

**ESTIMASI STOK KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN
MANGROVE DI PALUH KURAU, DELI SERDANG**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Sains pada Program Studi Sistem Informasi Kelautan



Oleh

PARDIP MAULANA

2007979

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI KELAUTAN

KAMPUS SERANG

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

**ESTIMASI STOK KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN MANGROVE
DI PALUH KURAU, DELI SERDANG**

Oleh

Pardip Maulana

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Sistem Informasi Kelautan

© Pardip Maulana

Universitas Pendidikan Indonesia

Maret 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Pardip Maulana

NIM : 2007979

Program Studi : Sistem Informasi Kelautan

Judul Skripsi : Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Paluh Kurau, Deli Serdang


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sistem Informasi Kelautan pada Program Studi Sistem Informasi Kelautan Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Serang.

DEWAN PENGUJI


Penguji I : Luthfi Anzani, S.Pd., M.Si.

tanda tangan 

Penguji II : Ayang Armelita Rosalia, S.Pi., M.Si.

tanda tangan 

Penguji III : Ma'ruf, S.T., M.Sc.

tanda tangan 

Ditetapkan di : Serang

Tanggal : 02 April 2024

HALAMAN PERSETUJUAN

PARDIP MAULANA

ESTIMASI STOK KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN MANGROVE
DI PALUH KURAU, DELI SERDANG

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

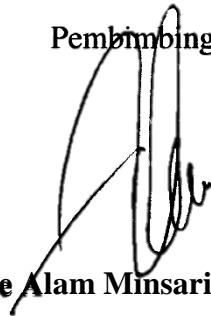
Pembimbing I,



Willdan Aprizal Arifin, S.Pd., M.Kom.

NIP. 920200819940415101

Pembimbing II,



La Ode Alam Minsaris, S.Pi., M.Si.

NIP. 920200819900404101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sistem Informasi Kelautan



Willdan Aprizal Arifin, S.Pd., M.Kom.

NIP. 920200819940415101

KATA PENGANTAR

Segala puji ke hadirat tuhan yang maha esa yang senantiasa memberikan kekuatan dan rahmat sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian serta penyusunan skripsi yang berjudul “Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Paluh Kurau, Deli Serang” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program sarjana pada program studi sistem informasi kelautan universitas pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam melaksanakan penelitian serta penyusunan tulisan ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa dukungan moril dan materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dan telah membantu terutama kepada:

1. Dr. Supriadi, M.Pd., Selaku Direktur Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Serang.
2. Bapak Willdan Aprizal Arifin, S.Pd, M.Kom., Selaku Kepala Program Studi Sistem Informasi Kelautan sekaligus Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan arahan selama penyusunan skripsi.
3. Bapak La Ode Alam Minsaris, S.Pi, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia memberikan arahan selama penelitian.
4. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Sistem Informasi Kelautan dan Staf Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Serang.
5. Kedua Orang tua beserta kakak dan adik yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses penelitian dan pembuatan skripsi.
6. Bapak Dani Arief Wahyudi S.Hut, M.AP, M.A., Mas Aditya Wahyu Putra, Mba Yulia Siti Maisaroh, Mba Fadhilla Rizky, Bang Verost Tawaqal, dan Mba Kharisma Regina Aulia serta staff BRGM yang senantiasa sigap dalam membantu proses penelitian.
7. Bapak Dedi Damanik, Bapak Sabran dan KTH Tunas Tanjung Harapan serta warga Dusun XV Paluh Kurau yang dengan senang hati mambantu penelitian penulis.

8. Nona Unsur Atom Zn yang senantiasa memberikan dukungan terhadap penulis.
9. Teman-teman SIK Biw, Orca dari berbagai generasi, dan Pasukan Aum yang selalu membantu dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dengan penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu memberikan dukungan.

Penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian-penelitian selanjutnya.

