



Estimasi Persentase Karbon Organik pada Tanah di Hutan Mangrove Alami, Perancak, Bali

I Gusti Agung Ayu Mirah Indraiswari^a, I Dewa Nyoman Nurweda Putra^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Kampus UNUD Bukit Jimbaran, Bali 80361, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received May 15th 2018

Received in revised form July 17th 2018

Accepted August 14th 2018

Available online September 4th 2018

Keywords:

Percentage of organic carbon

Belowground

Natural Mangrove forest

Vertical variation

ABSTRACT

Mangrove is one coastal ecosystems that play a role in taking and storing a number of carbon known as Coastal Blue Carbon. Soil storage (below-ground) in mangrove forests has a potential of 50% to 90% more than the total carbon stock of coastal ecosystem. This study was conducted at 3 plots in Perancak Mangrove Forest, Jembrana, Bali with the aim of estimating the percentage of organic carbon and to find out the percentage of vertical variation of organic carbon in the soil. Sampling time was conducted in June 2015. The data required to calculate the percentage of organic carbon in the soil is the depth of soil samples, depth and sub-sample intervals, and bulk density. The results found that the percentage of organic carbon in the soil in Perancak natural mangrove was 50.235% or 185.968 Mg/ha. Vertically the percentage of organic carbon in soils in Perancak natural mangrove forests was varies. The lowest value of bulk density depth of 0-15 cm was 0.07 g/cm³ plot 1 and the highest was 0.20 g/cm³ in > 100 cm depth plot 3. The lowest value of the percentage of organic in the depth > 100 cm was 47.899% plot 2 and the highest was 51.821% in the depth of 50-100 cm at plot 1. The lowest value of soil C was 17.361 Mg/ha in the depth of 0-15 cm and the highest was 62.962 Mg/ha in the depth of 50-100 cm plot 1.

2018JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Mangrove, rawa dan lamun merupakan ekosistem pesisir yang dapat memberikan berbagai fungsi dan manfaat, salah satunya dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Ekosistem ini dapat mengambil dan menyimpan sejumlah karbon yang dikenal dengan istilah Coastal Blue Carbon dari atmosfer dan laut (Duarte *et al.*, 2005). Blue Carbon merupakan karbon yang disimpan dalam mangrove, rawa, dan padang lamun di dalam sedimen, biomassa di atas permukaan tanah yang hidup (daun, cabang, batang), biomassa di bawah permukaan tanah (akar), dan biomassa tak hidup (sampah maupun kayu yang mati) (McLeod *et al.*, 2011).

Salah satu kawasan mangrove yang tersebar di Bali yaitu di kawasan Estuari Perancak. Sekitar tahun 1980, sisa luasan kawasan hutan mangrove setelah mengalami konversi areal pertambahan sebesar 177,09 ha (Balai Riset dan Observasi Kelautan, 2009). Menurut Balai Riset dan Observasi Kelautan (2009) lahan mangrove di Perancak sebesar 178,6 ha dan terdapat lebih dari 390 ha lahan tambak. Donato *et al.* (2012) menyatakan salah satu hutan terkaya penyimpanan karbon di kawasan tropis adalah mangrove. Sehingga mangrove berpotensi dikaji dalam kaitannya dengan peranannya sebagai penyimpan karbon (blue carbon). Penyimpanan karbon mangrove di bagian bawah permukaan tanah merupakan penyimpanan terbesar dalam

vegetasi ekosistem pesisir dan pengukurannya dapat menentukan perubahan jangka panjang penyimpanan karbon berkaitan dengan tekanan, perubahan iklim, dan perubahan lahan. Penyimpanan karbon di bawah permukaan tanah (below-ground) di hutan mangrove memiliki potensi 50% sampai 90% lebih dari total seluruh stok karbon ekosistem pesisir (Howard *et al.*, 2014).

