

**Analisis Vegetasi dan Estimasi Karbon Tersimpan pada Zona Pulau Mangrove
Kawasan Ekowisata Mangrove Petengoran di Desa Gebang, Lampung**

**Vegetation Analysis and Carbon Stock Estimation of Mangrove Island on Mangrove
Ecotourism in Gebang Village, Lampung**

Eti Artiningsih Octaviani^{1*}, Nurika Arum Sari¹
Program Studi Rekayasa Kehutanan, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri,
Institut Teknologi Sumatera, Lampung, 35365
Email: eti.octaviani@rh.itera.ac.id

ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki peranan penting dalam penurunan efek pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis vegetasi dan mengestimasi simpanan karbon pada tegakan mangrove di blok Pulau Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Petengoran, Desa Gebang, Lampung. Metode analisis vegetasi hutan yang digunakan yaitu metode jalur berpetak. Jalur dan petak diambil secara sistematis dengan petak pengamatan pohon dibuat berukuran 20 m x 20 m. Estimasi karbon dilakukan dengan metode non-destructive sampling dengan penggunaan rumus allometric untuk *R. apiculata* $\log BBA = -1,315 + 2,614 \log D$. Hasil penelitian didapatkan bahwa zona pulau mangrove didominasi oleh vegetasi *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan jenis sebesar 325 ind/Ha. Lokasi penelitian memiliki tekstur tanah silty clay loam dengan kisaran suhu 25°C-32°C sangat sesuai dengan vegetasi *R. apiculata*. Estimasi karbon yang tersimpan di dalam vegetasi diperoleh dari 46% biomassa tegakan *R. apiculata* yaitu sebesar 86,283 ton C/Ha.

Kata Kunci : Biomassa, Karbon, Mangrove, Petengoran, Vegetasi

ABSTRACT

Mangrove forests have an important role in reducing the effects of global warming. This study aims to analyze vegetation and estimate carbon stock in mangrove stands in the Mangrove Island of Petengoran Mangrove Ecotourism Area, Gebang Village, Lampung. The forest vegetation analysis method used is the plotted path method. Paths and plots were taken systematically with tree observation plots made measuring 20 m x 20 m. Carbon estimation was carried out by non-destructive sampling method using the allometric formula for *Rhizophora apiculata* $\log BBA = -1.315 + 2.614 \log D$. The results showed that the mangrove island zone was dominated by *Rhizophora apiculata* vegetation with a density of 325 ind/Ha. The research location has a silty clay loam soil texture with a temperature range of 25°C-32°C which is very suitable for the vegetation of *R. apiculata*. The estimated carbon stored in the vegetation was obtained from 46% of the standing biomass of *R. apiculata*, which was 86,283 tons C/Ha.

Keywords: Biomass, Carbon, Mangroves, Petengoran, Vegetation

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan salah satu tipe vegetasi hutan di Indonesia. Luasan mangrove di Indonesia sebesar 3.364.076 Ha berdasarkan Peta Mangrove Nasional yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021). Mangrove tersebut dikategorikan berdasarkan tutupan tajuknya menjadi mangrove lebat (>70%), mangrove sedang (30%-70%), dan mangrove jarang (<30%). Mangrove yang berada di Provinsi Lampung termasuk kategori mangrove lebat (KKP 2021). Luasan mangrove Lampung lebih kecil dibandingkan wilayah Pulau Sumatera yang lainnya. Sebaran mangrove di Lampung berada di sepanjang 896 km dari total panjang pantai sepanjang 1.105 km dan berada di luar kawasan hutan. Ancaman yang mempengaruhi kondisi mangrove Lampung adalah adanya perubahan tutupan/alih fungsi mangrove menjadi areal tambak. Penelitian Yuliasamaya et al. (2014) menemukan bahwa sebesar 3.059,23 Ha areal mangrove berkurang pada kurun waktu 2004-2013. Alih fungsi hutan mangrove menjadi lahan tambak diawali tahun 1977-1990 karena peningkatan harga udang dunia dan adanya kelembaman dalam organisasi pemerintah maka pemberian ijin pembukaan udang tradisional dengan menebang hutan mangrove mulai dilakukan (Kustanti et al. 2014). Oleh karena itu, terjadi kerusakan hutan mangrove di Indonesia sehingga sangat penting bagi seluruh lapisan masyarakat untuk bekerjasama melestarikannya. Hal ini juga dikarenakan banyaknya manfaat dan peranan mangrove dalam bidang lingkungan, ekonomi, dan sosial masyarakat yang perlu dipertimbangkan.

