

**PEMODELAN SPASIAL DISTRIBUSI STOK KARBON BIRU
BERDASARKAN ZONA VEGETASI MANGROVE DI PULAU BURUNG
KABUPATEN TANAH BUMBU**

**ANDI MUHAMMAD RIDHO FALAHUDDIN
2420525310045**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**PEMODELAN SPASIAL DISTRIBUSI STOK KARBON BIRU
BERDASARKAN ZONA VEGETASI MANGROVE DI PULAU BURUNG
KABUPATEN TANAH BUMBU**

**ANDI MUHAMMAD RIDHO FALAHUDDIN
2420525310045**

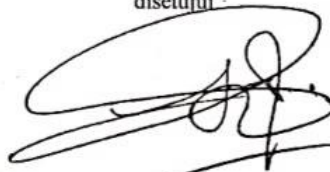
TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

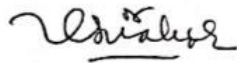
**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

Judul Tesis : Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona
Vegetasi Mangrove di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu
Nama : Andi Muhammad Ridho Falaheuddin
NIM : 2420525310045

disetujui



Prof. Ir. Basir Achmad, M.S., Ph.D.
Ketua



Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si.
Anggota I



Prof. Dr. Ir. Muhammad Ruslan, M.S.
Anggota II

diketahui

Kordinator Program Studi
Magister (S2) PSDAL



Dr. Dini Sofarini, S.Pi, M.S.

Tanggal Lulus:

Direktur Pascasarjana
Universitas Lambung Mangkurat



Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.Si.

Tanggal Wisuda:

SERTIFIKAT PLAGIASI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 154/UN8.4/DP/2026

Sertifikat ini diberikan kepada:

Andi Muhammad Ridho Falahuddin

Dengan Judul Tesis :

Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona Vegetasi Mangrove
di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarmasin, 17 Juli 2026
Direktur,



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muhammad Ridho Falahuddin
NIM : 2420525310045
Program Studi : S2 - Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona Vegetasi Mangrove di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu”**

Menyatakan dengan sebenarnya Tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapa pun.

Banjarbaru, Juli 2026
Yang membuat pernyataan



Andi Muhammad Ridho Falahuddin
NIM. 2420525310044

RINGKASAN

Andi Muhammad Ridho Falahuddin. 2026. *Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona Vegetasi Mangrove di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu*. Pembimbing: Prof. Ir. Basir Achmad, M.S., Ph.D.; Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si.; Prof. Dr. Ir. Muhammad Ruslan, M.S.

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan karbon pada biomassa vegetasi maupun sedimen, sehingga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Namun, informasi mengenai distribusi spasial stok karbon biru pada skala lokal masih terbatas, terutama yang mempertimbangkan perbedaan karakteristik setiap zona vegetasi. Oleh karena itu, diperlukan model spasial yang mampu menggambarkan distribusi stok karbon biru secara lebih rinci sebagai dasar pengelolaan dan konservasi ekosistem mangrove.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran dan zonasi vegetasi mangrove, mengestimasi stok karbon biru pada setiap zona vegetasi, serta mengembangkan model spasial distribusi stok karbon biru berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengevaluasi tingkat akurasi model yang dihasilkan.

Penelitian dilaksanakan di kawasan mangrove Desa Pulau Burung, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Analisis dilakukan menggunakan citra Sentinel-2A yang diolah menjadi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) sebagai variabel prediktor biomassa. Pengamatan lapangan dilakukan pada 21 plot menggunakan metode *stratified purposive sampling* berdasarkan kelas NDVI. Biomassa vegetasi dihitung menggunakan persamaan alometrik, sedangkan stok karbon tanah diperoleh melalui analisis laboratorium terhadap sampel sedimen hingga kedalaman 120 cm. Zonasi vegetasi ditentukan menggunakan metode *Euclidean Distance*, kemudian seluruh data diintegrasikan dalam Sistem Informasi Geografis untuk menyusun model spasial distribusi stok karbon biru.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan mangrove terbagi menjadi tiga zona, yaitu zona depan seluas 47,43 ha (22,20%), zona tengah 61,87 ha (28,96%), dan zona belakang 104,37 ha (48,85%). Model regresi NDVI–biomassa menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,8685, koefisien korelasi 0,93, dan RMSE 49,04 ton/ha, yang menunjukkan kemampuan prediksi model tergolong baik. Total stok karbon vegetasi sebesar 40.824,24 ton C dan stok karbon tanah sebesar 86.869,00 ton C, sehingga total stok karbon biru mencapai 127.693,24 ton C, dengan sekitar 68% tersimpan pada karbon tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi citra Sentinel-2A, data lapangan, analisis laboratorium, dan SIG mampu menghasilkan model spasial yang efektif untuk menggambarkan distribusi stok karbon biru sebagai dasar pengelolaan dan konservasi ekosistem mangrove berbasis karbon.