Serang, 20 Maret 2024

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Serang, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pardip Maulana
NIM : 2007979
Program Studi : Sistem Informasi Kelautan
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Serang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove
di Paluh Kurau, Deli Serdang

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini universitas pendidikan Indonesia kampus serang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Serang
Pada tanggal : 20 Maret 2024

Pardip Maulana

Pardip Maulana

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove Paluh Kurau, Deli Serdang” ini beserta seluruh isisnya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang telah berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Serang, 20 Maret 2024

Yang menyatakan



Pardip Maulana

ABSTRAK

ESTIMASI STOK KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN MANGROVE DI PALUH KURAU, DELI SERDANG

Pardip Maulana

Program Studi Sistem Informasi Kelautan, Kampus Daerah Serang
Universitas Pendidikan Indonesia

Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu gas rumah kaca terbesar di atmosfer bumi yang mengalami peningkatan dampak akibat aktifitas manusia dan berakibat pada perubahan iklim global. Hutan mangrove menyediakan fungsi penyerap karbon dengan menyerap CO₂ dari atmosfer melalui fotosintesis dan penyimpanan karbon pada sedimen. Oleh karena itu, penting untuk memahami distribusi karbon yang tersimpan di dalam ekosistem mangrove secara spasial. Penelitian ini memaparkan upaya pemetaan stok karbon di hutan mangrove dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Penggunaan data spasial dan teknik pengolahan citra Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) serta pemodelan regresi linear digunakan untuk menjelaskan varians stok karbon mangrove. Jenis sedimen berupa lumpur dan pola pasang surut diurnal menjadikan wilayah hutan mangrove Paluh Kurau sebagai media pertumbuhan untuk spesies *Avicennia sp*, *Bruguiera sp*, *Nypa sp*, *Rhizophora sp*, dan *Sonneratia sp* yang baik dengan kerapatan vegetasi yang beragam. Vegetasi tinggi seluas 1.371,55 ha, vegetasi sedang seluas 509,73 ha, dan vegetasi rendah seluas 151,93 ha. Hasil penelitian menunjukkan simpanan karbon sebesar 136.192,12 ton dengan koefisien determinasi persamaan linear sebesar 0,839 untuk biomassa di atas tanah dan 0,813 untuk koefisien determinasi persamaan linear biomassa di bawah tanah. Sehingga pemodelan persamaan yang dihasilkan dapat bekerja dengan baik untuk estimasi stok karbon tersimpan di Hutan Mangrove Paluh Kurau.

Kata kunci: Hutan Mangrove, NDVI, Penginderaan Jauh, Penyimpanan Karbon.

ABSTRACT

ESTIMATED CARBON STORED IN MANGROVE FOREST PALUH KURAU, DELI SERDANG

Pardip Maulana

*Marine Information Systems Study Program, Serang
Campus Indonesia Education University*

*Carbon dioxide (CO₂) is one of the largest greenhouse gases in the earth's atmosphere which has increased impacts due to human activities and results in global climate change. Mangrove forests provide a carbon sink function by absorbing CO₂ from the atmosphere through photosynthesis and storing carbon in sediments. Therefore, it is important to understand the spatial distribution of carbon stored in mangrove ecosystems. This study describes efforts to map carbon stocks in mangrove forests using remote sensing technology. The use of spatial data and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image processing techniques as well as linear regression modeling were used to explain the variance of mangrove carbon stocks. Sediment types in the form of mud and diurnal tidal patterns make the Paluh Kurau mangrove forest area a growth medium for *Avicennia sp*, *Bruguiera sp*, *Nypa sp*, *Rhizophora sp*, and *Sonneratia sp* species with diverse vegetation density. High vegetation covers an area of 1,371.55 ha, medium vegetation covers an area of 509.73 ha, and low vegetation covers an area of 151.93 ha. The results showed carbon storage of 136,192.12 tons with a coefficient of determination of linear equations of 0.839 for above-ground biomass and 0.813 for coefficient of determination of linear equations underground biomass. So that the resulting equation modeling can work well for estimating carbon stocks stored in the Paluh Kurau Mangrove Forest.*

Keywords: *Mangrove Forest, NDVI, Remote Sensing, Carbon Storage*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
SURAT PERNYATAAN.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Ekosistem Mangrove.....	6
B. Karbon Tersimpan.....	7
C. Penginderaan Jauh.....	7
D. Penelitian terkait.....	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	9
A. Desain Penelitian.....	9
B. Metode Penelitian.....	9
C. Teknik Penelitian	11
D. Latar/Setting Penelitian.....	13
E. Objek Penelitian.....	14
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	15
A. Kondisi Hutan Mangrove Paluh Kurau.....	15

