

**ESTIMASI SPASIAL-TEMPORAL STOK KARBON
ATAS PERMUKAAN MANGROVE DI EKOWISATA
MANGROVE KARANGSONG DAN PANTAI TIRIS
KABUPATEN INDRAMAYU**



Virsha Shofiyani

1411622001

Skripsi ini ditulis dan disusun guna memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN HUKUM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

ABSTRAK

Virsha Shofiyani. 1411622001. Estimasi Spasial-Temporal Stok Karbon Atas Permukaan Mangrove Di Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris Kabupaten Indramayu. Jakarta: Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial & Hukum, Universitas Negeri Jakarta. 2026

Penelitian ini menganalisis dinamika spasial-temporal stok karbon biomassa atas permukaan (*Aboveground Biomass/AGB*) ekosistem mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris, Kabupaten Indramayu, periode 2020–2024, menggunakan integrasi data lapangan dan penginderaan jauh berbasis Google Earth Engine (klasifikasi Random Forest pada citra Sentinel-2A; OA 92,1–93,7%, κ 0,896–0,916) dengan model regresi linier NDVI–stok karbon yang menunjukkan hubungan positif (R^2 0,693–0,783), yaitu semakin tinggi nilai NDVI yang mengindikasikan tegakan mangrove semakin rapat dan sehat, semakin besar pula stok karbon yang diestimasi. Hasil menunjukkan tutupan mangrove meningkat dari 292,06 ha (2020) menjadi 360,47 ha (2024), atau bertambah 68,41 ha (+23,4%). Rata-rata stok karbon AGB meningkat dari 81,36 tC/ha menjadi 92,35 tC/ha (+19,3%), setara 187,46 tCO₂e/ha, dengan seluruh sepuluh stasiun pemantauan menunjukkan tren peningkatan (laju sekuestrasi rata-rata 3,93 tC/ha/tahun). Analisis spasial mengonfirmasi kedua kawasan berfungsi sebagai *net carbon sink*, dengan laju sekuestrasi bervariasi antara –20,66 hingga +23,56 tC/ha/tahun tergantung kondisi tegakan dan tekanan lingkungan lokal. Temuan ini membuktikan bahwa model rehabilitasi yang dilakukan memberikan dampak positif terukur terhadap perluasan tutupan dan kapasitas penyimpanan karbon AGB mangrove pesisir Indramayu, meskipun nilai ini baru merepresentasikan sebagian dari cadangan karbon ekosistem secara keseluruhan.

Kata Kunci: Stok Karbon, Mangrove, Biomassa Atas Permukaan, Sentinel-2A, Google Earth Engine, Indramayu, Blue Carbon

ABSTRACT

Virsha Shofiyani. 1411622001. *Spatial-Temporal Estimation of Aboveground Carbon Stock of Mangrove in Karangsang Mangrove Ecotourism and Tiris Beach Indramayu District. Jakarta: Geography Study Program, Faculty of Social Sciences & Law, Jakarta State University. 2026*

This study analyzes the spatio-temporal dynamics of aboveground biomass (AGB) carbon stock in the mangrove ecosystems of the Karangsang Mangrove Ecotourism Area and Pantai Tiris, Indramayu Regency, over the period 2020–2024, by integrating field measurements with remote sensing analysis based on Google Earth Engine (Random Forest classification on Sentinel-2A imagery; Overall Accuracy 92.1–93.7%, Kappa 0.896–0.916) and a linear regression model between NDVI and carbon stock that exhibited a positive relationship (R^2 0.693–0.783), whereby higher NDVI values—indicating denser and healthier mangrove stands—corresponded to greater estimated carbon stock. The results show that mangrove cover increased from 292.06 ha (2020) to 360.47 ha (2024), an addition of 68.41 ha (+23.4%). The mean AGB carbon stock increased from 81.41 tC/ha to 97.08 tC/ha (+19.3%), equivalent to 187.46 tCO₂e/ha, with all ten monitoring stations exhibiting an increasing trend (mean sequestration rate of 3.93 tC/ha/year). Spatial analysis confirmed that both areas function as net carbon sinks, with sequestration rates ranging from –20.66 to +23.56 tC/ha/year depending on stand condition and local environmental pressures. These findings demonstrate that rehabilitation model have produced measurable positive impacts on the expansion of mangrove cover and AGB carbon storage capacity along the Indramayu coast, although this value represents only a portion of the ecosystem's total carbon reserves.

Keywords: Stock Carbon, Mangrove, Aboveground Biomass, Sentinel-2A, Google Earth Engine, Indramayu, Blue Carbon

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Penanggung Jawab/Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan
Hukum Universitas Negeri Jakarta



Firdaus Wajdi, S.Th.I., M.A., Ph.D.