Kata kunci: *blue carbon*, biomassa, stok karbon, Sistem Informasi Geografis (SIG), mangrove, NDVI, Sentinel-2A, zonasi vegetasi.

SUMMARY

Andi Muhammad Ridho Falahuddin. 2026. *Spatial Modeling of Blue Carbon Stock Distribution Based on Mangrove Vegetation Zones on Burung Island, Tanah Bumbu Regency*. Supervisors: Prof. Ir. Basir Achmad, M.S., Ph.D.; Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si.; Prof. Dr. Ir. Muhammad Ruslan, M.S.

Keywords: blue carbon, biomass, carbon stock, Geographic Information System (GIS), mangrove, NDVI, Sentinel-2A, vegetation zonation.

Mangrove ecosystems are among the most important blue carbon ecosystems due to their high capacity to sequester and store carbon in both vegetation biomass and sediment, thereby playing a significant role in climate change mitigation. However, information on the spatial distribution of blue carbon stocks at the local scale remains limited, particularly on Burung Island, Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan, Indonesia. This study aims to analyze the distribution and zonation of mangrove vegetation, estimate blue carbon stocks within each vegetation zone, and develop a spatial model of blue carbon stock distribution using a Geographic Information System (GIS) and evaluate its predictive accuracy.

This study utilizes Sentinel-2A satellite imagery to derive the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) as a predictor variable for vegetation biomass, combined with field observations collected from 21 sampling plots using a stratified purposive sampling approach based on NDVI classes. Vegetation biomass is estimated using allometric equations, while soil carbon stocks are determined through laboratory analysis of sediment samples collected to a depth of 120 cm. Vegetation zonation is delineated using the Euclidean Distance method based on the environmental gradient extending from the coastline toward inland areas. Satellite imagery, field observations, laboratory results, and regression models are integrated within a GIS-based spatial analysis framework to produce a spatial distribution map of blue carbon stocks.

The results show that the mangrove ecosystem is divided into three vegetation zones: the seaward zone covering 47.43 ha (22.20%), the middle zone covering 61.87 ha (28.96%), and the landward zone covering 104.37 ha (48.85%). The relationship between NDVI and vegetation biomass is described by the regression model $\text{Biomass} = 455.57 \times \text{NDVI} + 7.29$, with a coefficient of determination (R^2) of 0.8685, a correlation coefficient (r) of 0.93, and a Root Mean Square Error (RMSE) of 49.04 ton/ha, indicating good predictive performance for estimating vegetation biomass. The estimated vegetation carbon stock is 40,824.24 ton C. In comparison, the soil carbon stock reached 86,869 ton C, resulting in a total blue carbon stock of 127,693.24 ton.

C. Soil carbon constituted the largest carbon pool, contributing approximately 68% of the total blue carbon stock. The highest carbon stocks are concentrated in the middle and landward zones, where denser vegetation and relatively stable ecological conditions were observed.

The novelty of this study lies in integrating Sentinel-2A imagery, field observations, laboratory analyses, and Geographic Information Systems within a unified spatial modeling framework for vegetation zone-based blue carbon

assessment at the scale of a small island. This approach provides more comprehensive spatial information than conventional carbon estimates that focus solely on vegetation biomass or total ecosystem carbon, thereby providing a scientific basis for supporting carbon-based conservation, rehabilitation, and sustainable management of mangrove ecosystems.

Banjarmasin, July 24, 2026

Approved by:

Head of Language Center



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd NIP.