B. Kerapatan Hutan Mangrove Paluh Kurau	16
C. Simpanan Karbon Hutan Mangrove Paluh Kurau	18
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	22
A. Simpulan	22
B. Saran.....	22
DAFTAR REFERENSI	23
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Kelas Vegetasi Tutupan Lahan	17
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Sistematika Penelitian	10
Gambar 3.2. Sebaran Plot dan Peta Wilayah Peneitian	14
Gambar 4.1. Komposisi Tegakan Mangrove	15
Gambar 4.2. Peta Kerapatan Hutan Mangrove Paluh Kurau	17
Gambar 4.3. Koefisien Determinasi Persamaan Regresi Linear AGB dengan NDVI ...	20
Gambar 4.4. Koefisien Determinasi Persamaan Regresi Linear BGB dengan NDVI....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pengambilan Data Lapangan.....	29
Lampiran 2. Instrumen Pengumpulan Data Lapangan.....	31
Lampiran 3. Letter of Acceptance (LoA) Artikel	37
Lampiran 4. Terbit Artikel di Jurnal	38
Lampiran 5. Curriculum Vitae (CV) Penulis	39

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, T. T. (2020). Identifikasi Spektral Spesies Mangrove Menggunakan Sistem Photo Udara Drone di Segara Anakan, Cilacap (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman). <http://repository.unsoed.ac.id/id/eprint/13738>.
- Ahmed, S., & Kamruzzaman, M. (2021). Species-specific biomass and carbon flux in Sundarbans mangrove forest, Bangladesh: Response to stand and weather variables. *Biomass and Bioenergy*, 153, 106215. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106215>.
- Aji, Y. B. (2015). Estimasi Stok Karbon Kayu (Di Atas Permukaan) di Hutan Mangrove pada Areal IUPHHK-HA, PT. Bintuni Utama Murni Wood Industries, Kabupaten Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat dengan Citra Landsat 8 (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Al Idrus, S. W. (2018). Analisis kadar karbon dioksida di Sungai Ampenan Lombok. *Journal Pijar MIPA*, 13(2), 167-170.
- Alongi, D. M. (2020). Global significance of mangrove blue carbon in climate change mitigation. *Sci*, 2(3), 67. <https://doi.org/10.3390/sci2030067>.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian. *PILAR*, 14(1), 15-31.
- Azhari, H. A. (2022). Analisis Komunitas dan Zonasi Mangrove di Desa Paluh Kurau, Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara). <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/49289>.
- Azwar, S. (2016). Reliabilitas dan validitas aitem. *Buletin Psikologi*, 3(1), 19-26. <https://doi.org/10.22146/bpsi.13381>.
- Baderan., Wahyuni, D. K. (2017). *Serapan karbon hutan mangrove Gorontalo*. Deepublish.
- Barbier, E. B. (2017). Marine ecosystem services. *Current Biology*, 27(11), R507-R510. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.020>.
- Bindu, G., Rajan, P., Jishnu, E. S., & Joseph, K. A. (2020). Carbon stock assessment of mangroves using remote sensing and geographic information system. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(1), 1-9.
- Cahyaningrum, S. T., & Hartoko, A. (2014). Mangrove Carbon Biomass at Kemujan Island, Karimunjawa Nasional Park Indonesia. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 34-42.
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, 295(2), 295-336.

