

PENYERAPAN KARBON DIOKSIDA (CO₂) PADA DAUN, SERASAH DAUN, DAN SEDIMEN MANGROVE *Sonneratia caseolaris* (L) Engler KATEGORI TIANG DI KAWASAN MANGROVE TLOCOR, KABUPATEN SIDOARJO

Izhar Bazlin Al Hazmi, Mulyanto dan Diana Arfiati

Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang
E-mail: izhar.alhazmi98@gmail.com

ABSTRAK

*Mangrove memanfaatkan karbon dioksida (CO₂) di udara dalam fotosintesisnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbon organik, penyerapan karbon dioksida (CO₂), dan perbandingan penyerapan karbon dioksida (CO₂) pada daun, serasah daun dan sedimen pada *Sonneratia caseolaris* kategori tiang, dengan metode survei dan penentuan lokasi menggunakan metode purposive sampling. Pengambilan sampel daun, serasah daun, dan sedimen dilakukan di tiga lokasi yang berbeda sebagai pengulangan. Dalam setiap lokasi pengulangan diambil sampel secara acak di tiga titik, dengan asumsi sudah mewakili keseluruhan populasi. Rata-rata karbon organik daun sebesar 0,701 g/g-kering, serasah daun sebesar 0,621 g/g-kering, dan sedimen sebesar 0,030 g/g-kering. Selanjutnya hasil tersebut dimasukkan ke dalam rumus Heriyanto dan Subiandono (2012) untuk mengetahui serapan karbon dioksida (CO₂). Nilai rata-rata serapan karbon dioksida (CO₂) daun sebesar 2,572 g/g-kering, serasah daun sebesar 2,277 g/g-kering dan sedimen sebesar 0,112 g/g-kering, dengan persentase serapan daun sebesar 51,84%, serasah sebesar 45,9%, dan sedimen sebesar 2,25%. Nilai serapan karbon dioksida (CO₂) yang tertinggi berturut-turut yaitu daun, serasah daun, sedimen dengan perbandingan 23:20:1. Dengan demikian jumlah *Sonneratia caseolaris* yang dibutuhkan untuk mengurangi karbon dioksida (CO₂) di udara pada suatu kawasan dapat ditentukan.*

Kata kunci: Karbon Dioksida, Karbon Organik, *Sonneratia caseolaris*

Absorption Of Carbon Dioxide (CO₂) On Leaf, Leaf Litter, And Sediments Mangrove *Sonneratia caseolaris* (L) Engler Of Poles Category In Tlocor Mangrove Area, District Of Sidoarjo

ABSTRACT

*Mangrove utilizes carbon dioxide (CO₂) in the air for photosynthesis. This study was aimed to analyze the organic carbon content, carbon dioxide absorption (CO₂) and ratio of carbon dioxide (CO₂) absorption on leaf, leaf litter and sediment of *Sonneratia caseolaris* of poles category. This study was carried out by employing survey method and the location determination was done by using purposive sampling method. The sample of leaf, leaf litter, and sediment were taken in three different locations as repetitions. In each repetition location, the samples were randomly performed at three points assuming that they represented the entire population. The average of leaf organic carbon was 0.701 g/g-dry, leaf litter was 0.621 g/g-dry and sediment was 0.030 g/g-dry. Furthermore, the results were included in the formula from Heriyanto and Subiandono (2012) to determine the absorption of carbon dioxide (CO₂). The average value of carbon dioxide (CO₂) absorption on leaf was 2.572 g/g-dry, leaf litter was 2.277 g/g-dry and sediment was 0.112 g/g-dry. The percentage of leaf absorption was 51.84%, leaf litter was 45.9% and sediment was 2.25%. The highest value of carbon dioxide (CO₂) absorption was leaf, leaf litter and sediment respectively with a ratio of 23: 20: 1. Thus the amount of *Sonneratia caseolaris* required to reduce carbon dioxide (CO₂) in the air could be determined.*

