

POTENSI KARBON ORGANIK TERSIMPAN PADA LAHAN MANGROVE DAN BEKAS TAMBAK DI DESA LABUHAN BAJO, SUMBAWA BESAR

POTENTIAL ORGANIC CARBON STORED IN MANGROVE LAND AND FORMER PONDS IN LABUHAN BAJO VILLAGE, SUMBAWA BESAR

L Kukuh Mahendra^{1*}, Sitti Latifah¹, Muhamad Husni Idris¹

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Mataram

*L Kukuh Mahendra: 087863786403 Email: kukuhmahendra11@gmail.com

Abstrak

Ekosistem mangrove memiliki fungsi penting untuk mitigasi perubahan iklim yaitu sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Mangrove dapat menyerap dan menyimpan karbon empat kali lipat lebih besar dibandingkan dengan hutan tropis. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis persentase karbon organik tiap pola tutupan lahan dan kedalaman tanah dengan interval waktu 5 tahun dan 3 interval kedalaman tanah di Kawasan pesisir Desa Labuhan Bajo, Kecamatan Utan, Sumbawa. Penentuan titik sampel menggunakan metode *Purposive Sampling* dengan ukuran plot 10 x 10 dan *intensitas sampling* 1%. Karbon organik dihitung menggunakan metode *spectrofotometri* dan analisis karbon organik tiap pola tutupan lahan dan kedalaman menggunakan uji ANOVA One Way. Hasil penelitian menunjukkan nilai karbon organik tiap pola tutupan lahan yaitu: MMM (0,716%), MMN (0,931%), MNN (0,373), NMM (0,572%), NMN (0,572%), NNN (0,169). Sedangkan karbon organik pada tiap kedalaman yaitu: kedalaman 1 (0,52%), kedalaman 2 (0,53%), dan kedalaman 3 (0,62%). Dan hasil uji ANOVA *One Way* didapatkan adanya perbedaannya nilai persentase karbon organik tiap pola tutupan lahan, dan tidak ada perbedaan persentase karbon organik pada tiap interval kedalaman tanah.

Kata Kunci: *Avicennia marina*, Bahan Organik, Karbon Organik, Mangrove, Tanah.

Abstract

Mangrove ecosystems have an important role to play in mitigating climate change, such as absorbing and storing carbon. Mangroves can absorb and store four times more carbon than tropical forests. The purpose of this study was to analyze the percentage of soil organic carbon in each pattern of land cover change and soil depth at intervals of 5 years and 3 intervals of soil depth in the coastal area of Labuhan Bajo Village, Utan District, Sumbawa. Determination of sample points using stratified random sampling method sampling using Purposive Random Sampling method plot size 10 x 10 with sampling Intensity 1%. Organic carbon is measured by spectrophotometric method and one-way ANOVA test. The results showed the value of carbon reserves of each pattern: MMM (0.716%), MMN (0.931%), MNN (0.373), NMM (0.572%), NMN

(0.572%), NNN (0.169). While the organic carbon at each depth is: depth 1 (0.52%), depth 2 (0.53%), and depth 3 (0.62%). And the results of one-way ANOVA test showed a real difference in the average value of the percentage of organic carbon in each pattern of land cover change, and no real difference in the percentage of organic carbon in each interval of soil depth.

Keywords: *Avicennia marina*, organic matter, organic carbon, Mangrove, soil.

Mangrove merupakan ekosistem yang produktif di kawasan pesisir sebagai penghubung antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut (Sidik *et al.*, 2019). Hutan mangrove memiliki fungsi yang penting untuk mitigasi perubahan iklim, seperti penyerap dan penyimpan karbon (Amanda *et al.*, 2021; Tinh *et al.*, 2020). Kemampuan hutan mangrove dalam menyerap CO₂ di atmosfer empat kali lipat lebih besar jika dibandingkan dengan hutan tropis (Alongi, 2012).

Nusa Tenggara Barat memiliki luas ekosistem mangrove 10.667,19 ha (Nababan, 2021). Penyebab utama kerusakan hutan mangrove adalah faktor sosial ekonomi masyarakat dengan banyaknya aktivitas yang dapat menekan pertumbuhan hutan mangrove, salah satunya adalah konversi hutan mangrove yang karena tingginya kebutuhan ekonomi, kurangnya kesadaran kepentingan ekologis serta kepedulian masyarakat akan dampak lingkungan (Susilawati *et al.*, 2018; Jumaedi, 2016).