- Danarto, S. A. (2020). Penaksiran Riap Biomassa dan Riap Karbon pada Famili Sapindaceae di Kebun Raya Purwodadi (Biomass and Carbon Increments of Sapindaceae Family in Purwodadi Botanic Garden). *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2), 241-254.
- Dharmawan, I. W. E., & Pramudji, S. (2017). Panduan Pemantauan Komunitas Mangrove. *Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta*. ISBN 978-602-6504-13-15.
- Dirjen PHKA. (2015). Nomor Registrasi Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam dan Taman Buru.
- Fauzie, G. (2021). Peran Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Provinsi Riau Dalam Melestarikan Suaka Margasatwa Bukit Rimbang Bukit Baling (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Forestriko, H. F. (2016). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Estimasi Stok Karbon Hutan Mangrove di Kawasan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(1).
- Frananda, H., Hartono, H., & Jatmiko, R. H. (2015). Komparasi indeks vegetasi untuk estimasi stok karbon hutan mangrove kawasan segoro anak pada kawasan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur. *Majalah Ilmiah Globe*, 17(2), 113-123.
- Gaol, J. L., & Susilo, S. B. (2018). Studi kerapatan dan perubahan tutupan mangrove menggunakan citra satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 99-109. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.18595>.
- Ghozali, I. (2016). Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 23.
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global change biology*, 26(10), 5844-5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>.
- Hamel, J. F. (Ed.). (2018). *World Seas: An Environmental Evaluation: Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*. Academic Press. ISBN 978-0-12-805052-1.
- Hamilton, S. E., & Casey, D. (2016). Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*, 25(6), 729-738. <https://doi.org/10.1111/geb.12449>.
- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2016). Peran biomassa mangrove dalam menyimpan karbon di Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan*, 13(1), 1-12.
- Hori, M., Bayne, C. J., & Kuwae, T. (2019). Blue carbon: characteristics of the ocean's sequestration and storage ability of carbon dioxide. *Blue carbon in*

- shallow coastal ecosystems: Carbon dynamics, policy, and implementation, 1-31. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1295-3_1.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (2014). Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses.
- Iqbal, M. N. (2018). Mapping The Distribution of Mangrove Forests Using Remote Sensing and Geographic Information Systems in The District of Bangkalan, East Java Province. *Journal of Food and Life Sciences*, 2(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jfls.2018.002.02.05>.
- KKP. (2020). Hari Mangrove Sedunia, KKP Targetkan Rehabilitasi 200 ha Lahan Mangrove di 2020.
- KLHK. (2021). Agenda Baru Perlindungan Mangrove Dunia di 2021. Diakses dari <https://bsilhk.menlhk.go.id/index.php/2021/08/05/2021-agenda-baru-perlindungan-mangrove-dunia/>.
- KLHK. (2021). Peta Mangrove Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021.
- Kathiresan, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of mangroves and mangrove ecosystems. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(01\)40003-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(01)40003-4).
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests* (Vol. 86). Bogor, Indonesia: Cifor.
- Komiyama, A., Havanond, S., Srisawatt, W., Mochida, Y., Fujimoto, K., Ohnishi, T. & Miyagi, T. (2000). Top/root biomass ratio of a secondary mangrove (*Ceriops tagal* (Perr.) CB Rob.) forest. *Forest ecology and management*, 139(1-3), 127-134. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00339-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00339-4).
- Komiyama, A., Pongpan, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of tropical ecology*, 21(4), 471-477. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002476>.
- Kusuma, A. H., Effendi, E., Hidayatullah, M. S., & Susanti, O. (2022). Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. *Journal of Marine Research*, 11(4), 768-778. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.35605>.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons.
- Lukiawan, R., Purwanto, E. H., & Ayundyahrini, M. (2019). Standar koreksi geometrik citra satelit resolusi menengah dan manfaat bagi pengguna. *Jurnal Standardisasi*, 21(1), 45-54. <http://dx.doi.org/10.31153/js.v21i1.735>.
- Malihah, L. (2022). Tantangan Dalam Upaya Mengatasi Dampak Perubahan Iklim Dan Mendukung Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan: Sebuah Tinjauan.

