

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan Mangrove

Kata “mangrove” merupakan perpaduan antara bahasa portugis mangue yang berarti tumbuhan dan bahasa inggris grove yang berarti belukar atau hutan kecil. Menurut Soerianegara (1987) hutan mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur alluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut dan terdiri atas jenis-jenis pohon *Avicennia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Sonneratia*, *Lumnitzera*, *Excoecaria*, *Xylocarpus*, *Scyphyphora* dan *Nypa*. Hutan mangrove merupakan masyarakat hutan halofil yang menempati bagian zona intertidal tropika dan subtropika, berupa rawa atau hamparan lumpur yang terbatas oleh pasang surut (Moore, 1991).

Hutan mangrove jika ditinjau dari tata bahas terdiri dari dua suku kata, yaitu “ hutan” dan “mangrove”. Menurut undang-undang No.41/1999 dan Undang-undang No. 19/2004 yang mengatur tentang kehutanan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Sedangkan mangrove adalah vegetasi hutan yang tumbuh pada tanah alluvial di daerah pantai dan pasang surut air laut.

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut. Terdapat di daerah tropik atau subtropik di sepanjang pantai yang terlindung dan dimuara sungai yang merupakan komunitas tumbuhan pantai yang didominasi oleh

beberapa jenis pohon mangrove. Tumbuhan ini mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut sesuai dengan toleransinya terhadap salinitas, lama penggenangan, substrat dan morfologi pantai. Mangrove dapat di jumpai di daerah sepanjang muara sungai atau daerah yang banyak di dominasi oleh faktor laut. (Direktorat pesisir dan laut, 2008).

Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah yang terakumulasi endapan lumpur. Substrat berlumpur sangat baik untuk tegakan *Rhizophora mucornata* dan *Avicennia marina*. Kondisi yang sangat mempengaruhi komposisi mangrove adalah salinitas. Beberapa jenis mangrove memiliki tingkat adaptasi dengan salinitas berbeda-beda. Beberapa diantaranya secara selektif mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara sebagian lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya. (Noor *et. al.*, 2006).

2.2 Karakteristik dan Penyebaran Mangrove

Hutan mangrove dapat tumbuh pada pantai berkarang, yaitu pada karang koral yang mati yang di atasnya dilapisi pasir atau lumpur. Vegetasi mangrove ada yang berbentuk pohon dengan ketinggian mencapai 35 m dan ada juga yang berbentuk semak (*suburb*), pada waktu air surut akar – akar mangrove akan tampak. Hutan mangrove memiliki ciri khas pada bentuk perakarannya yaitu stilt atau proproots, aerophore, knop atau kneeroots. Komunitas hutan mangrove merupakan tipe vegetasi di wilayah pesisir. Daerah ini memiliki ekosistem yang kompleks dan berfungsi sebagai

zona penyangga stabilitas ekosistem daerah vital lainnya di wilayah pesisir (Saparinto, 2007).

Mangrove dapat tumbuh dan berkembang secara maksimum dalam kondisi dimana terjadi penggenangan dan sirkulasi air permukaan yang menyebabkan pertukaran dan pergantian dan sedimen secara terus – menerus meningkatkan pasokan oksigen dan nutrisi untuk keperluan respirasi dan produksi yang dilakukan oleh tumbuhan. Perairan dengan salinitas rendah akan menghilangkan garam-garam dan bahan – bahan alkali, air yang mengandung garam dapat menetralkan keasaman tanah. Mangrove dapat tumbuh pada berbagai macam substrat yang bergantung pada proses pertukaran air untuk memelihara pertumbuhan mangrove. (Dahuri, 2001).

Kondisi salinitas sangat mempengaruhi komposisi mangrove dan masing-masing mangrove memiliki cara tersendiri untuk mengatasi kadar salinitas. *Avicennia marina* mampu tumbuh dengan baik di kadar salinitas yang mendekati tawar sampai dengan 90%. *Rhizophora mucronata* mampu hidup di kadar salinitas 55%, jenis – jenis *Bruguiera* umumnya tumbuh pada daerah dengan kadar salinitas dibawah 25%.