Dampak dari konversi ekosistem mangrove yaitu berkurangnya fungsi ekologi seperti erosi garis pantai dan sempadan sungai, sedimentasi, pencemaran, intrusi air laut dan secara langsung akan mempengaruhi fungsi ekonomi dengan berkurangnya jumlah tangkapan nelayan. Implikasi pada sosial ekonomi adalah ketahanan pangan menjadi rawan dan tingginya perpindahan penduduk untuk mencari sumber mata pencaharian lainnya serta simpanan karbon tanah yang telah diserap sebelumnya dapat dilepas ke atmosfer ketika terjadi konversi (Pendleton *et al.*, 2012 dan Witomo, 2018).

Konversi mangrove menjadi lahan tambak dapat mengakibatkan hilangnya karbon dengan nilai mencapai 1.925 ton/ha emisi CO₂ per hektar, sebagian besar emisi berasal dari hilangnya karbon tanah sekitar 80% dari total emisi (1.536 ton/ha emisi CO₂ per hektar) dan 20% emisi berasal dari hilangnya karbon di atas permukaan tanah (389 ton/ha emisi CO₂ per hektar) (Arifanti *et al.*, 2019). Tingginya nilai cadangan karbon tanah yang hilang tentunya dipengaruhi oleh serasah-serasah yang tersimpan dalam tanah yang berperan sebagai komposisi lapisan tanah dan penyusun utama bahan organik dalam tanah. Menurut Rahmah *et al.* (2015), bahwa simpanan karbon tanah mengalami peningkatan sesuai dengan kadalaman tanah. Untuk mencegah

hilangnya mangrove sebagai bentuk strategi mitigasi perubahan iklim perlu dilakukan kegiatan rehabilitasi.

Salah satu daerah pesisir pantai yang melakukan konversi mangrove menjadi tambak yaitu Desa Labuhan Bajo. Desa Labuhan Bajo merupakan desa pesisir yang secara administrasi terletak di Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki luas sekitar 224 ha (Profile Desa,2021). Desa ini memiliki dua tipe ekosistem mangrove yaitu ekosistem mangrove alami dan mangrove rehabilitasi.

Upaya untuk mengetahui potensi hutan mangrove sebagai penyerap dan penyimpan karbon dalam mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan melalui penelitian mengenai potensi persentase karbon organik tersimpan pada hutan mangrove (Windarni *et al.*, 2018). Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan persentase karbon organik pada tiap pola perubahan lahan dan interval kedalaman tanah sebagai bentuk kontribusi hutan mangrove untuk mereduksi emisi CO₂ dan menyimpannya di dalam tanah dalam upaya mitigasi perubahan iklim sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan berkelanjutan (Cahyaningrum *et al.*, 2014 dan Suryono *et al.*, 2018).

