

Conference Paper

## Pengukuran Stok Karbon dan Karakteristik Tanah ditinjau dari Segi Garis Pantai di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya

### *Measurement of Carbon Stock and Soil Characteristics Reviewed from Coastline in the Mangrove Wonorejo Forest, Surabaya*

Moch Arifin \*, Argananta Pratama Widijanto, Setyo Budi Santoso

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

\*Corresponding author:

E-mail:

[arifin.agro@upnjatim.ac.id](mailto:arifin.agro@upnjatim.ac.id)

#### ABSTRAK

Wilayah ini merupakan hutan tanaman mangrove dengan kerapatan tanaman yang masih tinggi dan alami. Adanya kegiatan wisata hutan mangrove dimungkinkan adanya intervensi manusia terhadap habitat mangrove, yang akan berdampak pada simpanan karbon dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon dalam tanah di kawasan mangrove Wonorejo, Surabaya. Penelitian dilakukan dengan survai lahan dengan membagi lahan hutan mangrove menjadi 4 zona yang didasarkan tegak lurus garis pantai. Pengamatan lingkungan meliputi jumlah tanaman dan karakteristik sifat fisik dan kimia tanah. Hasil penelitian didapatkan bahwa tanaman mangrove famili *Avecennia* mendominasi zona dekat pantai dan mangrove famili *Rhizophora* mendominasi zona 3 dan 4. Keragaman tumbuh tanaman mangrove cenderung rendah pada masing-masing famili tanaman, sedangkan pada masing-masing zona keragaman tanaman mangrove pada tingkatan sedang. Pada karakteristik tanah didapatkan tekstur cenderung debu dan liat berdebu, dengan nilai pH, EC dan Redoks cenderung tinggi. Hasil pengukuran cadangan karbon di wilayah hutan mangrove berkisar antara 1,04 - 1,45 Mg Ha<sup>-1</sup>.

Kata Kunci: Tanaman Mangrove, zona, keragaman tanaman dan simpanan c-organik.

#### ABSTRACT

*This area is a mangrove forest with a natural and high plant density. The existence of mangrove forest tourism activities allows human intervention in mangrove habitat, which will have an impact on carbon storage in the soil. This research aims to determine the carbon stock in the soil in the mangrove area of Wonorejo, Surabaya. The study was conducted by surveying the land by dividing the mangrove forest land into 4 zones based on a perpendicular coastline. Environmental observations include the number of plants and the physical and chemical characteristics of the soil. The results showed that the mangroves of the *Avecennia* family dominated the near-shore zone and the mangroves of the *Rhizophora* family dominated zones 3 and 4. The growth diversity of mangroves tended to be low in each plant family, while in each zone the diversity of mangroves was at moderate levels. In soil characteristics, the texture tends to be dusty and dusty clay, with high pH, EC and Redox values. The results of the measurement of carbon stocks in the mangrove forest area ranged from 1.04 to 1.45 Mg Ha<sup>-1</sup>.*

*Keywords: Mangrove, zone, diversity of plants and carbon stock*

---

#### How to cite:

Arifin, M., Widijanto, A. P., & Santoso, S. B. (2020). Measurement of carbon stock and soil characteristics reviewed from coastline in the mangrove wonorejo forest, Surabaya. *Seminar Nasional Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur*. NST Proceedings. pages 119-125. doi: 10.11594/nstp.2020.0614

## **Pendahuluan**

Hutan mangrove merupakan ekosistem yang berada di lingkungan perairan wilayah pesisir pantai. Ekosistem ini kaya akan simpanan karbon yang berasal dari pepohonan yang mati dan sedimentasi tanah yang terjadi di wilayah tersebut (Haris et al., 2018). Wilayah hutan mangrove dianggap sebagai simpanan “Karbon Biru”, karena simpanan yang karbon yang sangat besar dan jenuh air dengan demikian proses oksidasi bahan organik menjadi terhambat, sehingga bahan organik tanah yang tersimpan tidak mudah terdekomposisi (Pendleton et al., 2012) (Howard et al., 2014). Hal ini menyebabkan proses pembentukan bahan organik tanah yang terdapat di wilayah pesisir pantai tersebut akan terus menerus akumasi dari waktu ke waktu (Perdomo Trujillo et al., 2020).