197710232001122003

SURAT KETERANGAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
UPA BAHASA ULM
Jalan Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 70123 Banjarmasin
Telepon/Fax.: (0511) 3308140
Email: uptbahasa@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN

NO: 181/UN8.16/BS/2026

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan bahasa Inggris dengan judul:

"Spatial Modeling of Blue Carbon Stock Distribution Based on Mangrove Vegetation Zones on Burung Island, Tanah Bumbu Regency" yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Andi Muhammad Ridho Falahuddin
Nim : 2420525310045
Jurusan/Fakultas : S2 PSDAL
Program : Pascasarjana

telah diverifikasi Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari ringkasan yang ditulis oleh mahasiswa tersebut di atas. (Ringkasan terlampir)
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarmasin, July 24, 2026
Kepala,



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd
NIP. 197710232001122003

RIWAYAT HIDUP

Andi Muhammad Ridho Falahuddin lahir di Kampung Baru pada tanggal 1 April 2000. Penulis merupakan anak pertama dari enam bersaudara, pasangan Bapak Andi Anwar Sadat, S.Pi. dan Ibu Masrofah, S.Pd.SD. Penulis dapat dihubungi melalui surat elektronik andimuhmadridtho632@gmail.com.

Penulis memulai pendidikan formal di SD Muhammadiyah Pagatan dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Kusan Hilir dan lulus pada tahun 2015, kemudian menyelesaikan pendidikan menengah atas di MA Al-Kautsar pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat. Pendidikan sarjana diselesaikan pada tahun 2024 dengan skripsi berjudul "Jenis dan Kerapatan Mangrove serta Analisis Estimasi Serapan Karbon Biru (Blue Carbon) di Kawasan Wisata Hutan Mangrove Desa Pulau Burung Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu."

Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan pada Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat. Pendidikan magister diselesaikan pada tahun 2026 dengan tesis berjudul "Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona Vegetasi Mangrove di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu Menggunakan Sistem Informasi Geografis."

Sejak tahun 2024 hingga sekarang, penulis bekerja sebagai Petugas Pengambil Contoh Uji (PPC) pada UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tanah Bumbu. Sebagai bagian dari pengembangan kompetensi profesional di bidang lingkungan, penulis telah mengikuti berbagai sertifikasi profesi, antara lain Sertifikasi BNSP Pengambilan Contoh Uji Udara Ambien, Sertifikasi Pengambilan Contoh Uji Air, Sertifikasi Pengambilan Contoh Uji Tanah, serta Sertifikasi Pengambilan Contoh Uji Emisi Sumber Tidak Bergerak.

Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis secara konsisten mengembangkan penelitian pada bidang ekologi mangrove, karbon biru (*blue carbon*), penginderaan jauh (*remote sensing*), Sistem Informasi Geografis (SIG),

serta pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan. Fokus penelitian tersebut berkembang dari inventarisasi dan estimasi stok karbon biru pada jenjang sarjana menjadi pengembangan model spasial distribusi stok karbon biru berbasis Sistem Informasi Geografis pada jenjang magister. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi salah satu referensi dalam mendukung konservasi, rehabilitasi, dan pengelolaan ekosistem mangrove berbasis karbon secara berkelanjutan di Indonesia.

Penulis meyakini bahwa penelitian mengenai karbon biru tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga menjadi dasar ilmiah dalam mendukung konservasi ekosistem pesisir serta upaya mitigasi perubahan iklim yang berkelanjutan.

Andi Muhammad Ridho Falahuddin

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat, karunia, serta ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Pemodelan Spasial Distribusi Stok Karbon Biru Berdasarkan Zona Vegetasi Mangrove di Pulau Burung Kabupaten Tanah Bumbu Menggunakan Sistem Informasi Geografis" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat.