NIP. 198107182008011016

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	<u>Dr. Samadi, S.Pd., M.Si.</u> NIP. 197207102003121002 Ketua		30/7/26
2.	<u>Dra. Asma Irma Setianingsih, M.Si.</u> NIP. 196510281990032002 Penguji Ahli I		30/07/2026
3.	<u>Lia Kusumawati, S.Si., M.Eng.</u> NIP. 197703232002122006 Penguji Ahli II		30/07/2026
4.	<u>Sony Nugratama, S.Pd, M.Si</u> NIP. 198510022023211014 Pembimbing I		01/08/2026
5.	<u>Della Ayu Lestari, S.Si., M.Si.</u> NIP. 199504282024062001 Pembimbing II		01/08/2026

Tanggal Lulus: 14 Agustus 2026

LEMBAR ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Virsha Shofiyani

NIM : 1411622001

Program Studi : S1 Geografi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Estimasi Spasial-Temporal Stok Karbon Atas Permukaan Mangrove Di Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris, Kabupaten Indramayu” adalah:

1. Skripsi ini asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (ahli madya, sarjana, magister, dan/atau doctor) baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini murni hasil gagasan dan rumusan penelitian saya sendiri. Tanpa bantuan dari orang lain, kecuali bimbingan dan arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis maupun dipublikasikan ke orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai sitasi dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menanggung segala sanksi akademik sesuai dengan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta 28 Juli 2026

METERAI TEMPEL
388ANX197703801
Virsha Shofiyani
1411622001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN
TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: (021) 4894221

Laman: lib.unj.ac.id.

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Virsha Shofiyani
NIM : 1411622001
Fakultas/Prodi : Ilmu Sosial dan Hukum/S1 Geografi
Alamat Surel : virshashofiyani12@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas Karya Ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-Lain (.....)

yang berjudul: **Estimasi Spasial-Temporal Stok Karbon Atas Permukaan Mangrove Di Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris, Kabupaten Indramayu**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, dan mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan/atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Juli 2026

Virsha Shofiyani

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“What, Like it’s Hard?”

-Legally Blonde (2001)

PERSEMBAHAN

“Dengan penuh rasa syukur, karya ini saya persembahkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan pundak yang kuat untuk melewati setiap babak sulit.

Terima kasih untuk diri saya, atas setiap malam yang dilewati dengan kepala tegak dan tekad yang bulat.

Serta penghargaan setinggi-tingginya untuk setiap tangan yang terulur, doa yang terucap, dan telinga yang sudi mendengar keluh kesah saya selama perjalanan panjang ini. Kalian adalah bagian terindah dari lembaran sejarah ini”

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan ke-hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini berjudul **“ESTIMASI SPASIAL-TEMPORAL STOK KARBON ATAS PERMUKAAN MANGROVE DI EKOWISATA MANGROVE KARANGSONG DAN PANTAI TIRIS KABUPATEN INDRAMAYU”**. Dalam kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberi bantuan berupa arahan dan dorongan selama penyelesaian studi.

Segala puji dan Syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada peneliti, khususnya dengan selesainya penyusunan skripsi ini. Juga tak lupa peneliti menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

- a. Firdaus Wajdi, S.Th.I., M.A., PhD., selaku Dekan Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.
- b. Ibu Dr. Kurniawati, M.Si., Bapak Dr. Aris Munandar M.Si dan Bapak Abdul Haris M.Si selaku jajaran Wakil Dekan Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.
- c. Bapak Ilham B Mataburu, S.Si., selaku Koordinator Program Studi Geografi Universitas Negeri Jakarta.
- d. Bapak Sony Nugratama M. Si dan Ibu Della Ayu Lestari selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar mengarahkan penyusunan skripsi.
- e. Ibu Dra. Asma Irma Setianingsih, M.Si dan Ibu Lia Kusumawati, S.Si, M.Eng, selaku Dosen Penguji yang memberikan saran dan masukan selama proses seminar skripsi.
- f. Dr. Oot Hotimah, S. Pd, M. Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
- g. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta Staf Program Studi Geografi Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu, wawasan, serta bimbingannya selama masa perkuliahan.

- h. Pak Johan selaku pembimbing tempat magang di BRIN dalam pengumpulan dan pengolahan data.
- i. Almarhumah Soeparmini, selaku nenek saya yang terdahulu, yang selalu memberikan dukungan terbaik dan semangat untuk menjadi manusia yang berpendidikan tinggi dan layak untuk diri sendiri.
- j. Orang tua selaku pendukung finansial dan doa dalam menyelesaikan studi
- k. Yolanda, Lisha, dan Mba Rifdah selaku keluarga terkasih dan pendukung terbesar saya untuk menyelesaikan studi dengan menemani dan memberi saya semangat dimasa sulit.
- l. Intan, Amanda, Karina, Abiya, Laras, Febrian, dan Abim selaku teman sejati dalam suka maupun duka dengan dukungan dan sepernasib perjuangan dalam mendapatkan gelar masing-masing.
- m. Muhammad Daffa Adelard, selaku seseorang yang tidak lepas dalam menjaga dan mendukung saya dalam tiap proses yang saya lakukan. Disaat saya meragukan diri saya sendiri, kehadiran, kesabaran, dan dukungannya yang menjadi energi untuk diri saya.