Hutan mangrove juga merupakan wilayah yang selalu hijau dan toleransi terhadap salinitas dimana secara berkala terendam air laut yang diakibatkan pasang surut air laut yang terjadi di wilayah tropis dan sub tropis (Giri et al., 2015). Hutan mangrove memiliki peranan yang penting dalam penyediaan jasa ekologi dan sosial ekonomi (Estoque et al., 2018). Adanya hutan mangrove dapat terciptakan habitat bagi berbagai fauna darat dan menyediakan berbagai pasokan bagi masyarakat lokal (Shrestha et al., 2020). Selain itu adanya hutan mangrove dapat sebagai pelindung pantai dari bencana erosi dan banjir, sehingga adanya hutan mangrove dapat mengurangi dampak bencana alam yang merusak (Giri et al., 2007).

Manfaat yang banyak dari hutan mangrove, keberadaan hutan mangrove mengalami tekanan yang sangat besar baik dari dampak lingkungan alami yang merusak seperti kenaikan permukaan air laut, kekeringan Galeano et al., 2017; Han et al., 2018) dan dari aktivitas manusia yang dapat menurunkan produktivitas lahan hutan mangrove seperti deforestasi yang berlebihan, perubahan penggunaan lahan, dan reklamasi pantai (Krauss et al., 2014). Oleh karena itu, pemahaman tentang mekanisme umpan balik hutan mangrove dalam menanggapi dampak alam dan antropogenik menjadi sangat penting dalam pengawetan hutan mangrove.

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia, yang terletak di pesisir utara pulau Jawa. Kawasan pantai di sebelah timur kota merupakan kawasan Mangrove yang dijadikan kawasan tujuan wisata (McIntyre et al., 2006) (Surjanti et al., 2020). Kawasan Wonorejo merupakan salah satu kawasan hutan mangrove yang dijadikan kawasan tujuan wisata. Wilayah ini merupakan hutan tanaman mangrove dengan kerapatan tanaman yang masih tinggi dan alami. Adanya kegiatan wisata hutan mangrove dimungkinkan adanya intervensi manusia terhadap habitat mangrove, sehingga perlu dilakukan kajian yang mendalam tentang keberadaan tanaman mangrove sebagai penyangga karbon di wilayah kota Surabaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerapatan tanaman mangrove terhadap simpanan karbon dalam tanah dan karakteristik tanah yang muncul yang ditinjau dari garis pantai di wilayah hutan Mangrove Wonorejo Surabaya.

## **Bahan dan Metode**

Penelitian dilakukan di Kawasan Mangrove Wonorejo, Desa Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Wilayah penelitian terletak di 112o BT49' hingga 112o51' dan 7o18' hingga 17o191'. Penelitian dilakukan mulai bulan Juli hingga Agustus 2019. Penelitian dilakukan dengan survai lokasi penelitian dan pengambilan sampel berdasarkan 4 titik jarak dengan toleransi interval jarak 600-meter dari memotong tegak lurus garis pantai.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan lahan yang meliputi macam tanaman mangrove yang hidup di kawasan, jumlah dan kerapatan tanaman dengan cara pengamatan yang dilakukan pada titik sampel penelitian. Selain itu dilakukan juga kegiatan pengambilan sampel tanah baik secara utuh maupun tidak utuh.

Pengambilan sampel dilakukan pada lahan petak yang telah ditetapkan lokasinya dan digunakan metode kuadrat, dengan ukuran luasan 100 m<sup>2</sup> untuk dilakukan pengamatan ling-

kungan dan pengambilan sampel tanah. Pada pengambilan sampel tanah dilakukan hingga kedalaman 60 cm dengan pertimbangan kedalaman perakaran tanaman. Hasil pengambilan sampel tanah dilakukan uji tanah di laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, UPN Veteran Jawa Timur.

Pengamatan vegetasi tanaman mangrove pada tiap-tiap zona dilakukan analisis vegetasi dan dibedakan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman mangrove yaitu pohon bila tanaman mangrove mempunyai diameter batang lebih dari 10 cm, pancang bila tinggi tanaman mangrove lebih dari 1,5 m dan diameter batang kurang dari 10 cm; dan semai bila tinggi tanaman mangrove kurang dari 1,5 m. Untuk mengetahui keragaman spesies tanaman dan kelimpahan spesies tanaman di wilayah hutan mangrove digunakan metode indeks Simpson dan Shannon-Weiner.