2.3 Zonasi Ekosistem Mangrove

Zonasi ekosistem mangrove berdasarkan jenis pohon di Indonesia jika diurutkan dari laut ke darat biasanya dibedakan menjadi :

1. Zona Api-api (*Avicennia – Sonneratia*)

Terletak paling luar atau jauh / terdekat dengan laut. Kondisi tanah berlumpur agak lembek, sedikit bahan organik dan kadar garam agak tinggi. Zona ini biasanya didominasi oleh jenis-jenis api – api *Avicennia sp* dan *Sonneratia* dan biasanya berasosiasi dengan *Rhizophora sp*.

2. Zona Bakau (*Rhizophora*)

Terletak dibelakang zona api-api dan prepat, keadaan tanah berlumpur lembek (dalam). Umumnya di dominasi oleh jenis-jenis *Rhizophora* dan di beberapa tempat dijumpai berasosiasi dengan jenis lain seperti tanjang (*Bruguiera sp.*), nyirih (*Xylocarpus*) dan dungun (*Heritiera*).

3. Zona Tanjang (*Bruguiera*)

Terletak di belakang zona *Rhizophora* dan memiliki substrat tanah berlumpur keras. Zona ini hanya terendam pada saat air pasang tertinggi atau dua kali dalam sebulan.

4. Zona Nipah (*Nypa fruticant*)

Zona ini terletak paling jauh dari laut atau paling dekat ke arah darat. Zona ini mengandung air dengan salinitas sangat rendah dibandingkan zona lainnya, tanahnya keras, kurang dipengaruhi pasang surut dan kebanyakan berada di tepi-tepi sungai dekat laut. (Begen, 2020).

2.4 Parameter Lingkungan

a. Salinitas

Salinitas menurut Boyd (1982) adalah kadar seluruh ion-ion yang terlarut dalam air, seperti klorida, karbonat, bikarbonat, sulfat, natrium, kalsium dan magnesium. Kondisi salinitas sangat memengaruhi komposisi mangrove. Berbagai jenis mangrove mengatasi kadar salinitas dengan cara yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya selektif mampu menghindari penyerapan garam dari media tumbuhnya, sementara

beberapa jenis yang lainnya mampu mengeluarkan garam dari kelenjar khusus pada daunnya (Noor *et. al.*, 2006).

b. Suhu

Suhu berperan penting dalam proses fisiologis (fotosintesis dan respirasi). Produksi daun *A. marina* terjadi pada suhu 18-20⁰ C dan jika suhu lebih tinggi maka produksi menjadi berkurang. *Rhizophora stylosa*, *Ceriops*, *Excoecaria*, *Lumnitzera* tumbuh optimal pada suhu 26-28⁰ C. *Bruguiera* tumbuh optimal pada suhu 27⁰ C, dan *Xylocarpus* tumbuh optimal pada suhu 21-26⁰ C (Prabudi, 2013).

c. Kelembaban

Semakin rendah suhu tanah maka semakin tinggi kelembaban tanah sehingga dekomposisi serasah daun akan semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Golley (2006) yang mengemukakan bahwa serasah membusuk rendah selama musim kering dan cepat pada musim basah.

d. Derajat Keasaman (pH)

Aktivitas enzim selulase dipengaruhi oleh pH. Kisaran pH optimum untuk aktivitas selulase kapang berkisar antara 4.5-6.5 (Kulp, 1975). Enzim pada umumnya hanya aktif pada kisaran pH yang terbatas. Nilai pH optimum suatu enzim ditandai dengan menurunnya aktivitas pada kedua sisi lainnya dari kurva yang disebabkan oleh turunnya afinitas atau stabilitas enzim. Pengaruh pH pada aktivitas enzim disebabkan oleh terjadinya perubahan tingkat ionisasi pada enzim atau substrat sebagai akibat perubahan pH (Irawadi, 1991).

e. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut berperan penting dalam dekomposisi serasah karena bakteri dan fungi yang bertindak sebagai dekomposer membutuhkan oksigen untuk kehidupannya. Oksigen terlarut juga penting dalam proses respirasi dan fotosintesis. Oksigen terlarut berada dalam kondisi tertinggi pada siang hari dan kondisi terendah pada malam hari.