Hutan mangrove memiliki peranan penting dalam mitigasi perubahan iklim global. Salah satu perannya yaitu dalam penyimpanan karbon (CO₂). Karbon dimanfaatkan dalam fotosintesis dan

tersimpan dalam bentuk biomassa tegakan dan serasah yang dihasilkan (Ati et al. 2014; Rachmawati et al. 2014). Simpanan karbon yang terdapat di hutan mangrove lebih besar dibandingkan tipe hutan lainnya (Donato et al. 2011; Kauffman et al. 2012). Ekosistem vegetasi mangrove di Indonesia berpotensi menyerap CO₂ sebesar 167 Mton/tahun (McLeod et al. 2011). Selain itu, menurut Maiti dan Chowdhury (2013), mangrove berperan sebagai penyerap karbon dari atmosfer yang efektif dengan jumlah yang lebih tinggi (daripada jenis hutan non bakau lainnya) yaitu ± berjumlah 100 ton CO₂ per hektar (Ha). Selain dalam bentuk biomassa tegakan, karbon juga tersimpan di dalam sedimen yang berasal dari dekomposisi daun dan ranting mangrove oleh mikroorganisme yang jatuh ke bawah tegakan mangrove (Susiana 2011). Besarnya simpanan karbon berbanding lurus dengan biomassa tegakan mangrove.

Penelitian ini dilaksanakan di hutan mangrove Petengoran terletak di Desa Gebang, Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran. Lokasi ini juga merupakan destinasi ekowisata yang relatif baru. Restorasi mangrove Petengoran mulai dilakukan pada tahun 1980 yang dilatarbelakangi terjadinya wabah malaria. Salah satu penyebab wabah diduga karena kerusakan hutan mangrove yang kondisinya hanya menyisakan perakaran mangrove sehingga musuh alami tidak dapat berkembang baik. Hal ini juga dinyatakan oleh Putra AK (2015) bahwa ekosistem mangrove merupakan salah satu faktor imunitas dari wabah malaria. Salah satu upaya menjaga kelestariannya, kelompok pelestari membangun jalur sepanjang 500 m untuk memudahkan pembersihan sampah. Hutan mangrove Petengoran memiliki luas sekitar 5 Ha (yang dikelola BUMDes) dan terbagi atas beberapa zonasi. Komposisi hutan mangrove Petengoran terdiri atas 5 jenis tanaman bakau yaitu *Avicennia alba*,

Hibiscus tiliaceus, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora stylosa* (Musbihatin A. 2020).

Penelitian bertujuan untuk menganalisis vegetasi hutan, estimasi kandungan biomassa dan karbon di hutan mangrove Petengoran terutama di zona pulau mangrove. Zona pulau mangrove merupakan zonasi hutan mangrove petengoran yang memiliki luasan terkecil yaitu kurang dari 0,1 Ha. Komposisi mangrove pada lokasi ini didominasi oleh jenis *R. apiculata*. Pengambilan data vegetasi dan estimasi simpanan karbon pada lokasi ini sangat penting sebagai data pendukung keberadaan hutan mangrove Petengoran sebagai sistem penyokong kualitas lingkungan serta menjadi kajian awal pendugaan/estimasi simpanan karbon di kawasan ekowisata mangrove Petengoran.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2021 bertempat di Hutan Mangrove Petengoran Desa Gebang Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali tambang, kompas, pita meter, kantong plastik, timbangan digital, *tallysheet*, alat tulis, kalkulator, dan kamera. Bahan yang digunakan yaitu hutan mangrove Petengoran blok Pulau Mangrove. Pengambilan sampel di lokasi penelitian dilakukan dengan metode jalur berpetak (Indriyanto, 2006). Jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis. Petak pengamatan dibuat berukuran 20 m x 20 m. Jalur dibagi atas 3 rintisan, setiap jalur terdiri atas 3 plot berukuran 20 m x 20 m. Pengukuran batang hanya dilakukan pada batang yang berdiameter ≥ 5 cm (pancang dan pohon).