Pengukuran sifat fisik tanah berupa Berat Isi tanah (gr cm<sup>-3</sup>) dengan metode gravimetri, sedangkan bahan organik (%) dengan Walkley-Black. Kedalaman permukaan tanah dilakukan secara langsung pada saat di lapangan. Untuk menentukan cadangan karbon tanah dilakukan dengan menggunakan metode mengukur cadangan karbon dalam tanah (Kalembasa and Jenkinson 1973) dengan rumus:

$$\text{CKT (Mg ha}^{-1}\text{)} = \text{BI (gr cm}^{-3}\text{)} \times \text{D (cm)} \times \text{C (\%)}$$

Di mana CKT adalah Cadangan karbon dalam tanah, BI adalah Berat isi tanah, D adalah kedalaman tanah dan C adalah Persentase C-organik dalam tanah.

## **Hasil dan Pembahasan**

### ***Pengamatan vegetasi di wilayah mangrove Wonorejo***

Hasil survai yang dilakukan di wilayah penelitian didapatkan bahwa tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah penelitian terdiri dari 4 species yang berasal dari 2 famili. Tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah penelitian adalah *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*. Berdasarkan zona penelitian yang telah ditetapkan didapatkan bahwa pada zona 1 (600 m) dan 2 (1.200 m) dari garis pantai didapatkan dominasi tanaman *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, sedangkan pada Zona 3 (1.800 m) dan 4 (2.400 m) dari garis pantai didominasi tanaman *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*.

Tanaman mangrove famili *Avecennia* lebih banyak tumbuh dikawasan dekat pantai Zona 1 dan 2 sedangkan tanaman mangrove famili *Rhizophora* banyak tumbuh pada Zona 3 dan 4. Hasil penelitian didapatkan bahwa tanaman mangrove famili *Avecennia* dapat hidup dengan baik pada wilayah yang tergenang air laut dibandingkan pada tanaman mangrove famili *Rhizophora*, hal ini menunjukkan bahwa tanaman famili *Avecennia* lebih tahan terhadap tekanan air laut dibandingkan tanaman famili *Rhozophora*. Menurut (Hutahuhean, Kusmana, and Dewi 1999) bahwa tanaman Mangrove famili *Avecennia* mempunyai habitat hidup pada toleransi salinitas yang lebih tinggi dibandingkan tanaman Mangrove *Rhizopra*, sehingga tanaman Mangrove *Avecennia* banyak digunakan sebagai tanaman pelindung pantai dari arus air laut.

### ***Keragaman tanaman mangrove di wilayah penelitian***

Pengamatan vegetasi tanaman mangrove pada di wilayah penelitian dilakukan analisis vegetasi dan dibedakan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman mangrove berupa pohon, pancang dan senai. Hasil analisis keragaman keragaman spesies tanaman mangrove ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis keragaman tanaman Mangrove berdasarkan fase pertumbuhan

Vegetasi	Jumlah Mangrove (indv/ha)		
	Pohon	Pancang	Senai
<i>Avicennia alba</i>	6.175	3.478	1.250
<i>A. marina</i>	4.725	1.225	475
<i>Rhizophora mucronata</i>	4.700	10.850	1.900
<i>Rhizophora apiculata</i>	1.200	19.053	550
<b>Jumlah</b>	<b>16.800</b>	<b>34.605</b>	<b>4.175</b>
<i>Indeks Simpson</i>	0,70	0,59	1,00
<i>Indeks Shannon-Weiner</i>	1,27	1,04	1,23

Kompleksitas dan keragaman tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya dilakukan analisis Indeks Simpson, yaitu analisis yang digunakan untuk mengetahui kompleksitas populasi yang ada di suatu wilayah, dan analisis indeks Shannon-Weiner, yang digunakan untuk menunjukkan keragaman tanaman mangrove yang ada di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1 didapatkan bahwa pada fase pertumbuhan senai mempunyai proporsi populasi yang tinggi, ini berarti bahwa tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah Wonorejo tidak hanya didominasi jenis tanaman fase besar (pohon dan pancang), tetapi fase pertumbuhan awal juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Sedangkan keragaman tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah penelitian tidak menunjukkan keragaman yang tinggi, hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan populasi tanaman mangrove yang homogen pada wilayah tertentu. Menurut (Fatawi 2007) bahwa suatu lingkungan yang heterogen organisme yang hidup di suatu wilayah, maka wilayah tersebut menunjukkan tingkat keanekaragaman organisme yang tinggi.