2.4 Fungsi dan Manfaat Mangrove

Mangrove berperan penting dalam melindungi pantai dari terjangan ombak, angin dan badai. Tegakan mangrove mampu melindungi pemukiman, bangunan, pertanian dari angin kencang atau intrusi air laut. Secara ekologis memegang peranan kunci dalam perputaran nutrisi atau unsurhara dalam perairan pantai disekitarnya yang dibantu oleh pergerakan pasang surut air laut. Interaksi vegetasi mangrove dengan lingkungannya mampu menciptakan kondisi iklim yang sesuai untuk kelangsungan proses biologi berbagai organisme akuatik. Peranan mangrove selanjutnya adalah sebagai stabilisator tepian sungai dan pesisir yang memberikan dinamika pertumbuhan di kawasan pesisir, seperti pengendali erosi pantai, menjaga stabilitas sedimen serta turut berperan dalam menambah perluasan daratan (*land building*) dan perlindungan garis pantai (*protect agent*) (Ghufran, 2012).

Kedudukan ekosistem mangrove di dalam lingkungan tidak berdiri sendiri, melainkan bagian ekosistem yang lebih luas. Banyak proses yang terjadi di dalam ekosistem mangrove, misalnya terdapat aliran pergerakan materi yang mengalir dan digerakkan oleh faktor-faktor fisik seperti pasang surut, *run off* daratan, dan curah hujan. Faktor biologis yang memengaruhinya antara lain produksi serasah, dekomposisi, pengambilan mineral oleh tumbuhan, dan aktivitas-aktivitas biologis lainnya.

Secara ekologis mangrove memiliki peran penting dalam perputaran nutrisi atau unsur hara pada perairan pantai sekitarnya dan dibantu oleh pergerakan pasang surut air laut. Interaksi vegetasi mangrove dengan lingkungan sekitarnya mampu menciptakan kondisi iklim yang sesuai untuk kelangsungan proses biologis beberapa organisme akuatik, yang melibatkan sejumlah besar mikorganisme dan makroorganisme. Peran penting mangrove lainnya adalah dalam bentuk ekologisnya sebagai stabilisator tepian sungai, pesisir dan memberikan dinamika pertumbuhan di kawasan pesisir seperti pengendalian erosi pantai, menjaga stabilitas sedimen, turut berperan dalam menambah perluasan daratan (*land building*), dan perlindungan garis pantai (*protected agent*).

Ekosistem mangrove yang menempati daerah pasang surut dan dipengaruhi oleh arus laut, mengalami perubahan terus menerus sehingga tumbuhan dan hewan yang berinteraksi di dalamnya beradaptasi secara berkesinambungan. Wilayah mempunyai sifat khas dan unik. Sifat unik mangrove disebabkan oleh luas vertikal pohon dengan organisme daratan menempati bagian atas dan organisme lautan menempati bagian bawah. Kondisi pencampuran antara organisme daratan dan lautan ini menggambarkan suatu rangkaian dari darat ke laut dan sebaliknya.

2.4.1 Habitat Biota

Ekosistem mangrove merupakan habitat biota akuatik maupun terrestrial. Biota akuatik meliputi udang, ikan, kepiting, kerang dan berbagai avertebrata lainnya. Sedangkan biota terrestrial yang umumnya menempati bagian atas pohon mangrove meliputi kelompok insekta, primata, reptilia dan kelompok aves.

Hutan mangrove dengan tajuk yang rapat dan rata serta selalu hijau dan membentuk lapisan yang berbaris disepanjang pantai merupakan tempat yang disukai burung-burung besar untuk membuat sarang dan sebagai tempat bertelur.

2.4.2 Persinggahan Fauna Migran

Berbagai kawanan burung migran maupun fauna laut banyak yang singgah di hutan mangrove untuk sekedar transit. Sebagai contoh kawasan hutan mangrove di pesisir timur Sumatera Utara merupakan daerah persinggahan dan tempat mencari makan burung-burung migran dari Rusia dan Belarus. Fauna lain yang singgah di hutan mangrove adalah penyu, yang sering singgah terutama di daerah mangrove berpasir untuk bertelur.