Parameter analisis vegetasi yang diukur adalah diameter dan tinggi pohon. Analisis vegetasi juga didukung dengan

adanya pengukuran karakteristik biofisik meliputi sifat fisik tanah, sifat kimia tanah, suhu, dan kelembaban. Selanjutnya dilakukan estimasi karbon tersimpan yang dihitung berdasarkan metode *non-destructive sampling* dengan penggunaan rumus allometrik untuk *R. apiculata* $\log BBA = -1,315 + 2,614 \log D$ (Krisnawati et al. 2012, modifikasi Amira 2008).

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Hutan Mangrove Petengoran

Zona pulau mangrove petengoran memiliki tekstur silty clay loam dengan struktur lempung (Tabel 1). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kusmahadi (2008) bahwa sifat tanah mangrove bekas rehabilitasi yaitu mudah melumpur waktu basah dan mengeras dalam kondisi kering. Hasil penelitian Kusmana et al. (2003); Dewi SK dan Ratna (2017) juga menyatakan jenis *Rhizophora sp.* dapat tumbuh dengan keadaan tekstur tanah lempung berpasir. Blok pengamatan kawasan hutan mangrove Petengoran yang keadaan tekstur tanahnya rata-rata lempung berliat masih termasuk ke dalam range kadar lempung yang baik untuk pertumbuhan *Rhizophora apiculata* yang mendominasi seluruh blok pengamatan.

Warna tanah yang diamati pada lokasi yaitu abu-abu kehitaman (*very dark grey*). Hasil ini sejalan dengan penelitian Azis et al. (2017) yaitu pada pengamatan warna tanah di daerah Parigi, Sulawesi Tengah. Warna tanah tidak berpengaruh langsung pada tanaman, namun berperan sebagai indikator bagi sifat tanah lainnya meliputi kelembaban tanah, temperature tanah, dan kandungan bahan organik. Semakin gelap warna tanah, maka semakin banyak pula kandungan bahan organiknya. Bahan organik mencerminkan pula sifat tanah lain dan berpengaruh dalam pembentukan agregat yang menentukan kestabilan tanah (Hanafiah 2008; Dika 2011; Tolaka et al. 2013).

Hasil identifikasi warna tanah yang cenderung gelap menandakan bahwa kandungan bahan organik masih cukup untuk pertumbuhan tanaman (Mahmud et al. 2014).

Tabel 1. Karakteristik biofisik zona pulau mangrove Petengoran

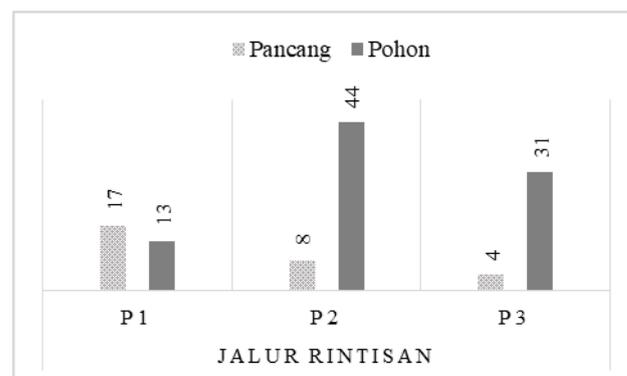
Parameter	Jalur Rintisan		
	P1	P2	P3
Sifat fisik tanah			
a. Tekstur	Silty clay loam	Silty clay loam	Silty clay loam
b. Struktur	Lempun g	Lempun g	Lempun g
c. Warna	5 YR 3/3	5 YR 3/1	5 YR 3/1
d. Kematangan tanah	Rendah	Rendah	Rendah
Sifat kimia tanah			
a. pH	7,8	7,48	6,8
b. KTK	Rendah	Rendah	Rendah
Iklim mikro			
a. RH	90% - 95%	75% - 91%	64,7% - 95%
b. Suhu (T)	27° - 32°C	25° - 30°C	28° - 31°C