#### **Karapatan tanaman mangrove di berbagai zona**

Keberadaan tanaman Mangrove ditinjau dari jarak pantai, menunjukkan bahwa tanaman pada zona tertentu hanya didominasi dengan tanaman mangrove famili tertentu. Indeks Nilai Penting (INP) merupakan suatu parameter yang menunjukkan bahwa keberadaan suatu spesies di tempat tersebut berpengaruh besar terhadap ekosistem yang ada di wilayah tersebut. Nilai penting juga menggambarkan keberadaan spesies yang paling mendominasi di wilayah tersebut.

Tabel 2. Analisis keragaman tanaman Mangrove berdasarkan fase pertumbuhan

Zona	Vegetasi	Jumlah Mangrove (indv/ha)		
		Total	kerapatan	INP
1	<i>Avicennia alba</i>	2.925	0,29	182,5
	<i>Avicennia marina</i>	725	0,07	117,5
2	<i>Avicennia alba</i>	3.250	0,33	153,6
	<i>Avicennia marina</i>	4.000	0,40	146,4
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	1.850	0,19	193,7
	<i>Rhizophora apiculata</i>	450	0,05	106,3
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	2.850	0,29	186,4
	<i>Rhizophora apiculata</i>	750	0,08	113,6

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman mangrove yang tumbuh di wilayah Wonorejo mempunyai kerapatan yang rendah di semua zona (dibawah 0,5) sedangkan nilai indeks penting sebagai

parameter heterogen tumbuhan yang hidup di wilayah Wonorejo juga menunjukkan tingkatan yang sedang (dibawah 200). Nilai keragaman yang demikian menunjukkan bahwa organisme yang hidup di wilayah hutan Wonorejo belum tinggi organisme baik kuantitas dan kualitas yang hidup di wilayah tersebut. (Monge-Nájera 2008) mengemukakan bahwa hubungan timbal balik antara organisme yang hidup dengan lingkungannya sangat penting dalam menentukan distribusi sebaran organisme yang hidup di wilayah tersebut.

### **Karakteristik sifat tanah di berbagai zona**

Karakteristik tanah di suatu wilayah dapat diketahui dengan mengukur sifat fisik dan kimia tanah. Karakteristik tanah dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan lingkungan tersebut apakah sesuai dengan organisme yang hidup di wilayah itu. Data karakteristik sifat tanah ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik tanah di berbagai zona wilayah penelitian

Zona	Tekstur	BI g cm <sup>-3</sup>	pH	EC mS	Redoks mV	C-organik %
1	Debu	0,98	7,89	23,7	-45,75	2,15
2	Lempung berdebu	1,06	8,23	18,9	-46,75	2,28
3	Debu	0,84	8,17	20,7	-54,5	2,07
4	Debu	0,94	8,02	23,2	-52,25	1,86

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif fraksi pasir, debu dan liat. Hasil analisa tekstur didapatkan bahwa wilayah Hutan Mangrove Wonorejo mempunyai kelas tekstur Debu hingga Lempung berdebu. Pada kelas tekstur debu dan lempung berdebu, fraksi debu dan pasir sangat mendominasi dalam tanah tersebut. Dominasi fraksi debu dan pasir yang tinggi menunjukkan bahwa di wilayah penelitian proses sedimentasi sangat tinggi, hal ini dimungkinkan adanya tanaman mangrove di wilayah penelitian memberikan dampak pengaruh pada proses pengendapan fraksi tanah. Menurut (Noor et al., 1999), tanaman mangrove mempunyai perakaran yang dapat mengikat sedimen, sehingga adanya tanaman mangrove di wilayah penelitian dapat mempercepat proses pembentukan tanah.

Berat isi (Bulk Density) tanah adalah perbandingan berat isi tanah pada kondisi kering oven dengan per satuan volume tanah. Pada pengukuran berat isi tanah, didapatkan hampir semua wilayah penelitian mempunyai nilai yang rendah kurang dari 1 g cm<sup>-3</sup>. Nilai berat isi yang rendah disebabkan adanya dampak pengaruh dari tingginya kandungan bahan organik dalam tanah di wilayah penelitian. Keberadaan bahan organik tanah yang tinggi akan berpengaruh pada penurunan berat isi tanah. Adanya bahan organik menyebabkan ruang pori tanah, semakin tinggi bahan organik menjadikan meningkatnya persentase ruang pori dalam tanah. Peningkatan ruang pori dalam tanah menunjukkan nilai berat isi yang menurun (Damayanti, 2012).