Peneliti berharap semoga penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan

Wassalammu'alaikum warahmatullahi wabarakatu

Jakarta, 28 Juli 2026

Peneliti,

Virsha Shofiyani

NIM. 1411622001

DAFTAR ISI

ABSTRAK	I
ABSTRACT	II
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	III
LEMBAR ORISINALITAS	IV
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	V
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL	XII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kerangka Teoritis.....	8
2.1.1 Stok Karbon	8
2.1.2 Ekosistem Mangrove.....	10
2.1.3 <i>Aboveground Biomass</i> (AGB).....	12
2.1.4 Persamaan Alometrik	13
2.1.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)	15
2.1.6 <i>Machine Learning</i> : Random Forest	17
2.2 Penelitian Relevan.....	18
2.3 Kerangka Berpikir	20

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Tujuan Penelitian	22
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.3 Metode dan Pengumpulan Data	21
3.3.1 Menghitung Karbon pada AGB	24
3.4 Subjek Penelitian.....	25
3.5 Tahap Rancangan Penelitian	26
3.6 Teknik Analisis Data.....	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Gambaran Wilayah Lokasi Penelitian.....	31
4.1.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	31
4.2 Hasil Penelitian	34
4.2.1 Klasifikasi Citra Area Penelitian 2020 dan 2024.....	34
4.2.2 Perubahan Tutupan Mangrove 2020 dan 2024	39
4.2.3 Karakteristik Stasiun Area Penelitian	46
4.2.4 Hasil Estimasi Stok Karbon AGB Tahun 2020 dan 2024.....	51
4.2.5 Sekuestrasi Karbon Tahun 2020 - 2024.....	60
4.3 Pembahasan.....	64
4.3.1 Analisa Perubahan Stok Karbon 2020 dan 2024.....	64
4.3.2 Implikasi Pengelolaan dan Kebijakan	67
4.3.3 Keterbatasan Penelitian.....	69
BAB 5 KESIMPULAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	77
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1.1	Visualisasi Penyimpanan Karbon Pada Tegakan Mangrove	8
Gambar 2.1.3.1	Pengukuran DBH.....	13
Gambar 2.1.6.1	Visualisasi Random Forest	17
Gambar 2.1.6.1	Bagan Kerangka Berpikir	21
Gambar 2.1.6.1	Peta Lokasi Penelitian.....	20
Gambar 2.1.6.1	Peta Stasiun dan Plot Penelitian	23
Gambar 3.3.1.1	Bagan Alur Penelitian.....	30
Gambar 4.1.1.1	Ekowisata Mangrove Karangsong dan Pantai Tiris.....	31
Gambar 4.2.1.1	Peta Tutupan Lahan Pesisir Indramayu	38
Gambar 4.2.2.1	Peta Kelas Kerapatan Mangrove Pesisir Indramayu	44
Gambar 4.2.2.2	Peta Perubahan Sebaran Mangrove 2020 dan 2024	45
Gambar 4.2.3.1	Groundcheck Pengukuran DBH	49
Gambar 4.2.3.2	Peta Lokasi Groundcheck	50
Gambar 4.2.4.1	Scatter Plot 2020 dan 2024	55
Gambar 4.2.4.2	Peta Estimasi Stok Karbon 2020 dan 2024.....	58
Gambar 4.2.5.1	Peta Sekuerstrasi Karbon Karangsong dan Tiris	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.4.1 Persamaan Zona Iklim Ekosistem Mangrove.....	14
Tabel 2.1.6.1 Tabel Waktu Penelitian	21
Tabel 2.1.6.1 Sumber Data Penelitian	22
Tabel 4.2.1.1 Hasil Uji Validitas Klasifikasi Tutuoan Lahan	36
Tabel 4.2.2.1 Nilai NDVI Kelas Kerapatan Mangrove	39
Tabel 4.2.2.2 Luasan Tiap Kelas Kerapatan Mangrove 2020 dan 2024	40
Tabel 4.2.2.3 Fluktuasi Luasan Mangrove 2020 dan 2024	41
Tabel 4.2.2.4 Perubahan Kelas Mangrove 2020 dan 2024.....	42
Tabel 4.2.3.1 Sebaran Jenis Mangrove Pada Stasiun Groundcheck	47
Tabel 4.2.4.1 Model Allometrik Jenis Mangrove.....	51
Tabel 4.2.4.2 Hasil Groundcheck (DBH, Biomassa, Stok Karbon, CO _{2e})	52
Tabel 4.2.4.3 sil Validasi Model Regresi Linier NDVI–Stok Karbon AGB Mangrove Tahun 2020 dan 2024	54
Tabel 4.3.1.1 Perbandingan Estimasi Stok Karbon AGB per Stasiun antara tahun 2020 dan 2024.....	64
Tabel 4.3.1.2 Hasil Pemodelan Spasial (Peta Estimasi Karbon dan Sekuestrasi)	65