Penyusunan tesis ini merupakan proses pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis. Melalui penelitian ini, penulis tidak hanya memperoleh pengalaman dalam mengembangkan kajian ilmiah mengenai ekosistem mangrove dan karbon biru, tetapi juga belajar mengenai pentingnya ketelitian, kerja sama, serta integritas dalam setiap tahapan penelitian. Penulis menyadari bahwa penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Ir. Basir Achmad, M.S., Ph.D., selaku Ketua Komisi Pembimbing, atas segala bimbingan, arahan, motivasi, serta ilmu yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan tesis.
2. Dr. Muhammad Syahdan, S.Pi., M.Si., selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas saran, masukan, dan perhatian yang sangat berarti dalam penyempurnaan penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. Muhammad Ruslan, M.S., selaku Anggota Komisi Pembimbing, atas kritik, masukan, serta arahan yang membangun sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.
4. Prof. Dr. Ir. Ahmad Jauhari, M.P. dan Dr. Abdi Fitrhia, S.Hut., M.P., selaku dosen penguji, atas berbagai saran, kritik, dan masukan yang sangat berharga dalam penyempurnaan tesis ini.
5. Dr. Dini Sofarini, S.Pi., M.S., selaku Ketua Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Lambung

Mangkurat, beserta seluruh dosen dan tenaga kependidikan yang telah memberikan ilmu, pelayanan, dan pengalaman akademik selama penulis menempuh pendidikan.

6. UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tanah Bumbu, yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan serta melaksanakan penelitian.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Andi Anwar Sadat, S.Pi. dan Ibu Masrofah, S.Pd.SD., atas kasih sayang, doa, dukungan, pengorbanan, serta kepercayaan yang tidak pernah putus kepada penulis. Terima kasih juga kepada seluruh saudara dan keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
8. Kepada seseorang yang selalu menjadi bagian dari perjalanan ini, Elvira Meilinda Putri, yang dengan penuh kesabaran, perhatian, doa, serta dukungan setia telah menemani penulis sejak masa studi sarjana hingga menyelesaikan pendidikan magister. Kehadiran dan semangat yang diberikan menjadi salah satu kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan perjalanan akademik ini.
9. Teman-teman angkatan Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat, atas kebersamaan, semangat, serta pengalaman yang telah dibagikan selama masa perkuliahan.
10. Rekan-rekan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tanah Bumbu atas dukungan, kerja sama, dan pengertiannya selama penulis menjalani studi.
11. Rekan-rekan penelitian, Ahmad Rizqi Safari, Ali Zainal Abidin, Muhammad Nopri Aldy, dan Muhammad Fiqri Mubarak, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu pelaksanaan pengambilan data di lapangan.
12. Pemerintah Desa Pulau Burung, khususnya Kepala Desa Bapak Muhammad Sayyidina, beserta seluruh perangkat desa yang telah memberikan izin, dukungan, dan bantuan selama penelitian berlangsung.
13. Masyarakat Desa Pulau Burung, khususnya Bapak Syamsu beserta keluarga, yang telah menerima penulis dengan penuh keramahan serta memberikan tempat tinggal, konsumsi, dan bantuan transportasi selama kegiatan penelitian di lapangan.

14. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan selama proses penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan, serta menjadi salah satu referensi dalam mendukung konservasi, rehabilitasi, dan pengelolaan ekosistem mangrove berbasis karbon di Indonesia.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Banjarbaru, Juli 2026



Andi Muhammad Ridho Falahuddin

DAFTAR ISI

	Halaman
SERTIFIKAT PLAGIASI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
RINGKASAN.....	iv
SUMMARY	v
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kebaruan Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Perubahan Iklim dan Mitigasi.....	8
2.1.1. Konsep Perubahan Iklim Global dan Dampaknya	8
2.1.2. Strategi Mitigasi Berbasis Ekosistem (Nature-Based Solutions)	10
2.1.3. Peran Ekosistem Pesisir Dalam Mitigasi Perubahan Iklim.	11
2.2. Ekosistem Mangrove.....	13
2.2.1. Karakteristik Ekosistem Mangrove	13
2.2.2. Fungsi Ekologis dan Ekonomis Mangrove	14
2.2.3. Ancaman dan Degradasi Ekosistem Mangrove di Indonesia	15
2.3. Konsep Karbon Biru (<i>Blue Carbon</i>)	16
2.3.1. Definisi dan Komponen Karbon Biru (Biomassa dan Tanah)	16
2.3.2. Potensi Penyimpanan Karbon Pada Mangrove	17
2.3.3. Studi-studi Terkait Estimasi Stok Karbon Biru di Kawasan Pesisir	18