Karakteristik sifat kimia tanah yang terukur pada kemasaman tanah (pH), daya hantar listrik (EC) dan nilai reduksi-oksidasi tanah (Redoks) menunjukkan bahwa wilayah penelitian merupakan hamparan pesisir pantai yang masih dipengaruhi air laut, namun dampak pengaruh air laut sudah mengalami penurunan. Menurut (Bonita, 2015) besarnya nilai daya hantar listrik antara 20 – 35 mS merupakan wilayah yang mempunyai nilai salin yang tinggi dan air tanah di wilayah tersebut bersifat payau.

### **Cadangan karbon tanah di berbagai zona**

Cadangan karbon dalam tanah merupakan simpanan karbon yang terdapat dalam tanah di suatu wilayah pada kedalaman tertentu. Cadangan karbon dapat digunakan apakah lahan tersebut

mengalami degradasi atau tidak dengan adanya perubahan penggunaan lahan. Hasil perhitungan cadangan karbon dalam tanah di berbagai zona disajikan Tabel 4.

Tabel 4. hasil pengukuran cadangan karbon tanah di berbagai zona wilayah penelitian

Zona	BI g cm <sup>-3</sup>	C-organik %	Kedalaman cm	CKT Mg Ha <sup>-1</sup>
1	0,98	2,15	60	1,25
2	1,06	2,28	60	1,45
3	0,84	2,07	60	1,04
4	0,94	1,86	60	1,04

Hasil pengukuran cadangan karbon dalam tanah pada kedalaman 60 didapatkan kisaran antara 1,04 hingga 1,25 Mg ha<sup>-1</sup>. Berdasarkan zona, tampak bahwa wilayah dekat pantai (Zona 1 dan 2) mempunyai cadangan karbon dalam tanah yang lebih tinggi dibanding wilayah jauh dari pantai (Zona 3 dan 4). Meningkatnya cadangan karbon dalam tanah di wilayah perairan dekat pantai menunjukkan bahwa tanaman mangrove mampu meningkatkan proses sedimentasi di wilayah mangrove. Menurut Bonita (2015) aliran sungai banyak mengandung bahan organik yang berasal dari aktivitas di daratan seperti pemupukan, budidaya tambak dan pertanian, industri maupun aktivitas rumah tangga yang masuk dalam aliran sungai. Lebih lanjut dikatakan oleh (McIntyre et al., 2006), bahwa wilayah hutan mangrove merupakan muara sungai yang sangat kaya akan bahan organik, bahan organik dalam aliran sungai mengalami proses pengendapan dan dipercepat adanya tanaman mangrove, sehingga wilayahmuara sungai tersebut kaya akan bahan organik.

## Kesimpulan

Hasil penelitian yang dilakukan di wilayah Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya didapatkan bahwa:

1. Tanaman Mangrove famili *Avicennia* mendominasi wilayah dekat pantai (Zona 1 dan 2)
2. Keragaman tumbuh tanaman Mangrove pada tiap lahan kategori rendah, sedangkan pada keseluruhan zona keragaman tanaman mangrove pada tingkatan rendah
3. Cadangan karbon dalam tanah pada wilayah dekat pantai (zona 1 dan 2) lebih tinggi dibanding jauh dari pantai (Zona 3 dan 4)