Distribusi vertikal di tanah merupakan salah satu aspek dari simpanan karbon organik yang masih kurang dipahami. Untuk memperkirakan penyimpanan SOC (Soil Organic Carbon) global pada kedalaman sangat berhubungan dengan distribusi vertikal SOC (Jobbagy and Jackson, 2000). Simpanan kandungan karbon organik tinggi pada tanah sebesar 49-98% dalam hutan mangrove berada pada kedalaman antara 0,5 hingga lebih dari 3 m (Donato *et al.*, 2012). Lunstrum (2014) menemukan konsentrasi C-organik pada tanah hutan mangrove alami pada kedalaman 1 meter berkisar 0,62%-2,43%. Ati, *dkk.* (2014) juga menemukan simpanan karbon mangrove di Teluk Miskam, Tanjung Lesung berkisar antara 0,78-9,51% atau 4,43-27,92 Mg/ha.

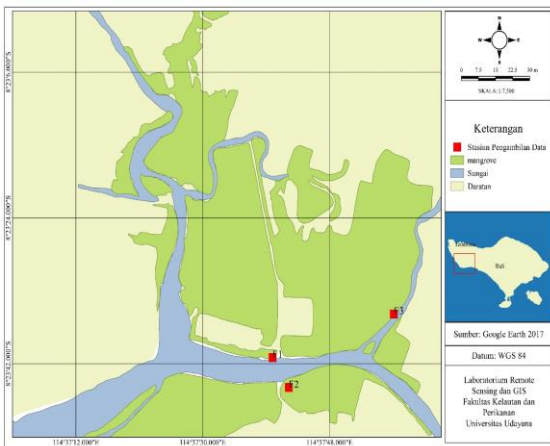
Mengingat kajian penelitian ini penting untuk dilakukan sehingga studi ini bertujuan untuk mengestimasi persentase karbon organik dan mengetahui variasi secara vertikal persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dasar pengetahuan mengenai potensi penyerapan karbon organik dan

variasi secara vertikal persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancah.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Sampel sedimen diambil pada stasiun lapangan Balai Penelitian dan Observasi Laut (Gambar 1. Lokasi Penelitian) yang merupakan hutan mangrove alami pada tiga plot, yaitu F1 (*Natural Forest*), F2 (*Natural Forest II*), dan F3 (*Natural Forest III*).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Persentase karbon organik dalam tanah di analisa dengan pengambilan sampel tanah dengan mengacu pada Buku Coastal Blue Carbon (Howard *et al.*, 2014), yaitu kedalaman sampel tanah, kedalaman dan interval sub-sampel, dan *bulk density* (kerapatan limbak).

2.2.1 Prosedur Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan sampel, tahapan kerja yang dilakukan sebagai berikut, jika terdapat sampah organik dan daun hidup dari permukaan tanah dibersihkan sebelum pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *opened-face Auger*. Langkah kedua, perangkat *opened-faced Auger* dimasukkan saat proses *coring* ke dalam tanah secara vertikal sampai kedalaman mencapai pangkal corer. Pengambilan sampel dipindah ke lokasi lain jika coring tidak dapat menembus kedalaman penuh (sampai pangkal corer). Corer diputar untuk memotong akar halus yang terdapat dalam tanah setelah mencapai kedalaman penuh. Kemudian corer secara perlahan ditarik dari dalam tanah sambil dilakukan pemutaran untuk mempertahankan agar sampel sedimen yang diambil tetap penuh dan lengkap. Langkah ketiga, sampel sedimen dibelah secara horizontal dan dibagi berdasarkan 5 kedalaman (5 sampel), yaitu 0-15 cm, 15-30 cm, 30-50 cm, 50-100 cm, dan > 100 cm. Hanya bagian sub-sampel dari masing-masing kedalaman tersebut yang akan digunakan. Untuk kedalaman 0-15 cm yang diambil hanya pada kedalaman 5-10 cm, kedalaman 15-30 cm pada kedalaman 20 – 25 cm, kedalaman 30-50 cm pada kedalaman 35-40, kedalaman 50-100 cm pada kedalaman 70-80 dan kedalaman > 100. Langkah keempat, sub-sampel dimasukkan ke dalam *zipper bag* dan diberi label pada setiap kantong untuk memudahkan proses identifikasi dan analisis di laboratorium. Langkah terakhir, sampel

selanjutnya dimasukkan kedalam *cool box* jika lokasi pengambilan data jauh dari laboratorium tempat analisis sampel.