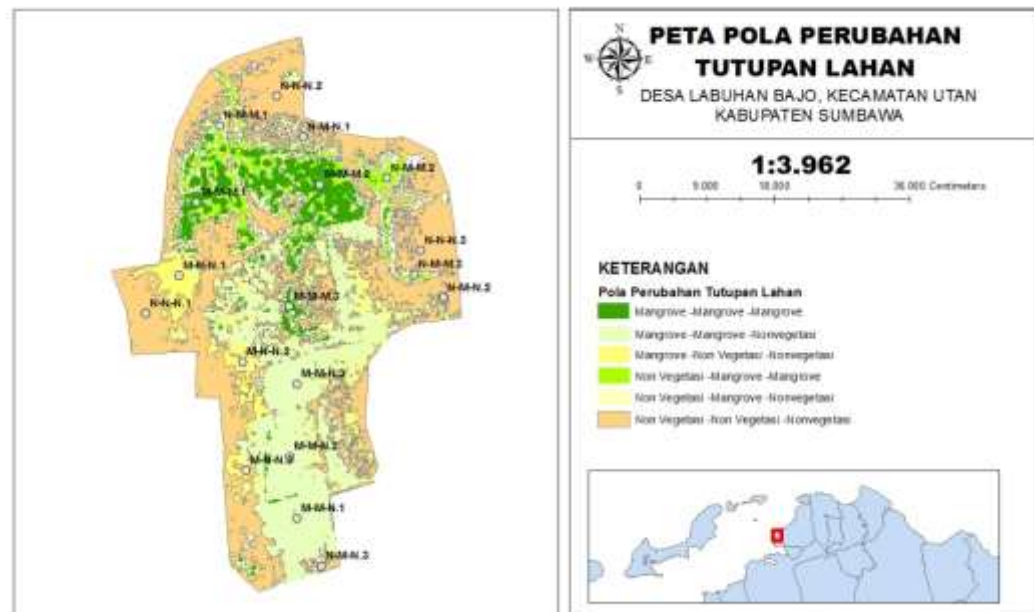
Metode

Waktu Dan Tempat

Penelitian ini bertempat di Desa Labuhan Bajo Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat pada tanggal 18–25 Juni 2022. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta lokasi penelitian, Alat Tulis Kantor (ATK), GPS (*Global Posotting System*), *roll meter* serta peralatan yang mendukung dalam pengambilan data di lapangan seperti *Coring Open Face Auger* (100 cm), pH meter, timbangan analistik, kantong plastik untuk pengambilan sampel tanah dan box untuk menaruh sampel tanah yang telah diambil.

Penentuan Pola Tutupan Lahan dan Titik Pengambilan Sampel

Tutupan lahan pada penelitian ini diperoleh dari citra satelit dengan interval waktu 5 tahun yaitu pada tahun 2012, 2017 dan 2022.. Titik pengambilan sampel karbon tanah pada penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling* yang diambil berdasarkan aspek keterwakilan area penelitian yang dapat menggambarkan secara keseluruhan gambaran dari lokasi pengambilan sampel (Valentino *et al.*, 2022).



Gambar 3.2 Peta Penentuan Titik Sampling

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan *Coring Open Face Auger* (100 cm) untuk mendapatkan sampel dengan kedalaman 100 cm (30 cm, 50 cm, dan 100 cm). Ketika pengambilan sampel, dorong dan putar *auger* secara perlahan untuk menghindari pemadatan sampel (*compaction*), selanjutnya tanah yang ada pada setiap interval dimasukkan ke dalam ember untuk dimasukkan ke dalam plastik dengan berat 1 kg dan simpan dalam wadah (aluminium foil). Catat interval dan total kedalaman sampel yang diambil (Sidik *et al.*, 2019; Rahmah, 2015). Dan pengambilan parameter lingkungan dilakukan pada masing-masing plot yang terdiri dari pH tanah dan suhu menggunakan alat .

Uji Laboratorium

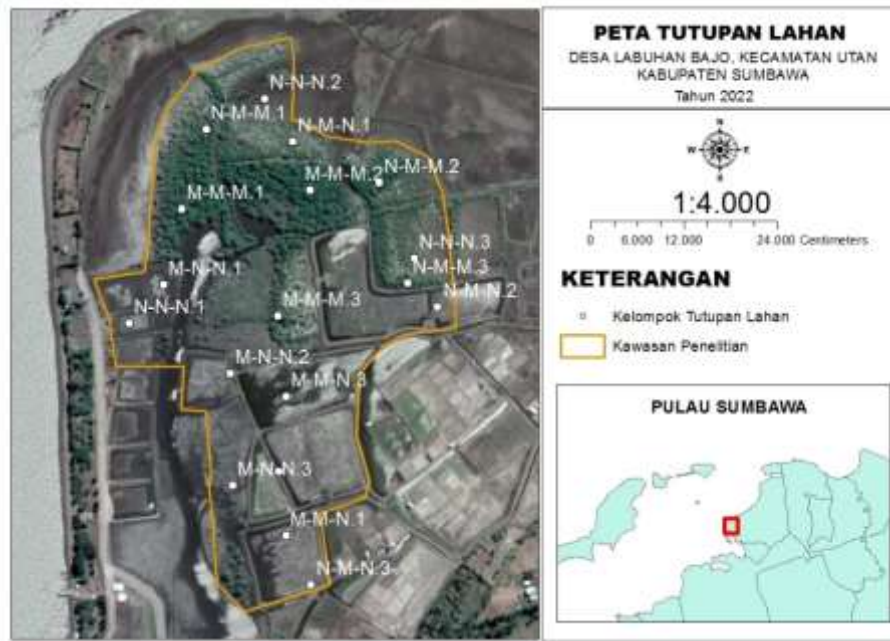
Uji laboratorium yang dilakukan pada penelitian ini meliputi perhitungan persentase karbon organik menggunakan metode Spektrofotometri.