Keywords: Carbon Dioxide, Organic Carbon, *Sonneratia caseolaris*

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memanfaatkan karbon di udara untuk proses fotosintesis. Karbon hasil fotosintesis tersebut akan disimpan pada tubuh tumbuhan dan kemudian disimpan dalam tanah. Ekosistem mangrove disebut sebagai salah satu ekosistem *blue carbon* yang dapat diartikan sebagai kemampuan biota untuk menyimpan karbon dalam biomassa dan sedimen melalui mekanisme fotosintesis. Seperti yang telah dijelaskan oleh *World Rainforest Movement*, *blue carbon* mengacu pada karbon yang tersimpan di ekosistem pesisir, terutama di hutan bakau. Penyimpanan ini terjadi secara alami, terutama dengan penyerapan CO₂ oleh tanaman yang hidup di air. Ekosistem pesisir yang kaya akan tanaman, seperti hutan mangrove, padang lamun dan rawa payau intertidal, mampu menyerap sejumlah besar karbon di atmosfer dan menyimpannya dalam sedimen dan tanah (Eong, 1993).

Hutan mangrove merupakan produsen primer yang dapat menyerap karbon dengan tingkat intensitas yang lebih besar daripada tumbuhan daratan. Simpanan karbon pada hutan mangrove lebih besar dibandingkan dengan hutan lainnya. Simpanan karbon hutan mangrove sebesar 51,86 ton/ha, hutan sekunder sebesar 37,29 ton/ha, hutan rawa 38,77 ton/ha, agroforestri sebesar 36,84 ton/ha, perkebunan kelapa sawit 0,1 ton/ha (Sugirahayu dan Rusdiana, 2011). Pelepasan emisi ke udara pada hutan mangrove lebih kecil daripada hutan di daratan, karena pembusukan serasah tanaman akuatik tidak melepaskan karbon ke udara. Adapun tanaman hutan tropis yang mati melepaskan sekitar 50 persen karbonnya ke udara. Dengan kemampuan mangrove dalam menyimpan karbon, maka peningkatan emisi karbon di alam tentu dapat lebih dikurangi (Purnobasuki, 2012).

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon, yang merupakan siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon dalam biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi. Proses penimbunan karbon (C) dalam tubuh tumbuhan hidup dinamakan proses sekuestrasi (C-sequestration). Dengan demikian mengukur jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan, dapat menggambarkan CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran C yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromassa) secara tidak langsung menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara melalui pembakaran (Purnobasuki, 2012).

Karbon tersimpan dalam bentuk molekul karbon dioksida (CO₂) dan oksigen terdapat dalam bentuk molekul oksigen yaitu O₂. Karbon diikat oleh tanaman dalam proses fotosintesis dan dihasilkan bahan organik. Bila bahan organik ini dioksidasi akan kembali dihasilkan karbon dioksida. Dalam proses fotosintesis selain dihasilkan bahan organik berupa karbohidrat, juga dihasilkan oksigen. Bahan organik hasil fotosintesis berpindah ke herbivora maupun karnivora dan akan dirombak oleh bakteri tertentu yang akan menghasilkan karbon ke udara bebas setelah dibakar (Jumin, 1997).

Jika kadar karbon dioksida (CO₂) di udara terlalu tinggi, maka udara di bumi akan terasa lebih panas. Udara panas seperti ini sering disebut sebagai efek rumah kaca, yang panasnya seolah-olah tidak dapat dikeluarkan dari ruangan. Salah satu ekosistem yang dapat mengurangi efek gas rumah kaca dan sebagai mitigasi perubahan iklim adalah ekosistem mangrove. Berdasarkan fungsi ekologis, ekosistem mangrove berperan sebagai penyerap (rosot) karbon dioksida (CO₂) dari udara. Rosot karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan dan pohon yang melakukan proses fotosintesis, menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) serta menyimpannya dalam biomassa tubuh pohon (Pambudi, 2011). Kandungan biomassa di hutan, terdiri dari biomassa bahan hidup, biomassa bahan mati, tanah dan produk kayu. Komponen dari biomassa tersebut umumnya adalah karbon yang menyusun 45-50% bahan kering dari

tanaman (Brown, 1997). Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon dari hasil fotosintesis dan hal tersebut dinamakan sebagai rosot karbon (*carbon sink*). Dengan demikian hutan merupakan salah satu rosot karbon yang penting (Soemarwoto, 1998).