2.2.2 Pengambilan Data Mangrove

Data mangrove diambil untuk keperluan identifikasi dengan cara identifikasi langsung pada masing-masing plot.

2.2.3 Prosedur Analisis Sampel di Laboratorium

Tahapan analisis di laboratorium adalah sebagai berikut sampel sedimen ditempatkan dalam cawan aluminium, kemudian dilakukan proses oven dengan suhu 60°C dan waktu selama 48 jam. Sampel yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan mortar agar menjadi homogen sebelum proses pembakaran. Setiap sub-sampel yang sudah halus dimasukkan kedalam kantong plastik atau *zipper bag*. Langkah analisis terakhir, sebanyak ± 2 gram sampel yang sudah dihaluskan kemudian ditimbang dan ditempatkan pada *crucible porcelain*. Selanjutnya dimasukkan ke dalam *muffle furnace* untuk dibakar dengan suhu 450 °C selama 4 jam dan sampel kembali ditimbang.

2.3 Metode Analisis Data

Setelah dilakukan pembakaran semua sub-sampel sedimen, selanjutnya dilakukan penghitungan atau analisis data dengan menggunakan rumus yang tercantum dalam Buku *Coastal Blue Carbon* (Howard *et al.*, 2014). Data yang dianalisis adalah kedalaman sampel, *bulk density*, dan persentase karbon organik pada sedimen. Dalam analisis data, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

1. *Bulk density* tanah merupakan berat partikel per satuan volume tanah beserta porinya. Persamaan untuk menghitung *bulk density*, sebagai berikut:

$$\text{Soil Bulk Density} = \frac{\text{Oven-dry mass}}{\text{Sample volume}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Soil bulk density = kepadatan tanah (g/cm³)

Oven-dry mass = berat kering (g)

Sample volume = volume tanah beserta porinya (cm³)

2. Densitas karbon (C) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Soil C density} = \%C \times \text{Soil Bulk Density} \quad (2.2)$$

Keterangan :

Soil C density = kepadatan karbon (g C/cm³)

% C = persentase kandungan karbon

3. Kandungan karbon pada tanah diestimasi dengan rumus berikut:

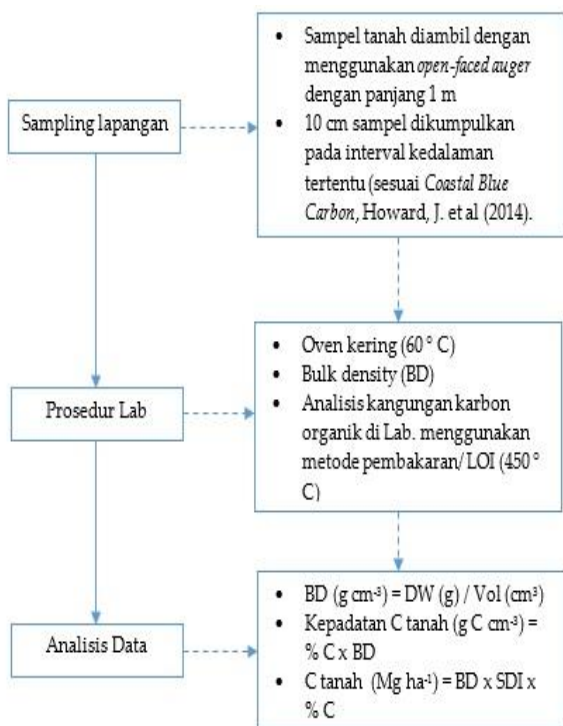
$$\text{Soil C} = \text{Soil Bulk Density} \times \text{Soil Depth Interval} \times \%C \quad (2.3)$$

Keterangan :

Soil C = karbon organik tanah (Mg/ha)

Soil Depth Interval = interval kedalaman sampel (cm)

Adapun proses secara umum penilaian stok karbon dapat ditampilkan dalam bagan (Gambar 2. Flowchart Penilai Stok Karbon).