Analisis Data

Analisis data yang dalam penelitian ini yaitu uji ANOVA One Way One Way menggunakan *software* IBM SPSS 21 untuk analisis perbedaan persentase karbon organik pada tiap pola tutupan lahan dan analisis perbedaan persentase karbon organik dengan variasi kedalaman tanah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian



Gambar 4.1. Lokasi Kawasan Penelitian

Desa Labuhan Bajo merupakan pesisir yang secara administratif berada di kecamatan Utan, Sumbawa Besar yang memiliki luas 224 ha. Lokasi penelitian ini diambil di daerah pesisir desa Labuhan Bajo dengan luas 18,43 ha yang ditumbuhi oleh mangrove dengan jenis *Avicennia marina* dan terdiri dari 6 pola tutupan lahan mangrove dari tahun 2012, 2017, dan 2022.

Pola tutupan lahan Mangrove-Mangrove-Mangrove (M-M-M) merupakan area yang selalu ditumbuhi oleh mangrove dengan jenis *Avicennia marina* dari tahun 2012 hingga saat ini sehingga area ini memiliki tutupan vegetasi yang didominasi oleh pohon dan beberapa tiang, area ini memiliki substrat pasir berlumpur, suhu rata-rata pola M-M-M yaitu 30,88°C dan nilai rata-rata pH 6,14. Pola tutupan lahan Mangrove-Mangrove-Non Mangrove (M-M-N) merupakan area yang pernah ditumbuhi mangrove pada tahun 2012 dan 2017 namun dikonversi menjadi tambak hingga saat ini. M-M-N merupakan area tambak yang memiliki jenis substrat lumpur, suhu rata-rata yaitu 27,11°C dan pH rata-rata 6,03. Pola tutupan lahan M-N-N merupakan area yang sempat ditumbuhi mangrove pada tahun 2012 dan dikonversi menjadi tambak, area ini memiliki suhu rata-rata 26,55°C dan pH rata-rata 6,81.

Pola tutupan lahan N-M-M merupakan area yang mengalami peningkatan tutupan vegetasi dari tahun 2017 hingga saat ini, area ini memiliki tutupan vegetasi yang didominasi oleh

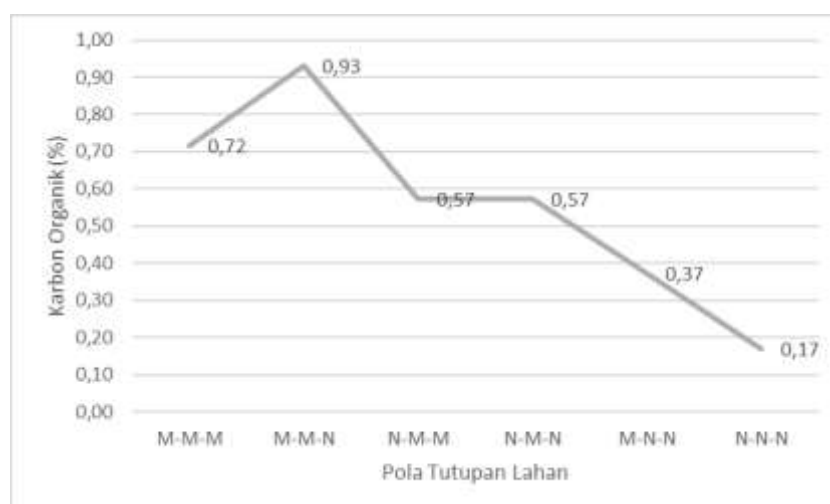
semai dan beberapa tiang. N-N-M memiliki substrat pasir, suhu rata-rata pada 32,11°C dan pH rata-rata 6,06. Polautupan lahan N-M-N merupakan area yang pernah ditumbuhi mangrove pada tahun 2017 namun dikonversi menjadi tambak. N-M-N memiliki substras pasir, suhu rata-rata 30,77°C dan pH rata-rata 6,06. Sedangkan polautupan lahan N-N-N merupakan area yang tidak pernah ditumbuhi oleh magrove sejak tahun 2012 hingga saat ini. N-N-N memiliki substrat pasir, suhu rata-rata 26,77°C dan pH rata-rata 6,13.

Suhu rata-rata kawasan pesisir Desa labuhan Bajo 29,03°C. Perbedaan rata-rata suhu disebabkan oleh waktu pengambilan sampel danutupan vegetasi. Suhu pada area terbuka memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada area tertutup, karena peran vegetasi yang mereduksi radiasi matahari secara langsung (Hayu *and* Ridwana, 2019 dan Rosianty *et al.*, 2018). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Schaduw (2018), pada ekosistem mangrove berkisar antara 27,6-30,1°C dan (Rahmawan dan Gemilang, 2017) suhu kawasan perairan berkisar antara 28-32°C.