Pengamatan terhadap suhu lokasi pengamatan sebesar 25°-32° C sesuai dengan penelitian Ariani et al. (2016). Parameter pH berkisar 6,8-7,8 juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ariani et al. (2016) yang menyatakan bahwa pH tanah mangrove di Desa Tajun berada dalam kisaran 6,5-8,5. Kisaran ph

tersebut sesuai untuk pertumbuhan vegetasi mangrove (Fajar 2013; Ariani et al. 2016). Menurut Setyawan (2002), tanah mangrove bersifat netral hingga agak asam karena aktivitas bakteri dan sedimentasi tanah lempung. Kadar pH akan meningkat bila terdapat aktivitas dekomposisi serasah yang tinggi oleh mikroorganisme sedangkan dekomposisi serasah merupakan salah satu siklus karbon. Oleh karenanya, dapat dinyatakan terdapat juga korelasi antara pH dan bahan organik pada simpanan karbon sesuai hasil penelitian Rusdiana dan Rinal SL (2012). Zona pulau mangrove yang diamati masih tergolong tanaman muda sehingga hanya sedikit serasah yang dihasilkan dan berpengaruh pada nilai KTK yang tergolong rendah. Nilai KTK sangat dipengaruhi oleh kontribusi bahan organik yang telah terdekomposisi pada lapisan tanah mangrove (Dewi SK dan Ratna 2017).

Hasil analisis vegetasi zona pulau mangrove Petengoran

Hasil analisis vegetasi pada lokasi pengamatan dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah tanaman *R. apiculata* pada jalur rintisan

Vegetasi mangrove petengoran terbagi atas beberapa zonasi di sepanjang jalur ekowisatanya. Lokasi pengamatan pada penelitian ini terdapat pada zonasi Pulau mangrove karena letaknya yang terpisah dan belum terjangkau jalur ekowisata. Zonasi pulau mangrove hanya

terdiri dari vegetasi *R. apiculata* pada keseluruhan luasannya. Jumlah vegetasi yang diamati pada ketiga jalur ditemukan sebanyak 29 habitus pancang dan 88 habitus pohon (Gambar 1). Dominasi ini menyebabkan nilai INP *R. apiculata* menjadi mutlak. Jenis *R. apiculata* memiliki tingkat dominasi yang tinggi di kawasan mangrove di Indonesia (Noor et al. 2007; Ariani et al. 2016). Dominansi *R. apiculata* pada lokasi blok pengamatan tersebut yang didukung pula dengan kesesuaian tempat tumbuhnya. Blok pengamatan yang berombak ringan sangat sesuai dengan habitat *R. apiculata* (Kusmana et al. 2008). Selain kesesuaian lokasi, *R. apiculata* terbukti memiliki kemampuan beradaptasi dan mempertahankan hidup lebih tinggi dibandingkan jenis mangrove lainnya sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ariani et al. (2016). Meskipun dari segi pertumbuhan tinggi, diameter dan jumlah daun, *R. apiculata* memiliki kemampuan pertumbuhan lebih rendah dibandingkan *R. mucronata* yang ditemukan sepanjang jalur ekowisata (Primantara et al. 2019).

Estimasi karbon tersimpan

Hasil karbon tersimpan pada tegakan zona pulau mangrove di Desa Gebang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi karbon tersimpan zona pulau Mangrove Petengoran

Jalur Rintisan	Rata-rata Diameter (cm)	Kera pata n jenis (ind/Ha)	Biomassa (ton/Ha)	Estimasi karbon tersimpan (ton C/Ha)
P1	10,7	250	121,0	55,70

	8	95	4	
P2	14,4 29	433, 333	245,4 26	112,8 96
P3	14,0 75	291, 667	195,9 04	90,11 6
Rata-rata	13,0 95	325	187,4 75	86,23 8
Jumlah		975	562,4 25	258,7 15