## Referensi

- Bonita, M. K. (2015). Analisis perbedaan faktor habitat mangrove alam dengan mangrove rehabilitasi di Teluk Sepi Desa Buwun Mas Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 6–12.
- Damayanti, A. S. (2012). Beberapa sifat fisika kimia tanah yang berpengaruh terhadap model kecepatan infiltrasi pada tegakan mahoni. *Berkala Penelitian Hayati*, 17, 185–91.
- Estoque, R. C., Pontius Jr, R. G., Hou, H., Thapa, R. B., Lasco, R. D., & Villar, M. A. (2018). Simultaneous comparison and assessment of eight remotely sensed maps of philippine forests. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 67, 123–34. Retrieved (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243417302271>).
- Fatawi, Z. (2007). *Studi keanekaragaman serangga tanah (epifana) pada berbagai ketinggian di Lereng Gunung Ijen Kabupaten Banyuwangi*. Universitas Negeri Malang.
- Galeano, A., Urrego, L. E., Botero, V., & Bernal, G. (2017). Events in a Colombian caribbean island. *Wetlands Ecology and Management* (April).
- Giri, C., Long, J., Abbas, S., Murali, R. M., Qomer, F. M., Pengra, B., & Thau, D. (2015). Distribution and Dynamics of Mangrove Forests of South Asia. *Journal of Environmental Management*, xxx(2014), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.01.020>
- Giri, C., Pengra, B., Zhu, Z., Singh, A., & Tieszen, L. L. (2007). Monitoring mangrove forest dynamics of the sundarbans in bangladesh and india using multi-temporal satellite data from 1973 to 2000. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73, 91–100.
- Han, X., Feng, L., Hu, C., & Kramer, P. (2018). Hurricane-induced changes in the everglades national park mangrove forest: landsat observations between 1985 and 2017. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 123(11), 3470–88. <https://doi.org/10.1029/2018JG004501>
- Haris, A. A., Chhabra, V., & Biswas, S. (2018). Carbon Sequestration for Mitigation of Climate Change – A Review Carbon Sequestration for Mitigation of Climate Change – A Review. *Agricultural Reviews*, 34(2), 129-136.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., Pidgeon, E. .. eds. (2014). *Coastal Blue Carbon*. International Union for Conservation of Nature (IUCN). Retrieved ([https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BMurdiyarso1401.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BMurdiyarso1401.pdf)).
- Hutahuhean, Eben E., Cecep Kusmana, and Helmi ratna Dewi. 1999. "Studi Kemampuan Tumbuh Anakan Mangrove *Avicennia Marina* Pada Berbagai Tingkat Salinitas (Study on Growth Capability of Mangrove Forest Seedling of *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera*

- Gimnorhiza and Avicennia Marina Species on Various Levels of Salinity)." *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* V(1):77–85.
- Kalembasa, Stanislaw J. and David S. Jenkinson. 1973. "A Comparative Study of Titrimetric and Gravimetric Methods for the Determination of Organic Carbon in Soil." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 24(9):1085–90. Retrieved (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740240910>).
- Krauss, K. W. et al. (2014). *Tansley review how mangrove forests adjust to rising sea level*. 19–34.
- McIntyre, N., Williams, D. R., & McHugh, K. E. (2006). 20 Multiple dwelling: Prospect and retrospect. *Multiple Dwelling and Tourism: Negotiating Place, Home and Identity*, 313.
- Monge-Nájera, J. (2008). Ecological biogeography: A review with emphasis on conservation and the neutral model. *Ecological Biogeography*, 72(1), 102–12.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. (1999). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. PKA/WI-IP (Wetlands International-Indonesia Programme).
- Pendleton, L., Donato, D. C., Murray, B. C., Crooks, S., Jenkins, W. A., Sifleet, S., Craft, C., Fourqurean, J. W., Kauffman, J. B., Marba, N., Megonigal, P., Pidgeon, E., Herr, D., Gordon, D., & Baldera, A. (2012). Estimating Global "Blue Carbon" Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *Plos One*, 7(9), 145-150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>
- Perdomo Trujillo, L. V., Mancera-Pineda, J. E., Medina-Calderon, J. H., Zimmer, M., & Schnetter, M. L. (2020). Massive loss of aboveground biomass and its effect on sediment organic carbon concentration: less mangrove, more carbon?" *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 106888. Retrieved (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771419312053>).
- Shrestha, S., Miranda, I., Kumar, A., & Pardo, M. L. E. (2020). Identifying and forecasting potential biophysical risk areas within a tropical mangrove ecosystem using multi-sensor data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 74, 281-294. doi: [10.1016/j.jag.2018.09.017](https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.09.017)
- Surjanti, J., Soejoto, A., & Nugroho, D. (2020). Social sciences & humanities open mangrove forest ecotourism : Participatory ecological learning and sustainability of students ' behavior through self-ef fi cacy and self-concept. *Social Sciences & Humanities Open*, 2(1), 100009. Retrieved (<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2019.100009>).