Hutan mangrove dihuni oleh berbagai jenis tanaman pantai dan setiap jenis akan tumbuh di lokasi yang sesuai untuk pertumbuhannya. Secara umum kelompok *avicenia* lebih mudah ditemukan pada lokasi yang berhadapan dengan perairan terbuka. Kelompok *rizophora* lebih mudah ditemukan di tengah, sedangkan kelompok *Bruguera* lebih banyak ditemukan di wilayah yang terdekat dengan daratan. Salah satu jenis tanaman di hutan mangrove adalah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) yang banyak di temukan di bagian tengah hutan mangrove. Seperti tanaman mangrove lainnya pedada (*Sonneratia caseolaris*) merupakan jenis mangrove pionir yang termasuk kedalam kelompok utama penyusun hutan mangrove. Pedada tumbuh di sepanjang pantai berlumpur yang mempunyai salinitas rendah dan merupakan wadah berkumpulnya kunang-kunang (Manalu, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan karbon organik, penyerapan karbon dioksida (CO₂) dan perbandingan penyerapan karbon dioksida (CO₂) pada daun, serasah daun, dan sedimen pada salah satu tanaman di hutan mangrove yaitu *Sonneratia caseolaris* kategori tiang. Dengan diketahuinya kemampuan tanaman mangrove *Sonneratia caseolaris* dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) dan kemampuan menyimpannya sebagai biomasa kayu dan sedimen, maka akan dapat digunakan dalam mengelola lingkungan yang berfungsi sebagai agen penyerap karbon dioksida di udara.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017 di kawasan mangrove Tlocor, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei. Penentuan lokasi dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu menentukan titik pengambilan sampel secara acak berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dalam penelitian ini, yaitu ada atau tidak adanya tegakan mangrove *Sonneratia caseolaris* dengan kategori tiang (diameter batang 10 - 19 cm). Pengambilan sampel daun, serasah daun dan sedimen dilakukan di tiga lokasi yang berbeda sebagai pengulangan. Dalam setiap lokasi pengulangan diambil sampel secara acak di tiga titik, dengan asumsi bahwa tiga titik tersebut sudah mewakili keseluruhan populasi yang ada.

Daun yang diambil yaitu daun tua (daun yang terletak di pangkal ranting), sebanyak 30 buah selanjutnya ditimbang agar diketahui berat basahanya. Serasah daun yang digunakan yaitu daun yang sudah terkumpul pada wadah (jebakan) berukuran 1 m x 1 m yang sudah disiapkan di bawah pohon mangrove tersebut selama 1 minggu. Sampel sedimen diambil secara acak sebanyak 4 kali (mengelilingi pohon) menggunakan cetok dari permukaan sampai kedalaman ± 10 cm, kemudian sampel tanah dicampur menjadi satu dan ditimbang untuk dianalisis kadar C organiknya. Sampel daun, serasah daun, dan sedimen yang sudah terkumpul dibawa ke laboratorium untuk dihitung biomasanya melalui pengukuran persen kadar air menggunakan rumus Haygreen dan Bowyer (1989) dalam Purnama *et al.*, (2012) sebagai berikut:

$$KA (\%) = \frac{BBc - BKTc}{BKTc} \times 100\%$$

$$BKT (g/m^2) = \frac{BB}{1 + \frac{\%KA}{100}}$$

Keterangan:

KA	% kadar air
BBc	berat basah contoh (g)
BKTc	berat kering tanur contoh (g-kering)
BKT	berat kering tanur (g-kering)
BB	berat basah

Setelah itu dilakukan analisis persen karbon organik. Selanjutnya dilakukan perhitungan karbon organik berdasarkan biomassa menggunakan rumus:

$$Cb (g/g - kering) = \frac{B \times \%C \text{ organik}}{B}$$

Keterangan:

Cb : kandungan karbon dari biomassa (g/g-kering)

B : total biomassa (g-kering)