Nilai pH kawasan pesisir desa Labuhan Bajo yaitu 6,13 masuk kategori kawasan yang kurang produktif. kawasan yang memiliki pH 5,5-6,5 dan >8,5 termasuk kawasan kurang produktif, pH 6,5-7,5 termasuk kawasan yang produktif dan kawasan dengan pH 7,5-8,5 adalah kawasan yang sangat produktif (Wardoyo, 1974 *cit.* Saru *et al.*, 2017). Hasil penelitian Schaduw (2018), Kisaran nilai pH pada ekosistem mangrove berkisar antara 8,07-8,20 dan Rahmawan dan Gemilang (2017), berkisar antara 7,01-8,34 dengan nilai rata-rata 7,78.

4.2 Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Pola Tutupan Lahan

Hasil perhitungan nilai persentase karbon organik tiap polautupan lahan dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar.4.2 Rata-Rata Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Polautupan lahan

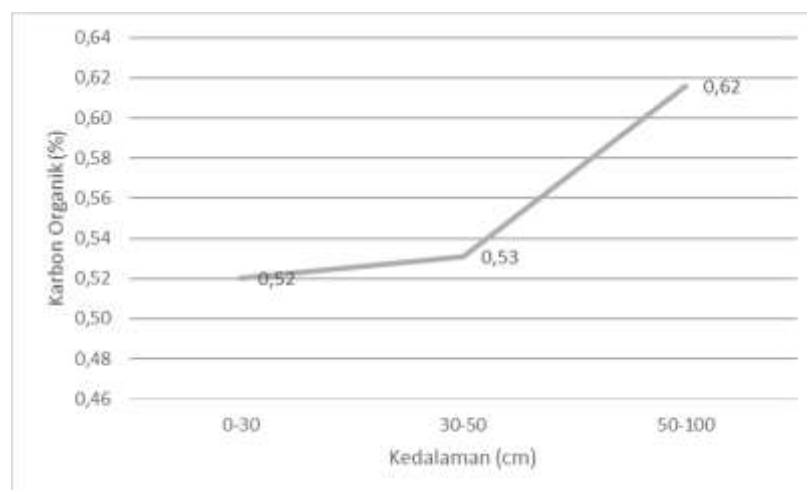
Nilai persentase karbon organik pada tiap polautupan lahan berkisar antara 0,169%-0,931%. Nilai persentase karbon organik yang tinggi terdapat pada pola M-M-N dengan nilai

0,931% dan pola M-M-M dengan nilai 0,791. Tingginya persentase nilai karbon organik pada pola tutupan lahan tersebut dipengaruhi oleh jenis substrat yang ada pada pola tutupan lahan M-M-N dan M-M-M yaitu lumpur dan pasir berlumpur, selain itu usia vegetasi yang ada pada pola tutupan lahan M-M-M yang memproduksi serasah sehingga meningkatkan bahan organik tanah. Karena seperti yang diketahui vegetasi berperan dalam memproduksi serasah yang menjadi sumber utama bahan organik yang ada dalam tanah, sehingga dengan peningkatan jumlah bahan organik dalam tanah maka dapat meningkatkan persentase nilai karbon organik dalam tanah.

Sedangkan rendahnya nilai persentase karbon organik pada pola N-M-M (0,573%), N-M-N (0,572%), M-N-N (0,373%), dan N-N-N (0,169%) disebabkan karena pola tutupan lahan tersebut jarang ditumbuhi oleh vegetasi dan vegetasi yang ada pada area tersebut didominasi oleh ukuran semai sehingga produksi serasah yang dihasilkan sedikit bahkan hampir tidak ada. Selain itu jenis substrat yang ada pada pola tutupan lahan tersebut yaitu pasir. Nilai cadangan karbon organik dapat dipengaruhi oleh jenis substrat tanah, jenis substrat pasir cenderung mengandung lebih kecil bahan organik jika dibandingkan substrat lumpur (Amanda *et al.*, 2021). Nilai karbon organik dapat dijadikan sebagai salah satu indikator untuk kesuburan tanah. Tanah dengan nilai kandungan karbon organik yang tinggi memiliki bahan organik yang tinggi yang dapat menjaga dan meningkatkan kelembaban dan suhu tanah, kandungan oksigen tanah, dan mempercepat proses dekomposisi serasah (Br.Tarigan *et al.*, 2014 dan (Rauf, 2016).

4.3 Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Interval Kedalaman Tanah.