2.4.3 Tempat Pemijahan, Pengasuhan dan Mencari makan

Mangrove termasuk ekosistem yang khas, sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*) berbagai fauna akuatik maupun terrestrial. Ekosistem mangrove menjadi tempat yang cocok bagi biota akuatik untuk memijah dan membesarkan anaknya. Akar-akar tanaman mangrove selain menyediakan ruang bagi biota untuk bersembunyi juga sebagai perdam gelombang dan arus laut sehingga telur-telur dan anak-anak ikan tidak ikut hanyut terbawa arus laut maupun gelombang lautan. Kaitannya dengan ketersediaan makanan, ekosistem mangrove merupakan tempat yang kaya akan sumber makanan bagi biota akuatik dalam bentuk material organik yang terbentuk dari jatuhnya daun

dan kotoran hewan darat yang kemudian diubah oleh mikroorganisme menjadi bioplankton yang sangat dibutuhkan oleh biota laut.

2.4.4 Pendukung Ekosistem Laut

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang berada di antara daratan dan lautan sehingga mempunyai fungsi sebagai penyangga (*buffer*) daratan dan lautan. Komponen dasar rantai makanan pada ekosistem mangrove adalah serasah (daun, ranting, buah dan batang) yang jatuh dan didekomposisi oleh mikroorganisme menjadi zat hara atau nutrisi terlarut yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton, alga maupun tumbuhan mangrove itu sendiri dalam proses fotosintesis. Serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan mangrove antara lain mengandung N dan P yang tinggi dan akan terlarut dalam air sehingga mampu menunjang kehidupan fitoplankton (Welch dan Lindell, 1980). Fitoplankton sebagai produsen utama diperairan memfiksasi karbon melalui proses fotosintesis sekaligus menyediakan energi bagi organisme konsumen. Pada tropik level berikutnya konsumen primer akan berlaku sebagai sumber makanan bagi konsumen sekunder dan seterusnya. Apabila proses tersebut berjalan dengan baik merupakan kemampuan daya dukung ekosistem mangrove terhadap produksi perikanan melalui fungsinya sebagai penyedia sumber energi dan habitat (Begen, 2002).

2.4.5 Pelindung Pantai

Perakaran mangrove yang rapat dan terpancang dapat meredam hantaman gelombang dan ombak. Angin dan badai besar akan berkurang ketika

mencapai hutan mangrove yang lebat. Daya rusak gelombang akan di reduksi oleh hutan mangrove.

2.4.6 Perangkap sedimen



Gambar 1 Akar mangrove sebagai penangkap partikel kecil dan sedimen
(Sumber: Gunawan, 2017)

Ekosistem mangrove juga efektif untuk menangkap partikel-partikel tanah dan sedimen yang berasal dari erosi daratan. Partikel-partikel dan lumpur yang terbawa air dari daratan akan terperangkap oleh akar mangrove dan mengendapkannya makin lamamakin tebal sehingga akan jadi lahan baru ke arah laut.

2.4.7 Pencegah Intrusi Air Laut

Keberadaan ekosistem mangrove di wilayah pesisir pantai menjadi sebuah penyangga terhadap intrusi air laut. Ekosistem mangrove yang lebat dan rapat mampu mencegah masuknya air laut dari bawah tanah ke daratan.

2.4.8 Biofilter Alami

Ekosistem mangrove memiliki karakteristik tumbuh ditanah berlumpur, tumbuh rapat mampu mengendapkan lumpur yang dibawa oleh air tawar seperti yang bersumber dari sungai, drainase dan ketika terjadi banjir. Ekosistem

mangrove dapat memfilter limbah – limbah organik dari daratan yang terbawa air sehingga bahaya limbah dapat berkurang.

2.5 Pengelolaan Ekosistem Mangrove

Era tahun 1980 – 1990 an perencanaan dan pembangunan wilayah pesisir memiliki pandangan yang kurang tepat mengenai ekosistem mangrove. Akibat dari pandangan ini menyebabkan adanya kebijakan yang kurang tepat dimana ekosistem mangrove di konversi menjadi lahan lahan produktif seperti tambak. Konversi ekosistem mangrove menjadi tambak telah menimbulkan social dan ekologi yang panjang. Rusaknya ekosistem mangrove menyebabkan peneurunan produksi perikanan tangkap, biota akuatik kehilangan tempat mencari makan, tempat reproduksi dan tempat pengasuhan serta limbah tambak mereduksi kehidupan biota pesisir.