%C organik : nilai persentase kandungan karbon berdasarkan analisis laboratorium

Perhitungan serapan karbon dioksida pada daun, serasah daun, dan sedimen menggunakan rumus Heriyanto dan Subiandono (2012) sebagai berikut:

$$CO_2 (g/g - kering) = \frac{Mr \ CO_2}{Ar \ C} \times Cb$$

Keterangan:

CO₂ : Jumlah serapan karbon dioksida (g/g-kering)

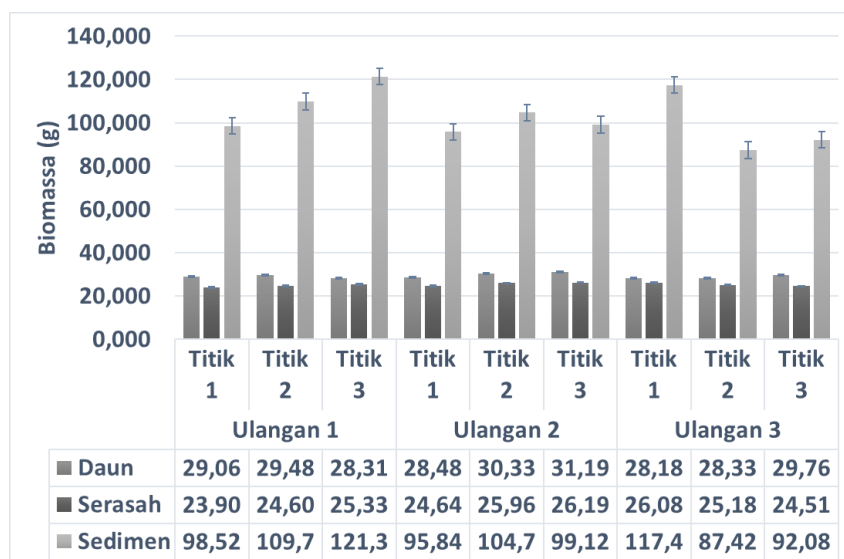
Mr CO₂ : molekul relatif CO₂ = 44 (massa atom C = 12, O = 16)

Ar C : atom relatif C = 12

Cb : kandungan karbon dari biomassa (g/g-kering)

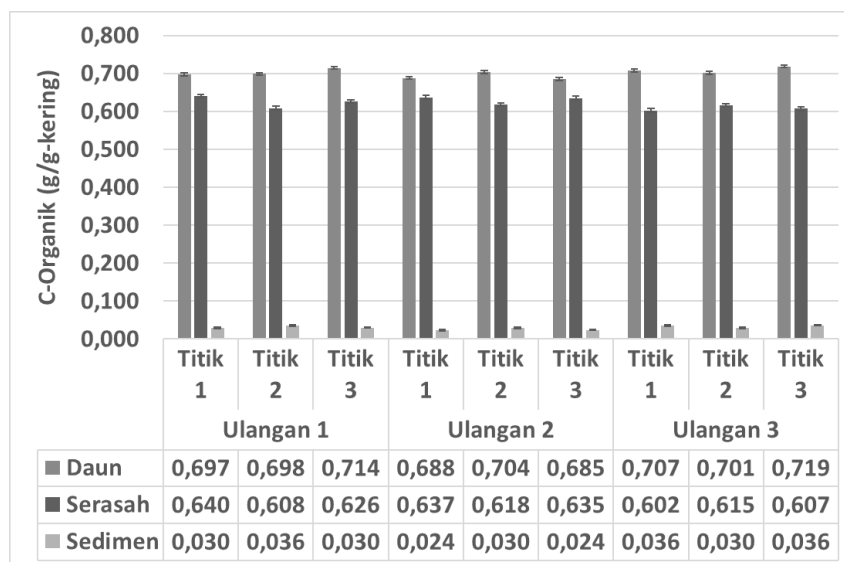
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan nilai biomassa daun, serasah daun, dan sedimen yang disajikan pada Gambar 1. Distribusi biomassa pada tiap komponen pohon menggambarkan besaran distribusi hasil fotosintesis pohon yang disimpan oleh tanaman. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman dan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga. Walaupun aktifitas fotosintesis terjadi di daun, namun distribusi hasil fotosintesis terbesar digunakan untuk pertumbuhan batang. Batang umumnya memiliki zat penyusun kayu yang lebih baik dibandingkan dengan bagian pohon lainnya (Hairiah dan Rahayu, 2007).