Hasil perhitungan nilai persentase karbon organik tiap interval kedalaman tanah dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Interval Kedalaman Tanah

Nilai persentase karbon organik berdasarkan interval kedalaman tanah berkisar antara 0,53%-0,62%. Nilai persentase karbon organik dalam tanah mengalami peningkatan seiring

dengan peningkatan kedalaman tanah. Nilai persentase karbon organik terendah terdapat pada lapisan tanah 0-30 cm dengan nilai 0,52% dan pada lapisan 30-50 cm dengan nilai 0,53%, sedangkan pada lapisan 50-100 cm memiliki rata-rata nilai persentase karbon organik yang paling tinggi yaitu sebesar 0,62%. Peningkatan nilai rata-rata karbon organik tiap kedalaman disebabkan oleh kandungan serasah yang menjadi bahan organik yang tersimpan pada tiap kedalaman. Menurut Rahmah *et al.* (2015), nilai karbon organik dapat dipengaruhi oleh interval kedalaman tanah, hal ini disebabkan oleh banyaknya serasah yang tersimpan yang berperan sebagai penyusun utama bahan organik dalam tanah.

Rendahnya nilai cadangan karbon tanah pada lapisan 0-30 cm dipengaruhi oleh pasang surut air laut yang mempengaruhi keadaan tanah (jenis substrat) pada lapisan tersebut. Seperti yang dipaparkan oleh Ariani *et al.*, (2016) pasang surut air laut dapat mempengaruhi jumlah simpanan karbon dalam sedimen hal ini dikarenakan tingkat pasang surut akan menentukan substrat yang mengendap sehingga mangrove dengan jenis tertentu dapat tumbuh dengan menyesuaikan kondisi lingkungan. Selain itu jenis substrat pada kedalaman 0-30 yaitu berpasir seperti yang diketahui jenis substrat pasir memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam mengedapkan dan menyimpan bahan organik jika dibandingkan dengan jenis substrat lumpur.

4.4 Analisis Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Polautupan lahan

Hasil uji ANOVA *One Way* untuk analisis nilai persentase karbon organik tiap polautupan lahan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Uji ANOVA Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Polautupan lahan

ANOVA

	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	3,150	5	,630	7,428	,000
<i>Within Groups</i>	4,071	48	,085		
<i>Total</i>	7,220	53			

Sumber: Olah data primer (2022)

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai dari hasil uji Anova *One way* diperoleh nilai signifikansi yaitu 0,000, dimana nilai ini lebih kecil dari alpha (0,05) maka secara statistika dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan nyata rata-rata nilai karbon organik tiap polautupan lahan atau H1 diterima dan H0 ditolak.

4.5 Analisis Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Interval Kedalaman Tanah

Hasil uji ANOVA *One Way* untuk analisis persentase nilai karbon organik tiap interval kedalaman tanah dapat di lihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2. Uji ANOVA Nilai Persentase Karbon Organik Tiap Interval Kedalaman.

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,100	2	,050	,356	,702
Within Groups	7,121	51	,140		
Total	7,220	53			

Sumber: Olah data primer (2022)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,702 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05 yang artinya tidak ada perbedaan nyata nilai persentase karbon organik pada tiap interval kedalaman tanah atau H0 diterima dan H1 ditolak.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Persentase nilai karbon organik tiap pola tutupan lahan berbeda.
2. Persentase nilai karbon organik tiap interval kedalaman tanah sama.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang nilai bulk density tiap pola tutupan lahan dan interval kedalaman tanah untuk mendapatkan nilai karbon tanah tiap pola tutupan lahan dan interval kedalaman tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D.M., 2012. Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Manag.* 3, 313–322. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>
- Amanda, Y., Mulyadi, A., Siregar, Y.I., 2021. Estimation of Carbon Reserved in Mangrove Forest at the Estuary of the Batang Apar River, North Pariaman District, Pariaman City, West Sumatra Province. *Ilmu Perair. (Aquatic Sci.* 9, 38–48. <https://doi.org/10.31258/jipas.9.1.p.38-48>
- Ariani, E., Ruslan, M., Kurnain, A., Kissinger, K., 2016. Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove Di Area Pt. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk P 12 Tarjun. *EnviroScientee* 12, 312. <https://doi.org/10.20527/es.v12i3.2456>
- Arifanti, V.B., Kauffman, J.B., Hadriyanto, D., Murdiyarso, D., Diana, R., 2019. Carbon dynamics and land use carbon footprints in mangrove-converted aquaculture: The case of the Mahakam Delta, Indonesia. *For. Ecol. Manage.* 432, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.047>
- Ayu, S.M., Rosdayati, A., Nadjib, N.N., 2020. Simpanan Karbon Tanah Pada Ekosistem Mangrove Kelurahan Songka Kota Palopo. *J. TABARO* 4, 484–489.
- Badan Standar Nasional, 2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting) 1–24.
- Br.Tarigan, E.S., Guchi, H., Marbun, P., 2014. Evaluasi Status Bahan Organik Dan Sifat Fisik Tanah (Bulk Density, Tekstur, Suhu Tanah) Pada Lahan Tanaman Kopi (*Coffea Sp.*) Di Beberapa Kecamatan Kabupaten Dairi. *J. Agroekoteknologi Univ. Sumatera Utara* 3, 103124. <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i1.9474>
- Cahyaningrum, S.T., Hartoko, A., Suryanti, 2014. Biomassa Karbon Mangrove pada Kawasan Mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa. *DIPONEGORO J. MAQUARES Manag. Aquat. Resour.* 3, 34–42.
- Chen, G., Gao, M., Pang, B., Chen, S., Ye, Y., 2018. Top-meter soil organic carbon stocks and sources in restored mangrove forests of different ages. *For. Ecol. Manage.* 422, 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.044>
- Dewi, S.K., Herawatiningsih, R., 2017. Kondisi Tanah dalam Kawasan Mangrove di Desa Nusapati Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *J. Hutan Lestari* 5 (2), 177–182.