Gambar 2. Flowchart Penilaian Stok Karbon

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Bulk density, % Organic carbon, dan Soil C

Data hasil perhitungan *Bulk density*, % *Organic carbon*, dan *Soil C* pada masing-masing kedalaman selama penelitian (Tabel 1. Data Penelitian).

Tabel 1. Data Penelitian

| Plot | Kedalaman (cm) | Bulk density (g cm ⁻³) | % Organic Carbon | Soil C (Mg ha ⁻¹) |
|------|----------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| I | 0-15 | 0.07 | 48.762 | 17.361 |
| | 15-30 | 0.12 | 50.754 | 31.194 |
| | 30-50 | 0.14 | 50.977 | 36.265 |
| | 50-100 | 0.12 | 51.821 | 62.962 |
| | >100 | 0.10 | 48.854 | 24.842 |
| II | 0-15 | 0.08 | 49.408 | 20.394 |
| | 15-30 | 0.13 | 50.968 | 34.292 |
| | 30-50 | 0.11 | 50.363 | 28.697 |
| | 50-100 | 0.12 | 51.244 | 60.708 |
| | >100 | 0.14 | 47.899 | 32.439 |
| III | 0-15 | 0.14 | 50.257 | 34.242 |
| | 15-30 | 0.14 | 50.911 | 34.663 |
| | 30-50 | 0.13 | 50.805 | 34.125 |
| | 50-100 | 0.11 | 51.661 | 57.434 |
| | >100 | 0.20 | 48.841 | 48.287 |

3.2 Estimasi persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak

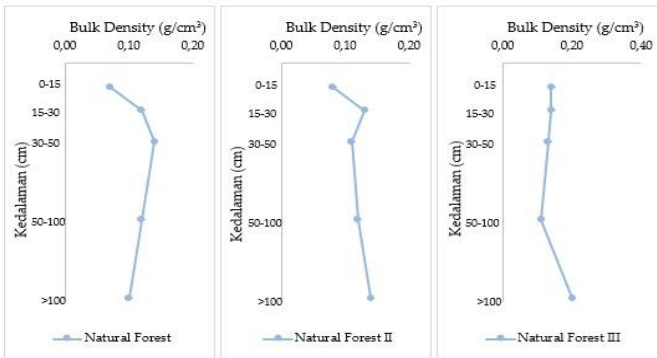
Pada masing-masing lokasi penelitian dilakukan pengamatan vegetasi mangrove dan ditemukan 4 jenis mangrove yaitu *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, *Xylocarpus granatum*, dan *Sonneratia alba*. Berdasarkan hasil analisis kandungan

karbon pada tanah pada masing-masing plot pada 5 kedalaman (Tabel 1. Data Penelitian) didapat nilai rata-rata persentase F1 (Forest 1) sebesar 50,234 %, F2 (Forest 2) sebesar 49,976% dan F3 (Forest 3) sebesar 50.495% dengan total Soil C pada F1 (Forest 1) sebesar 172.623 Mg/ha, F2 (Forest 2) sebesar 176,531 Mg/ha dan F3 (Forest 3) sebesar 208.750 Mg/ha. Sehingga rata-rata persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak sebesar 50,235% atau 185,968 Mg/ha. Besarnya persentase karbon organik pada tanah hutan mangrove alami Perancak tidak berbeda jauh dengan hasil yang didapatkan pada penelitian Mahasani, *dkk.* (2015) di hutan mangrove bekas tambak Perancak sebesar 50,181% atau 184.618 Mg/ha. Besarnya simpanan C berkaitan dengan proses penyimpanan tanah C yang terlibat dalam sistem intertidal. Daun yang membusuk, ranting dan akar terkubur di tanah yang sering tertutup dengan air pasang surut. Lingkungan yang kurang oksigen ini menyebabkan dekomposisi bahan tumbuhan sangat lambat, sehingga menghasilkan penyimpanan karbon yang signifikan. Selain itu, Mahasani, *dkk.* (2015) menyatakan jumlah, jenis, dan kerapatan pohon dan faktor lingkungan diantaranya intensitas matahari, kadar air, suhu, dan kesuburan tanah yang memberikan perbedaan nilai simpanan karbon.