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata estimasi karbon tersimpan pada zona pulau mangrove Petengoran sebesar 258,715 ton C/Ha dengan kondisi rata-rata diameter pohon yaitu 13,095 cm. Jalur rintisan P2 memiliki estimasi karbon tersimpan yang terbesar yaitu sebesar 112,896 ton C/Ha dikarenakan memiliki rata-rata diameter dan kerapatan jenis tertinggi dibandingkan kedua jalur lainnya. Sedangkan estimasi karbon terendah didapatkan pada jalur rintisan P1 sebesar 55,704 ton C/Ha dengan rata-rata diameter 10,780 cm dan kerapatan jenis sebesar 250 ind/Ha. Hasil estimasi ini menunjukkan bahwa kerapatan jenis dan ukuran diameter berbanding lurus dengan biomassa dan estimasi karbon tersimpan. Hal ini sesuai dengan penelitian Prakoso et al. dan Syukri (2017) yang menyatakan bahwa keterkaitan antara variable kerapatan mangrove dan kandungan karbon memiliki korelasi yang kuat pada setiap stasiun penelitian. Semakin besar diameter menunjukkan bahwa semakin tinggi aktivitas fotosintesis yang didalamnya membutuhkan serapan karbon (Windarni et al. 2018). Menurut Kusmana (2002) menyatakan tegakan mangrove memiliki biomassa tegakan pada kisaran 62,9-398,8 ton/ha. Oleh karena itu, pada zona pulau mangrove petengoran memiliki biomassa sedang yaitu sebesar 187,475 ton/ha.

Estimasi karbon tersimpan pada zona pulau mangrove Petengoran sebesar 86,235 ton C/Ha lebih rendah dibandingkan karbon tersimpan di Taman Nasional Alas Purwo sebesar 108,61 ton C/Ha (Heriyanto dan Subiandono 2012), Pulau Kemujan Taman Nasional Karimun Jawa sebesar 91,2 ton C/Ha (Cahyaningrum et al. 2014), dan kawasan konservasi mangrove Desa Bedono sebesar 126,75 ton C/Ha (Prakoso et al. 2017). Hal ini diduga karena adanya perbedaan umur tegakan yaitu tegakan mangrove Petengoran lebih muda dibandingkan ketiga wilayah lainnya. Namun, hasil estimasi karbon tersimpan pada mangrove Petengoran sebesar 86,283 ton C/Ha menunjukkan bahwa tegakan tersebut mampu menyerap karbon dengan cukup baik.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona pulau mangrove Petengoran didominasi jenis *R. apiculata* dengan kerapatan jenisnya sebesar 325 individu/ha. Jumlah tegakan pada ketiga jalur rintisan yaitu sebanyak 29 habitus pancang dan 88 habitus pohon dengan rata-rata diameter sebesar 13,095 cm. Estimasi karbon tersimpan yang dihitung dengan model allometric menunjukkan bahwa zona pulau mangrove Petengoran memiliki karbon tersimpan sebesar 86,283 ton c/Ha. Jumlah karbon tersimpan tersebut memperlihatkan bahwa kemampuan lokasi mangrove Petengoran memiliki kemampuan menyerap karbon yang tergolong cukup baik.

Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan terima kasih terutama kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan. Juga kepada keluarga dan rekan-rekan dosen Rekayasa

Kehutanan ITERA yang telah memberikan dukungannya setelah sekian lama terjeda menulis ilmiah. Terima kasih juga kepada para mahasiswa saya yang menjadi semangat dalam terus meningkatkan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, E., Ruslan, M., Kurnain, A., Kissinger. 2016. Analisis potensi simpanan karbon hutan mangrove di area PT. Indocement Tunggal Prakarsa, TBK P12 Tarjun. *EnviroScienteeae*. Vol 12(3):312-329.
- Ati, R.N.A., Rustam, A., Kepel, T.L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., Mangindaan, P., Salim, H.L. & Hutahaeen, A.A. 2014. Stok karbon dan struktur komunitas mangrove sebagai blue carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2):98-171.
- Azis Ramli, I Nengah Korja, Bau Toknok. 2017. Kondisi Fisik Tanah Hutan Mangrove di Desa Dolago, Kecamatan Parigi Selatan, Kabupaten Parigi Moutong. *Warta Rimba*, 5(1):37-42.
- Cahyaningrum, S. T., Hartoko A. dan Suryanti. 2014. Biomassa karbon mangrove pada kawasan mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimun Jawa. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3: 34 - 42.
- Dewi SK dan Ratna H. 2017. Kondisi tanah dalam kawasan mangrove di desa Nusapati Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(2):177-182.
- Donato, C. D., Kauffman, J., Murdiyarso, B., Kurnianto, S., Stidham, M dan Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests

