikian, manajemen ekosistem pada vegetasi pantai yang berkelanjutan sangat penting untuk diperhatikan selain sebagai sumber keanekaragaman hayati juga dapat sebagai sumber mata pencaharian penduduk setempat dari hasil-hasil perikanan maupun kayu.

#### PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada dewan redaksi dan *reviewer* atas ulasan-ulasan yang diberikan sehingga artikel ini dapat diterbitkan. Dengan ini, penulis menyampaikan bahwa artikel ini tidak menimbulkan potensi konflik kepentingan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoe, S., G.S. Maxwell, S. Havanond, and S. Panichsuko. 1992. Plants in mangroves. Bangkok, pp: 120.
- Alongi, D. M. 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(1), 1-13.
- Cheong, S. M., B. Silliman, P.P. Wong, B. Van Wesenbeeck, C.K. Kim, and Guannel, G. 2013. Coastal adaptation with ecological

engineering. *Nature climate change*, 3(9), 787-791.

- Coops, H., N. Geilen, H.J. Verheij, R. Boeters, and G.V. Velde. 1996. Interactions between waves, bank erosion and emergent vegetation: an experimental study in a wave tank.
- Danielsen, F., M.K. Sørensen, M.F. Olwig, V. Selvam, F. Parish, N.D. Burgess, T. Hiraishi, V.M. Karunakaran, M.S. Rasmussen, L.B. Hansen, A. Quarto, and N. Suryadiputra. 2005. The Asian tsunami: a protective role for coastal vegetation. *Science*, 310(5748), 643-643.
- Duarte, C. M., I.J. Losada, I.E. Hendriks, I. Mazarrasa, and N. Marbà. 2013. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3(11), 961-968.
- Gedan, K. B., M.L. Kirwan, E. Wolanski, E.B. Barbier, and B.R. Silliman. 2011. The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. *Climatic change*, 106(1), 7-29.
- Hall, M. J., and O.H. Pilkey. 1991. Effects of hard stabilization on dry beach width for New Jersey. *Journal of Coastal Research*, 771-785.
- Hashim, A. M., & S.M.P. Catherine. 2013. Effectiveness of mangrove forests in surface wave attenuation: a review. *Research journal of applied sciences, engineering and technology*, 5(18), 4483-4488.
- Hiraishi, T and K. Harada. 2003. Greenbelt tsunami prevention in South-Pacific region. *Report of the Port and Airport Research Institute*, 42(2), 1-23.
- IUCN. 2017. Mass mangrove restoration: Driven by good intentions but offering limited results. [terhubung berkala]. <https://www.iucn.org/news/forests/201702/mass-mangrove-restoration-driven-good-intentions-offering-limited-results> [06 November 2020]
- Jayatissa, L. P., F. Dahdouh-Guebas, and N. Koedam. 2002. A review of the floral composition and distribution of mangroves in Sri Lanka. *Botanical journal of the Linnean Society*, 138(1), 29-43.
- Kathiresan, K., and N. Rajendran. 2005. Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine, Coastal and shelf science*, 65(3), 601-606.
- Losada, I. J., P. Menéndez, A. Espejo, S. Torres, P. Díaz-Simal, S. Abad, M. W. Beck, S. Narayan, D. Trespalacios, K. Pflieger, P.

- Mucke, L. Kirch. 2018. The global value of mangroves for risk reduction. Technical Report. The Nature Conservancy, Berlin.
- Mazda, Y., E. Wolanski, B. King, A. Sase, D. Ohtsuka, and M. Magi. 1997. Drag force due to vegetation in mangrove swamps. *Mangroves and salt marshes*, 1(3), 193-199.
- McGranahan, G., D. Balk, and B. Anderson. 2007. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and urbanization*, 19(1), 17-37.
- McKee, K. L., D.R. Cahoon, and I.C. Feller. 2007. Caribbean mangroves adjust to rising sea level through biotic controls on change in soil elevation. *Global Ecology and Biogeography*, 16(5), 545-556.
- McLeod, E., and R.V. Salm. 2006. *Managing mangroves for resilience to climate change*. Gland: World Conservation Union (IUCN).
- Murdiyarmo, D., J. Purbopuspito, J.B. Kauffman, M.W. Warren, S.D. Sasmito, D.C. Donato, S. Manuri, H. Krisnawati, S. Taberima, and S. Kurnianto. 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089-1092.
- Murphy, R.J., and T.J. Tolhurst. 2009. Effects of experimental manipulation of algae and fauna on the properties of intertidal soft sediments. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.*, 379, 77-84.
- Othman, M. A. 1994. Value of mangroves in coastal protection. *Hydrobiologia*, 285(1-3), 277-282.
- Pilarczyk, K. W. 1998. *Dikes and revetments: design, maintenance and safety assessment*. CRC Press.
- Pilkey, O. H., and H.L. Wright III. 1988. Seawalls versus beaches. *Journal of Coastal Research*, 41-64.
- Spalding, M. D., A.L. McIvor, M.W. Beck, E.W. Koch, I. Möller, D.J. Reed, P. Rubinoff, T. Spencer, T.J. Tolhurst, T.V. Wamsley, B.K. van Wesenbeeck, E. Wolanski, and C.D. Woodroffe. 2014. Coastal ecosystems: a critical element of risk reduction. *Conservation Letters*, 7(3), 293-301.
- Tanaka, N. 2009. Vegetation bioshields for tsunami mitigation: review of effectiveness, limitations, construction, and sustainable management. *Landscape and Ecological Engineering*, 5(1), 71-79.
- Tanaka, N., Y. Sasaki, M.I.M. Mowjood, K. B. S. N. Jinadasa, and S. Homchuen. 2007. Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: experience of the recent Indian Ocean tsunami. *Landscape and Ecological Engineering*, 3(1), 33-45.
- Thampanya, U., J.E. Vermaat, S. Sinsakul, and N. Panapitukkul, N. 2006. Coastal erosion and mangrove progradation of Southern Thailand. *Estuarine, coastal and shelf science*, 68(1-2), 75-85.
- UNEP. 2006. Marine and coastal ecosystems and human well-being: a synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. UNEP
- Vo-Luong, P., and S. Massel. 2008. Energy dissipation in non-uniform mangrove forests of arbitrary depth. *Journal of Marine Systems*, 74(1-2), 603-622.
- Wood. 2020. The role of mangroves in coastal protection. UK: Wood Environment & Infrastructure Solutions UK Limited.
- World Bank. 2016. *Managing Coasts with Natural Solutions: Guidelines for Measuring and Valuing the Coastal Protection Services of Mangroves and Coral Reefs*. M. W. Beck and G.M. Lange, editors. Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services Partnership (WAVES), World Bank, Washington, DC.
- Yanagisawa, H., S. Koshimura, T. Miyagi, and F. Imamura. 2010. Tsunami damage reduction performance of a mangrove forest in Banda Aceh, Indonesia inferred from field data and a numerical model. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115 (C6).