3.3 Variasi vertikal persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak

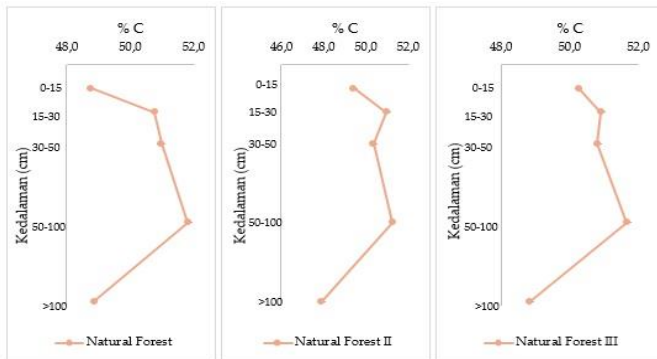
Secara vertikal terdapat variasi persentase karbon organik di lokasi penelitian berdasarkan kedalaman (0-15 cm; 15-30 cm; 30-50 cm; 50-100 cm, dan > 100 cm). Hasil analisis data didapat masing-masing nilai bulk density (Gambar 3. Variasi vertikal bulk density pada beberapa kedalaman tanah dari 3 plot di Mangrove Alami) pada kedalaman (0-15 cm) pada plot 1 memiliki nilai terendah sebesar 0,07g/cm³ sedangkan nilai tertinggi pada kedalaman (>100 cm) pada plot 3 sebesar 0,20 g/cm³. Kandungan bulk density tanah dipengaruhi oleh pasokan akar, serasah, dan dugaan kandungan karbon, pasokan bahan organik pada lapisan atas dan laju dekomposisi bahan organik dari akar rendah menyebabkan bulk density tanah pada lapisan

tanah yang lebih bawah tidak jauh berbeda (Siringoringo, 2013). Kresnabayu (2017) juga menyatakan padatan tanah, pori-pori tanah, struktur, tekstur dan ketersediaan bahan organik serta pengolahan tanah akan mempengaruhi perbedaan nilai *bulk density*.



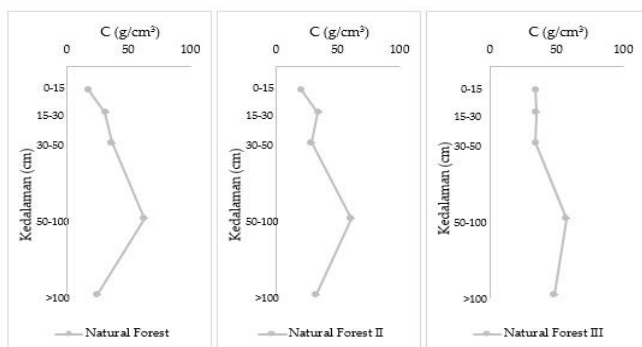
Gambar 3. Variasi vertikal *bulk density* pada beberapa kedalaman tanah dari 3 plot di Mangrove Alami

Nilai % karbon tanah (Gambar 4. Variasi vertikal %C pada beberapa kedalaman tanah, dari 3 plot di Mangrove Alami) terendah pada kedalaman (>100 cm) pada plot 2 sebesar 47,899% sedangkan nilai tertinggi pada kedalaman (50-100 cm) pada plot 1 sebesar 51,821%. Nilai persentase karbon sangat berhubungan dengan kandungan karbon organik yang akan mempengaruhi simpanan karbon. Mahasani, dkk. (2016) menyatakan nilai kandungan karbon organik besar, maka kandungan organik yang tersimpan juga besar dan sebaliknya.



Gambar 4. Variasi vertikal %C pada beberapa kedalaman tanah dari 3 plot di Mangrove Alami

Nilai simpanan karbon (Gambar 5. Variasi vertikal *soil C* pada beberapa kedalaman tanah dari 3 plot di Mangrove Alami) terendah pada kedalaman (0-15 cm) sebesar 17,361 Mg/ha sedangkan nilai tertinggi pada kedalaman (50-100 cm) sebesar 62,962 Mg/ha. Menurut Mahasani (2016) terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi simpanan karbon dalam tanah, diantaranya faktor lingkungan seperti pemanfaatan lahan dan faktor fisika-kimia tanah seperti suhu, pH, pori-pori, tekstur, *bulk density*, dsb). Variasi vertikal tersebut diduga dipengaruhi oleh tipe geomorfik, ketersediaan nutrisi, serta hidrologi.