2.4. GIS untuk Studi Mangrove.....	20
2.4.1. Prinsip Dasar Penginderaan Jauh dan GIS Dalam Ekologi Pesisir	20
2.4.2. Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Pemetaan Mangrove	21
2.4.3. Penggunaan Indeks Vegetasi <i>NDVI</i> Dalam Estimasi Biomassa	22
2.4.4. Integrasi Data Lapangan dan Citra Satelit Dalam Penelitian Karbon.....	24
2.5. Model Spasial Stok Karbon.....	25
2.5.1. Konsep Model dan Pemodelan Spasial dalam Ekologi	25
2.5.2. Pendekatan Pemodelan Spasial Dalam Ekologi.....	26
2.5.3. Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Distribusi Stok Karbon (Substrat, Pasang Surut, dan Perubahan Garis Pantai)	28
2.6. Konservasi dan Kebijakan Pengelolaan Mangrove	29
2.6.1. Kebijakan Nasional Terkait Konservasi Mangrove dan Karbon Biru	29
2.6.2. Strategi Rehabilitasi dan Perlindungan Mangrove di Daerah Pesisir	31
2.6.3. Relevansi Penelitian Terhadap Perencanaan Konservasi Berbasis Data	32
2.7. Penelitian Terdahulu	33
2.8. Sintesis dan Posisi Penelitian	36
III. METODE PENELITIAN	38
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian	38
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	38
3.3. Jenis dan Sumber Data	40
3.3.1. Data Sekunder (Citra Satelit dan Data Pendukung)	40
3.3.2. Data Lapangan.....	41
3.4. Metode Pengumpulan Data	42
3.4.1. Alat, Bahan, dan Perangkat Lunak Penelitian.....	42
3.4.2. Pengolahan Citra Satelit.....	44
3.4.3. Pengukuran Vegetasi Mangrove	46
3.4.4. Pengambilan Sampel Sedimen	49
3.4.5. Analisis Laboratorium	51
3.5. Penentuan Zona Vegetasi Mangrove	53
3.5.1. Dasar Penentuan Zonasi.....	53
3.5.2. Prosedur Penentuan Zonasi	54
3.5.3. Klasifikasi Zona Vegetasi Mangrove	54

3.6. Konsep dan Kerangka Pemodelan Spasial	55
3.7. Analisis Data.....	57
3.7.1. Analisis Hubungan NDVI dengan Kerapatan Vegetasi Mangrove.....	57
3.7.2. Analisis Hubungan NDVI dengan Biomassa dan Stok Karbon Vegetasi.....	59
3.7.3. Estimasi Stok karbon Tanah.....	62
3.7.4. Perhitungan Total Stok Karbon Biru	63
3.8. Validasi Data dan Model.....	63
3.8.1. Validasi Model NDVI terhadap parameter vegetasi.....	63
3.8.2. Validasi Estimasi Biomassa Vegetasi.....	64
3.8.3. Validasi Stok Karbon Tanah	64
3.8.4. Uji Akurasi Model Prediktif Biomassa (RMSE).....	65
3.9. Pemodelan Spasial Stok Karbon Biru	65
3.9.1. Permukaan Spasial Stok Karbon Vegetasi.....	68
3.9.2. Permukaan Spasial Stok Karbon Tanah Berbasis Zona Vegetasi Mangrove	69
3.9.3. Integrasi Stok Karbon Vegetasi dan Tanah.....	70
3.9.4. Penyusunan Peta Stok Karbon Biru.....	70
3.10. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	71
3.11. Alur Penelitian	73
3.11.1. Tahap Persiapan.....	73
3.11.2. Pengumpulan Data.....	74
3.11.3. Analisis Data	74
3.11.4. Penyusunan Output Akhir	75
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	76
4.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian	76
4.1.1. Letak dan Batas Administrasi	76
4.1.2. Kondisi Ekosistem Mangrove	76
4.1.3. Kondisi Fisik Lingkungan.....	77
4.1.4. Peta Lokasi Penelitian.....	78
4.2. Analisis Vegetasi Mangrove Berdasarkan NDVI.....	79
4.2.1. Sebaran Nilai NDVI	79
4.2.2. Klasifikasi NDVI dan Penentuan Titik Sampling	81
4.3. Zonasi Vegetasi Mangrove	85
4.4. Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove	88
4.4.1. Struktur Vegetasi dan Komposisi Jenis	88
4.4.2. Parameter Vegetasi	91
4.5. Biomassa dan Stok Karbon Vegetasi Mangrove	92