- in the tropics. *Nature Geoscience*(4): 293 - 297.
- Fajar. 2013. Studi Kesesuaian Jenis Untuk Perencanaan Rehabilitasi Ekosistem Mangrove di Desa Wawatu Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 3(12).
- Hanafiah AK. 2008. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Perkasa.
- Heriyanto, N. M. dan E. Subiandono. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 9(1): 23-32
- Indriyanto.2006. *Ekologi Hutan*. Buku. Jakarta: Bumi Aksara. 210p.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). Protocols for the Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. Bogor: CIFOR.
- KKP[Kementerian Kelautan dan Perikanan]. 2021. Peta Mangrove Nasional. <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/4284-kondisi-mangrove-di-indonesia>. Diakses November 2022.
- Krisnawati H, Adinugroho WC, Imanuddin R. 2012. Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi-Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup.
- Kusmana CS, Wilarso, Iwan Hilwan. P Pamoengkas, Cahyo Wibowo, Tatang T, Triswanto, Yunasfi dan Hamzah. 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Kusmana, C. 2002. *Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jakarta, 6-7 Agustus 2002. 6 - 9p.
- Kustanti. A., Nugroho, B., Nurrochmat D. R. dan Yosuke, O. 2014. Evolusi hak kepemilikan dalam pengelolaan ekosistem hutan mangrove di Lampung Mangrove Center. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(3) : 143 - 158.
- Mahmud, Wardah, Toknok B. 2014. Sifat Fisik Tanah di Bawah Tegakan Mangrove di Desa Tumpapa, Kecamatan Balinggi, Kabupaten Parigi Moutong. *Warta Rimba* 2(1).
- Maiti, S. K. and A. Chowdhury. 2013. Effects of Anthropogenic Pollution on Mangrove Biodiversity: A Review., *Journal of Environment Protection*, 4(12):1428-1434.
- Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H., and Silliman, B.R. 2011. A blueprint for blue carbon: Towards an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(10): 552–560.
- Musbihatin A. 2020. Keanekaragaman Mangrove di Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Petengoran, Gebang, Teluk Pandan, Pesawaran. Skripsi. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Skripsi. UIN Raden Inten: Lampung.

- Noor, R., M. Khazali, dan I. N. N. Suryadiputra. 2007. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PAK/WI-I
- Prakoso TB, Norma A, Djoko S. 2017. Biomassa Kandungan Karbon dan Serapan CO₂ pada Tegakan Mangrove di Kawasan konservasi mangrove Bedono, Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 6(2):156-163.
- Primantara IKI, AA Ketut Darmadi, I Ketut Ginantra. 2019. Pertumbuhan Beberapa Jenis Bibit Tanaman Mangrove sebagai Bibit Siap Tanam di Balai Karhutla Jawa Bali Nusa Tenggara. *Simbiosis VII*(1):6-10.
- Putra, A. K. 2015. Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: Studi Di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 3(2): 67 - 78.
- Rachmawati, D., Setyobudiandi, I., & Hilmi, E. 2014. Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah pesisir muara gembong Kabupaten Bekasi. *Omni-Akuatika*, 10(2)85-91. DOI : 10.20884/1.oa.2014. 10.2.22
- Rusdiana O dan Rinal SL. 2012. Pendugaan Korelasi Antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (Carbon Stock) Pada Hutan Sekunder. *Jurnal Silviculture Tropika*, 3(1):14–21.
- Susiana. 2011. Diversitas dan kerapatan mangrove, gastropoda dan bivalvia di Estuari Perancak, Bali. Skripsi. Program Studi Manajemen Suberdaya Perairan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Syukri M. 2017. Estimasi Cadangan Karbon Vegetasi Mangrove Hubungannya dengan Tutupan Kanopi di Ampallas, Kelurahan Bebanga, Kecamatan Kalukku Kabupaten mamuju, Sulawesi Barat. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tolaka W, Wardah, Rahmawati. 2013. Kondisi Fisik Tanah Pada Hutan Primer, Lahan Agroforestri dan Kebun Kakao di Subdas Wera Saluopa Kabupaten Poso. *Warta Rimba*, 1(1).
- Windarni C, Agus Setiawan, Rusita. 2018. Estimasi karbon tersimpan pada hutan mangrove di desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1):66-74.
- Yuliasamaya, Arief Darmawan, Rudi Hilmanto. 2014. Perubahan Tutupan Hutan Mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(3):111-124.