Gambar 1. Grafik biomassa tiap komponen

Kandungan karbon organik yang disajikan pada Gambar 2. Nilai karbon organik yang tertinggi berturut-turut yaitu daun, serasah daun, sedimen. Unsur-unsur penyusun struktur internal berupa senyawa organik didalam tumbuhan seperti selulosa, hemiselulosa, mineral dan lignin. Selain faktor internal tingginya karbon organik pada organ daun mangrove dimungkinkan adanya C yang masih tertinggal di daun yang belum tersalurkan ke seluruh bagian pohon. Kandungan biomassa pohon merupakan penjumlahan dari kandungan biomassa tiap organ pohon yang merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosin Tesis (Imiliyana, 2012).

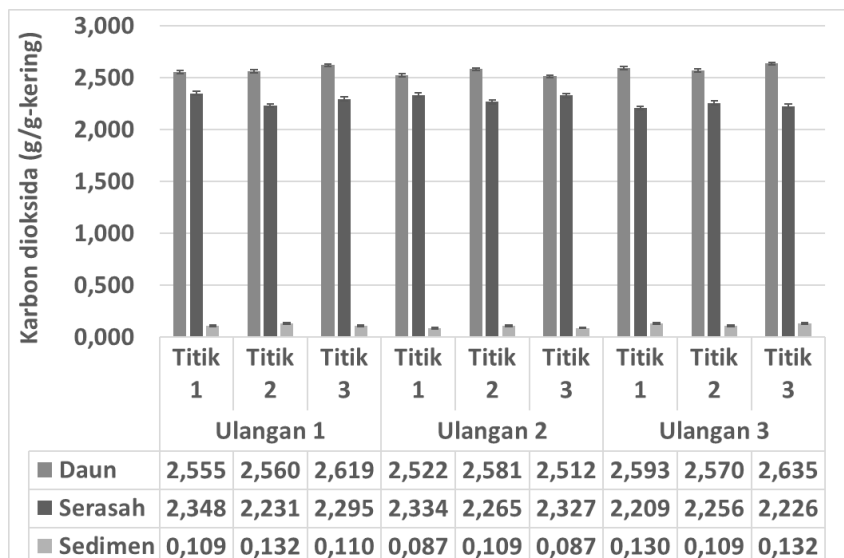


Gambar 2. Grafik karbon organik tiap komponen

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa massa karbon organik berbanding lurus dengan persentasenya. Jika persentase karbon organik tinggi, maka massa karbon organik juga tinggi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Mayalanda (2007), apabila persentase karbohidrat tinggi, maka massa karbohidrat pun akan tinggi.

Tinggi rendahnya kadar karbon organik pada daun dan serasah mangrove *Sonneratia caseolaris* dapat dilihat dari seberapa besar biomasanya. Semakin besar biomassa daun dan serasah, semakin besar pula kadar karbon organiknya. Namun tidak berlaku untuk sedimen, karena karbon organik merupakan komponen yang menyusun sebagian besar biomassa tanaman, baik itu batang, akar, maupun daun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amira (2008), bahwa tubuh tumbuhan, baik yang hidup maupun yang mati yang jatuh di tanah, disebut biomassa. Biomassa sebagian besar terdiri atas karbon (C). Biomassa merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut rosot karbon (*carbon sink*). Salah satu rosot karbon yang penting ialah hutan. Kadar karbon organik juga bergantung pada umur dan ukuran dari tanaman itu sendiri.