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang produktif, oleh sebab itu perlu dilakukan pengelolaan bukan hanya sekedar mementingkan keuntungan ekonomi jangka pendek, namun harus mementingkan aspek keberlanjutan.

2.6 Karbon

Pemanasan global pada dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya Efek Rumah Kaca yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas karbondioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrous oksida (NO₂). Peningkatan gas rumah kaca terutama CO₂ merupakan penyebab utama perubahan iklim global (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Pemerintah Republik Indonesia melalui Peraturan Presiden nomor 61 tahun 2011 tentang rencana aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN GRK) telah berkomitmen bahwa sampai 2020 Indonesia akan menurunkan emisi sampai 26% (samapai 29% pada

2030) dengan usaha sendiri dan sampai 41% dengan dukungan eksternal. Samapai saat ini target penurunan emisi masih di titik beratkan pada sektor daratan (land base sector), sedangkan sektor pesisir belum mendapatkan perhatian yang serius.

Salah satu ekosistem pesisir yang berperan besar dalam penyimpanan karbon adalah mangrove. Ekosistem mangrove mampu menyimpan karbon sepuluh kali lebih banyak dari hutan pada umumnya (Robinson, 2013). Ekosistem mangrove juga memiliki peran sebagai mitigasi perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global karena mampu mereduksi CO₂ melalui penyerapan karbon dari atmosfer dan menyimpannya dalam batang, daun dan seresah (Hairiah dan Rahayu, 2007).

2.7 Pendugaan Cadangan Karbon pada Tingkat Lahan

Cadangan karbon pada ekosistem daratan disimpan dalam 3 komponen pokok meliputi :

1. Bagian hidup (Biomassa)

Masa dari bagian vegetasi yang masih hidup yaitu batang, ranting dan tajuk pohon (berikut akar atau estimasinya), tumbuhan bawah atau gulma dan tanaman semusim. Biomasa pohon Proporsi terbesar cadangan karbon di daratan umumnya terdapat pada komponen pepohonan. Untuk mengurangi tindakan perusakan selama pengukuran, biomasa pohon dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan allometrik yang didasarkan pada pengukuran diameter batang.

2. Bagian mati (nekromasa)

Masa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak di lahan (batang atau tunggul pohon), kayu tumbang/tergeletak di permukaan tanah, tonggak atau ranting dan daun-daun gugur (seresah) yang belum terlapuk.

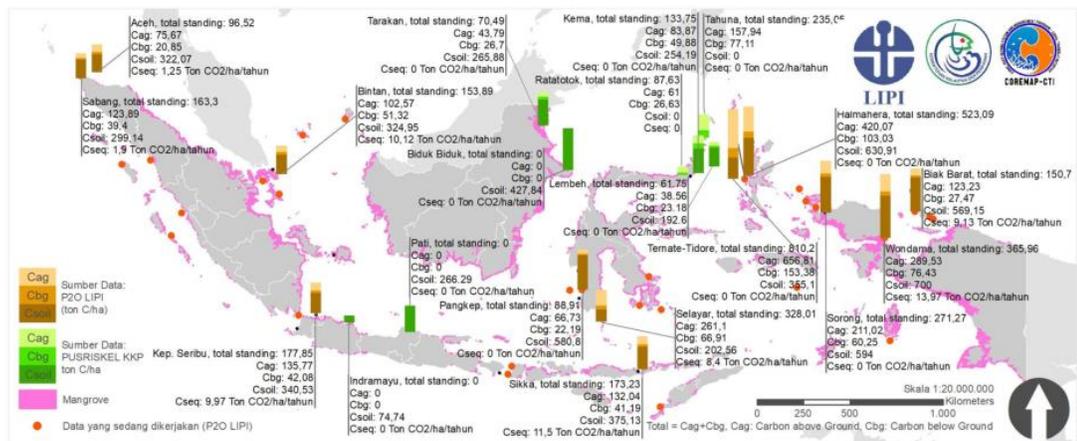
3. Tanah (bahan organik tanah)

Sisa makhluk hidup (tanaman, hewan dan manusia) yang telah mengalami pelapukan baik sebagian maupun seluruhnya dan telah menjadi bagian dari tanah (Hairiah, 2001).