- Jurnal Kebijakan Pembangunan, 17(2), 219-232.
<https://doi.org/10.47441/jkp.v17i2.272>.
- Malik, A., Mertz, O., & Fensholt, R. (2017). Mangrove forest decline: Consequences for livelihoods and environment in South Sulawesi. *Regional environmental change*, 17, 157-169. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0989-0>.
- Marzuki, M. (2022). Estimasi Stok Karbon Biomassa pada Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Satelit di Pulau Nunukan Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Nedhisa, P. I., & Tjahjaningrum, I. T. (2020). Estimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan persamaan allometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), E61-E65. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.45838>.
- Prasetyo, A., Santoso, N., & Prasetyo, L. B. (2017). Kerusakan Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur Degradation of Mangrove Ecosystem in Ujung Pangkah Subdistrict Gresik District East Java Province. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(2), 130-133. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.2.130-133>.
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2017). Hutan mangrove dan pemanfaatannya. Deepublish.
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(2), 344-349. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510272113>.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Spec. Publ*, 351(1), 309.
- Royani, N. I. N. D. Y. (2018). Analisis Persebaran Biomassa Hutan Mangrove Berdasarkan Korelasi Nilai Indeks Vegetasi Dengan Nilai Allometrik Biomassa (Studi Kasus: Teluk Lamong Surabaya). Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Runtuboi, F., Nugroho, J., & Rahakratat, Y. (2018). Biomassa And Accumulation Carbon On Seagrass *Enhalus Acroides* In Gunung Botak Bay Coastal, West Papua. <http://repository.unipa.ac.id:8080/xmlui/handle/123456789/1978>.
- Rusli, M. (2021). Merancang penelitian kualitatif dasar/deskriptif dan studi kasus. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 2(1), 48-60.
- Sianturi, R., & Masiyah, S. (2018). Estimasi Stok Karbon Mangrove Di Muara Sungai Kumbe Distrik Malind Kabupaten Merauke. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 1(1), 24-32.

- Simarmata, N., Elyza, F., & Vatiady, R. (2020). Kajian Citra Satelit Spot-7 Untuk Estimasi Standing Carbon Stock Hutan Mangrove Dalam Upaya Mitigasi Perubahan Iklim (Climate Changes) di Lampung Selatan. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 16(1). <http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v8i2.45838>.
- Sipayung, R. (2023). Keanekaragaman Vegetasi Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Wana Lestari*, 5(01), 201-206. <https://doi.org/10.35508/wanalestari.v7i01.11760>.
- Situmorang, J. P., & Sugianto, S. (2016). Estimation of carbon stock stands using EVI and NDVI vegetation index in production forest of Lembah Seulawah sub-district, Aceh Indonesia. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 5(3), 126-139. <https://doi.org/10.13170/aijst.5.3.5836>.
- Sugiyono. (2019). *Statistik untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Taillardat, P., Friess, D. A., & Lupascu, M. (2018). Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biology letters*, 14(10), 20180251. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>.
- Tanjung, C. F., Yulianda, F., & Kurniawan, F. (2023). Penilaian Kesehatan Mangrove di Desa Jago Jago, Kabupaten Tapanuli Tengah, Sumatera Utara. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 14(2), 157-167. <https://doi.org/10.24319/jtpk.14.157-167>
- Tomlinson, P. B. (2016). *The botany of mangroves*. Cambridge University Press.
- Tumangger, B. S. (2019). Identifikasi dan karakteristik jenis akar mangrove berdasarkan kondisi tanah dan salinitas air laut di Kuala Langsa. *Biologica Samudra*, 1(1), 09-16.
- United States Geological Survey. (2018). Landsat Missions. Diakses dari <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat>.
- Viana, D. S., & Chase, J. M. (2019). Spatial scale modulates the inference of metacommunity assembly processes. *Ecology*, 100(2), e02576. <https://doi.org/10.1002/ecy.2576>.
- Wang, T., Liu, Y., & Qiao, X. (2021). Applications of UAS in crop biomass monitoring: A review. *Frontiers in plant science*, 12, 616689.
- Wang, X., & Zhu, J. (2024). Vehicle-mounted imaging lidar with nonuniform distribution of instantaneous field of view. *Optics & Laser Technology*, 169, 110063. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2023.110063>.
- Wicaksono, P., Danoedoro, P., Hartono, & Nehren, U. (2016). Mangrove biomass carbon stock mapping of the Karimunjawa Islands using multispectral remote sensing. *International journal of remote sensing*, 37(1), 26-52.

<https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1117679>.

Witomo, C. M. (2018). Dampak Budi Daya Tambak Udang Terhadap Ekosistem Mangrove. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 4(2), 75-85. <http://dx.doi.org/10.15578/marina.v4i2.7331>.

Yulianah, S. E. (2022). *Metodelogi Penelitian Sosial*. CV Rey Media Grafika.