Hasil perhitungan karbon organik jika dimasukkan ke dalam rumus Heriyanto dan Subiandono (2012) dapat diketahui jumlah serapan karbon dioksida (CO₂) pada bagian mangrove, dan didapatkan hasil yang disajikan pada Gambar 3. Daun merupakan bagian tanaman yang memiliki simpanan karbon organik paling tinggi dibandingkan sedimen, dikarenakan sebagian besar komponen penyusun biomassa tanaman merupakan karbon organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Imiliyana (2012), bahwa stok karbon diestimasi dari biomasanya dengan mengikuti aturan 46% biomassa adalah karbon.



Gambar 3. Grafik serapan karbon dioksida tiap komponen

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai serapan CO₂ berbanding lurus dengan besarnya karbon organik yang tersimpan pada daun, serasah daun, dan sedimen mangrove *Sonneratia caseolaris*. Menurut Sukmawati *et al.*, (2015), karbon dioksida merupakan produk awal dari proses fotosintesis. Nilai massa karbon dioksida yang dihasilkan selama fotosintesis berlangsung sebanding dengan massa karbohidrat. Apabila massa karbohidrat yang didapatkan tinggi maka massa karbon dioksida pada tanaman akan tinggi, sedangkan apabila massa karbohidrat yang dihasilkan rendah maka daya serapnya rendah.

Menurut Punobasuki (2012), mengukur jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomassa) pada suatu lahan dapat menggambarkan CO₂ di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran C yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromassa) secara tidak langsung menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara melalui pembakaran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai rata-rata serapan CO₂ daun sebesar 2,572 g/g-kering, serasah daun sebesar 2,277 g/g-kering, dan sedimen sebesar 0,112 g/g-kering, dengan persentase serapan daun sebesar 51,84%, serasah daun sebesar 45,9%, dan sedimen sebesar 2,25%. Nilai serapan CO₂ yang tertinggi berturut-turut yaitu daun, serasah daun, sedimen dengan perbandingan 23:20:1. Daun dan serasah daun memiliki serapan lebih tinggi dibandingkan dengan sedimen, hal ini dikarenakan komponen penyusun biomassa daun sebagian besar adalah karbon organik.

Saran dari penelitian ini yaitu dengan mengetahui jumlah serapan karbon dioksida (CO₂) maka dapat menentukan jumlah *Sonneratia caseolaris* yang dibutuhkan untuk mengurangi jumlah karbon dioksida (CO₂) di udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Amira, S. (2008). *Pendugaan Biomassa Jenis Rhizophora apiculata Bl. Di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standar Nasional. (2011). *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (ground based forest carbon accounting)*. SNI 7724:2011.

- Brown S. (1997). *Estimating Biomassa dan Biomassa Change for Tropical Forest, a Primer*. Rome: FAO Forestry Paper 134, FAO.
- Eong, O. J. (1993). Mangroves-a carbon Source and Sink. *Chemosphere*. 27 (6): 1097-1107.
- Hairiah, K dan S. Rahayu. (2007). *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.
- Heriyanto, N. M dan Subiandono, E. (2012). Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomassa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9 (1): 23-32.
- Imiliyana, A., M. Muryono dan H. Purnobasuki. (2012). *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora Stylosa di Pantai Camplong, Sampang-Madura*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Jumin, H. B. (1997). *Ekologi Tanaman*. Rajawali Press. Jakarta.
- Manalu, R. D. E. (2011). *Kadar Beberapa Vitamin pada Buah Pepada (Sonneratia caseolaris) dan Hasil Olahannya*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Mayalanda, Y. (2007). *Kajian Daya Rosot Karbon dioksida oleh Jenis Tanaman Hutan Kota di Hutan Penelitian Dramaga*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Pambudi, G. P. (2011). *Pendugaan Biomassa Beberapa Kelas Umur Tanaman Jenis Rhizophora apiculata Bl. Pada Areal PT. Bina Ovivipari Semesta Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Purnobasuki, H. (2012). Pemanfaatan Hutan Mangrove Sebagai Penyimpan Karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya*. 3-5.
- Sukmawati, T., H. Fitrihidajati dan N. K. Indah. (2015). Penyerapan Karbon dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya. *Lentera Bio*. 4 (1): 108-111.
- Soemarwoto, O.1998. *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Bandung: Djambatan.