Gambar 5. Variasi vertikal *soil C* pada beberapa kedalaman tanah dari 3 plot di Mangrove Alami

4. Simpulan

Persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak sebesar 50,235% atau 185,968 Mg/ha. Dari ketiga plot didapatkan hasil bahwa secara vertikal persentase karbon organik pada tanah di hutan mangrove alami Perancak bervariasi. Nilai *bulk density* terendah pada kedalaman (0-15 cm) sebesar 0,07 g/cm³ pada plot 1 dan tertinggi pada kedalaman (>100 cm) sebesar 0,20 g/cm³ pada plot 3; nilai % karbon organik terendah pada kedalaman (>100 cm) sebesar 47,899% pada plot 2 dan tertinggi pada kedalaman (50-100 cm) sebesar 51,821% pada plot 1; nilai *soil C* terendah pada kedalaman (0-15 cm) sebesar 17,361 Mg/ha dan tertinggi pada kedalaman (50-100 cm) sebesar 62,962 Mg/ha pada plot 1.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada reviewer Ibu Dra. Ni Luh Watiniasih, M.Sc., Ph.D dan Bapak I Nyoman Giri Putra, S.Pd., M.Si atas saran dan masukan dalam pembuatan jurnal ilmiah ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada pembimbing lapangan Nuryani Widagti, M.Si atas arahan dan bimbingan serta bantuan yang telah diberikan selama pengambilan data di Balai Penelitian dan Observasi Laut (BPOL).

Daftar Pustaka

- Ati, R. N. A., Rustam, A., Kepel, T. L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., Mangindaan, P., Salim, H. L., Hutahean, A. A., 2014. Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*. 10(2). 119-127
- Balai Riset dan Observasi Kelautan, 2009. Riset Observasi dan Kajian Pemanfaatan Kawasan Konservasi Laut di Estuari Perancak. Bali : Balai Riset dan Observasi Kelautan – DKP
- Duarte, C. M., Middelburg, J. J., Caraco, N., 2005. Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. *Biogeosciences*. 2. 1–8. Doi: <https://doi.org/10.5194/bg-2-1-2005>
- Donato *et al.*, 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *Brief CIFOR*. 12. Doi: 10.17528/cifor/003773
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., Pidgeon, E., 2014. Coastal Blue Carbon: Methods for Assessing Carbon Stocks and Emission Factors in Mangroves, Tidal Salt Marshes, and Seagrass Meadows. Virginia, USA: Conservation Internasional, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Internasional Union for Conservation of Nature
- Jobby, E. G., Jackson, R. B., 2000. The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications*. 10(2). 423-436. Doi: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0423:TVDOSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0423:TVDOSO]2.0.CO;2)
- Kresnabayu, I. M. P., 2017. Pengaruh Kerapatan Hutan Mangrove Berbasis Data Penginderaan Jauh Terhadap Karbon Organik Tanah Di Estuari Perancak. Kabupaten Jembrana-Bali. Skripsi. Bukit Jimbaran, Indonesia: Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana
- Mahasani, I. G. A. I., Widagti, N., Karang, I. W. G. A., 2015. Estimasi Persentase Karbon Organik di Hutan Mangrove Bekas Tambak, Perancak, Jembrana, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 1. 14-18. Doi: <https://doi.org/10.24843/jmas.2015.v1.i01.14-18>
- Mahasani, I.G.A.I. (2016). Karbon Organik Di Bawah Permukaan Tanah Pada Kawasan Rehabilitasi Hutan Mangrove, Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. Universitas Trunojoyo Madura. 27 Juli 2016
- McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 9. 552–560. Doi: <https://doi.org/10.1890/110004>