Hutan memiliki peranan penting karena hutan dapat menjadi sumber emisi karbon (Source) dan juga dapat menjadi penyerap karbon dan menyimpannya (Sink). Hutan melalui proses fotosintesis mengabsorpsi CO₂ dan menyimpannya sebagai materi organik dalam biomassa tanaman. Di permukaan bumi ini, kurang lebih terdapat 90% biomassa yang terdapat dalam bentuk kayu, dahan, daun, akar, dan sampah hutan atau seresah dan jasad renik (Soemarwoto, 2001). Bukti ilmiah saat ini sudah membuktikan bahwa ekosistem laut tertentu dapat berperan sebagai carbon sinks, yang dapat menyerap lebih dari 55% karbon dunia, lebih besar dibandingkan hutan daratan. Ekosistem-ekosistem tersebut, yang terdiri dari antara lain hutan mangrove, padang lamun, dan rawa payau, dikenal sebagai ekosistem karbon biru (Herr et al, 2012).

2.8 Sebaran Karbon Pada Mangrove

Hutan mangrove Indonesia memiliki potensi besar dalam dalam penyerapan CO₂ dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa tubuh. Hal ini dapat dilihat dari luasan mangrove di Indonesia mencapai 22,4% dari luas mangrove dunia atau sekitar 3,22 juta hektar. Sebaran tertinggi luasan mangrove di Indonesia ditemukan di kepulauan Papua.



Gambar 2 Sebaran karbon mangrove di Indonesia

Mangrove mampu menyimpan karbon dalam bentuk biomassa, baik pada bagian atas (cag, carbon above ground) dan bagian bawah (cbg, carbon below ground). Guguran material organik seperti seresah dan batang mangrove yang telah mati pada substrat memberikan sumbangan organik dalam tanah. Sistem perakaran mangrove yang rapat memungkinkan karbon tersebut terperangkap dalam lingkungan mangrove dan meminimalisasi ekspor nutrisi keluar kawasan.

Mangrove merupakan salah satu parameter *blue carbon*, karena perannya dalam memanfaatkan CO₂ untuk fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa dalam sedimen (Atie, *et. al.*, 2014). Menurut Kauffman *et. al.*, (2012), simpanan karbon di hutan mangrove lebih tinggi dibandingkan simpanan karbon pada tipe hutan lainnya, dimana simpanan karbon terbesar terdapat pada sedimen mangrove. Menurut Duarte *et. al.*, (2005) lautan mampu menyimpan CO₂ yang ada di bumi sebanyak 93%. Balino *et. al.*, (2000) menyatakan selain keberadaan fitoplankton di lautan yang mampu menyimpan karbon melalui fotosintesis, mangrove dan padang

lamun sebagai ekosistem pesisir juga bisa menyimpan karbon. Menurut Overbeek (2014) ekosistem mangrove dan padang lamun dapat menyimpan sejumlah karbon dari atmosfer dalam bentuk sedimen dan tanah.

Menurut Robinson (2013) mangrove memiliki kemampuan dalam menyerap dan menyimpan karbon lebih banyak dibandingkan hutan tropis. Mangrove menjadi tempat penbenahan karbon (carbon sinks) yang sangat besar. Carbon sinks atau carbon dioxide sinks merupakan tempat untuk menyerap dan menyimpan karbon dioksida yang terdapat di atmosfer bumi, salah satunya adalah hutan. Tumbuhan akan menyerap karbon di atmosfer melalui proses fotosintesis dan menyimpannya ke dalam jaringan tumbuhan. Proses fotosintesis tumbuhan menyerap CO_2 dan H_2O dengan bantuan sinar matahari yang diubah menjadi glukosa. Proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO_2) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi (Purnobasuki, 2012).