- Fikri, Z.M., 2020. Estimasi Stok Karbon pada Mangrove (*Rhizophora mucronata*) di Kawasan Ekowisata Beejay Bakau Resort, Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo, Jawa Timur.
- Gurning, E.J., 2018. Karakteristik sifat fisika tanah pada tutupan lahan di kecamatan sei bingai kabupaten langkat.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R., Rahayu, S., 2011. Pengukuran Cadangan Karbon dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan Edisi ke 2.
- Haryanto, A., 2013. Efektifitas Rehabilitasi Mangrove Di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Institut Pertanian Bogor.
- Hayu, M.K., Ridwana, R., 2019. Analisis Kerapatan Vegetasi Untuk Area Pemukiman Dengan Memanfaatkan Citra Satelit Landsat Di Kota Tasikmalaya. *J. Geogr.* 8, 78–82. <https://doi.org/10.24036/geografi/vol8-iss2/845>
- Jumaedi, S., 2016. Nilai Manfaat Hutan Mangrove Dan Faktor-Faktor Penyebab Konversi Zona Sabuk Hijau (Greenbelt) Menjadi Tambak Di Wilayah Pesisir Kota Singkawang Kalimantan Barat. *Sosiohumaniora* 18, 217. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v18i3.10104>
- Lestari, A., 2018. Konsentrasi Bahan Organik Dalam Sedimen Dasar Perairan Kaitannya Dengan Kerapatan Dan Penutupan Jenis Mangrove Di Pulau Pannikiang Kecamatan Balusu Kabupaten Barru. Univ. Hassanuddin. Makassar.
- Lestari, L.M., 2022. Identifikasi Laju Erosi Pada Lahan Garapan Kelompok Tani Hutan Makmur Kecamatan Suela Lombok Timur.
- Lewerissa, Y.A., Sangaji, M., Latumahina, M.B., 2018. Pengelolaan Mangrove Berdasarkan Tipe Substrat Di Perairan Negeri Ihamahu Pulau Saparua (Mangrove Management Based On Type Of The Substrate At Ihamahu Waters Saparua Island). *J. Trit.* 14, 1.
- Lose, I.M.I., Elhayat, L., Sustris, 2015. Keanekaragaman jenis fauna darat pada kawasan wisata mangrove di desa labuan kecamatan lage kabupaten Poso. *War. Rimba* 3, 118–123.
- Mahasani, I.G.A.I., Widagti, N., Karang, I.W.G.A., 2015. Estimasi Persentase Karbon Organik pada Tanah di Hutan Mangrove Alami, Perancak, Jembrana, Bali. *J. Mar. Aquat. Sci.* 1, 14–18. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2018.v01.i01.p01>
- Masrun, A., 2018. Analisis Kadar C-Organik pada Tanah dengan Metode Spektrofotometri Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Lap. tugas akhir 1–37.
- Mughofar, A., Masykuri, M., Setyono, P., 2018. Zonasi Dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkong Desa Karanggandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.* (Journal Nat. Resour. Environ. Manag. 8, 77–85. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.77-85>
- Murdiyarto, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J.B., Warren, M.W., Sasmito, S.D., Donato, D.C.,

- Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., Kurnianto, S., 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nat. Clim. Chang.* 5, 1089–1092. <https://doi.org/10.1038/nclimate2734>
- Nababan, J.A., 2021. Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Oleh Masyarakat Pesisir. *Natl. Oceanogr.*
- Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., Crooks, S., Jenkins, W.A., Sifleet, S., Craft, C., Fourqurean, J.W., Kauffman, J.B., Marbà, 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>
- Putra, Nurrachmi, I., Samiaji, J., 2017. Relations Of Ph And Sediment Organic Matter Contains To Mangrove Vegetation Revenue In Regency Of North Rupa Regency Of Bengkalis District Riau Province. *Kekkaku(Tuberculosis)* 33, 169–175.
- Rahmah, F., Basri, H., Sufardi, 2015. Potensi Karbon Tersimpan Pada Lahan Mangrove dan Tambak di Kawasan Pesisir Kota Banda Aceh. *J. Manaj. Sumberd. Lahan* 4, 527–534.
- Rahmawan, G.A., Gemilang, W.A., 2017. Status Baku Mutu Air laut Perairan Teluk Ambon Luar Untuk Wisata Bahari Kapal Tenggelam SS Aquila 13.
- Rauf, A., 2016. Dampak Kebakaran Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Di Lahan Gambut Kabupaten Aceh Barat Daya Terhadap Sifat Tanah Gambut. *J. Pertan. Trop.* 3, 256–266. <https://doi.org/10.32734/jpt.v3i3.2985>
- Rosianty, Y., Lensari, D., Handayani, P., 2018. Pengaruh Sebaran Vegetasi Terhadap Suhu Dan Kelembaban Pada Taman Wisata Alam (Twa) Pundi Kayu Kota Palembang. *Sylva J. Ilmu-ilmu Kehutan.* 7, 68–77. <https://doi.org/10.32502/sylva.v7i2.1543>
- Saru, A., Amri, K., Mardi, 2017. Konektivitas Struktur Vegetasi Mangrove dengan Keasaman dan Bahan Organik Total pada Sedimen di Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali 3, 85–95.
- Schaduw, J.N., 2018. Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Maj. Geogr. Indones.* 32, 40. <https://doi.org/10.22146/mgi.32204>
- Sidik, F., Adame, M.F., Lovelock, C.E., 2019a. Carbon sequestration and fluxes of restored mangroves in abandoned aquaculture ponds. *J. Indian Ocean Reg.* 15, 177–192. <https://doi.org/10.1080/19480881.2019.1605659>
- Sidik, F., Widagti, N., Kadarisma, H.P., 2019b. Mangrove Dan Perubahan Iklim : Panduan Stasiun Monitoring, Balai Riset dan Observasi Laut BRSDM-KKP.
- Siringoringo, H.H., 2013. Potensi Sekuestrasi Karbon Organik Tanah Pada Pembangunan Hutan

- Tanaman *Acacia mangium* Willd. J. Penelit. Hutan dan Konserv.Alam 2013, 193–213. <https://doi.org/10.20886/jphka.2013.10.2.193-213>
- Supono, 2019. Evaluasi Kualitas Sedimen Beberapa Tambak Udang Di Kabupaten Tulang Bawang Provinsi Lampung. *AQUASAINS* 8, 250.
- Suryono, Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., Rozy, E.F., 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Bul. Oseanografi Mar.* 7, 1–8. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i1.19036>
- Susilawati, N.G.K., Toknok, B., Korja, I.N., 2018. Faktor Penyebab Kerusakan Hutan Mangrove di Desa Buranga Kecamatan Ampibabo Kabupaten Parigi Moutong. *J. For. Sains* 15, 91–99.
- Tinh, P.H., Hanh, N.T.H., Thanh, V. Van, Tuan, M.S., Quang, P. Van, Sharma, S., MacKenzie, R.A., 2020. A comparison of soil carbon stocks of intact and restored mangrove forests in Northern Vietnam. *Forests* 11, 1–10. <https://doi.org/10.3390/f11060660>
- Valentino, N., Latifah, S., Setiawan, B., Hidayati, E., Awanis, Z.Y., Hayati, H., 2022. Karakteristik Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Ekosistem Mangrove Gili Lawang, Lombok Timur. *J. Belantara* 5, 119–130. <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.888>
- Windarni, C., Setiawan, A., Rusita, R., 2018. Carbon Stock Estimation of Mangrove Forest in Village Margasari Sub-District Labuhan Maringgai District East Lampung. *J. Sylva Lestari* 6, 66. <https://doi.org/10.23960/jsl1667-75>