4.5.1. Estimasi Biomassa Vegetasi	92
4.5.2. Stok Karbon Vegetasi	94
4.5.3. Estimasi Spasial Total Stok Karbon Vegetasi Kawasan Mangrove.....	95
4.6. Stok Karbon Tanah	97
4.6.1. Bulk Density dan Kandungan C-Organik	97
4.6.2. Stok Karbon Tanah per Lapisan.....	98
4.6.3. Total Stok Karbon Tanah (0–120 cm)	100
4.7. Analisis Hubungan NDVI dengan Kerapatan	101
4.7.1. Nilai NDVI dan Kerapatan Vegetasi	101
4.7.2. Model Regresi NDVI – Kerapatan	102
4.7.3. Evaluasi Statistik	103
4.7.4. Interpretasi Hubungan NDVI dan Kerapatan.....	104
4.8. Analisis Hubungan NDVI dengan Biomassa	105
4.8.1. Model Regresi NDVI – Biomassa	105
4.8.2. Evaluasi Statistik Model	107
4.8.3. Uji Akurasi Model.....	108
4.8.4. Interpretasi Hubungan.....	110
4.9. Estimasi dan Integrasi Stok Karbon Biru	111
4.10. Pemetaan Spasial Stok Karbon	112
4.10.1. Pemetaan Biomassa vegetasi Mangrove	112
3.10.2. Pemetaan Stok Karbon Vegetasi	114
4.10.3. Pemetaan karbon Tanah	116
4.10.4. Peta Stok Karbon Total.....	118
4.11 Pembahasan	120
4.11.1 Hubungan NDVI dengan Kerapatan dan Biomassa	121
4.11.2. Distribusi Biomassa dan Karbon Vegetasi Mangrove	122
V. PENUTUP	131
5.1. Kesimpulan.....	131
5.2. Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN	143

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Posisi dan Kebaruan Penelitian.....	6
1.2. Keterkaitan Rumusan Masalah, Tujuan, Metode, dan Luaran	7
2.1. Penelitian Terdahulu	35
3.1. Data yang Digunakan.....	41
3.2. Alat yang Digunakan.....	42
3.3. Bahan yang Digunakan	43
3.4. Perangkat Lunak yang Digunakan	43
3.5. Persamaan Alometrik	48
3.6. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	71
4.1. Distribusi Luas Kelas NDVI Mangrove Desa Pulau Burung	81
4.2. Pengelompokan Kelas NDVI Untuk Stratifikasi Sampling	82
4.3. Presentase Luas Zona Vegetasi Mangrove.....	85
4.4. Komposisi Jenis Mangrove di Lokasi Penelitian.....	87
4.5. Ringkasan Parameter Vegetasi Mangrove.....	89
4.6. Ringkasan Biomassa Vegetasi	91
4.7. Ringkasan Stok Karbon Vegetasi Mangrove.....	92
4.8. Distribusi Biomassa dan Karbon Vegetasi Berdasarkan Zona	94
4.9. Rata-rata Bulk Density dan Kandungan C-Organik Tanah.....	95
4.10. Rata-rata Stok Karbon Tanah per Lapisan	96
4.11. Estimasi Total Stok Karbon Tanah	98
4.12. Kerapatan Vegetasi pada Plot Pengamatan	99
4.13. Hasil Evaluasi Statistik Hubungan NDVI-Kerapatan	101
4.14. Hasil Evaluasi Statistik Hubungan NDVI-Biomassa	105
4.15. Hasil Uji Akurasi Model Regresi NDVI-Biomassa	106
4.16. Estimasi dan Integrasi Stok Karbon Biru Mangrove	109
4.17. Distribusi Karbon Tanah Berdasarkan Zonasi.....	115
4.18. Distribusi Stok Karbon Biru Total	118
4.19. Hubungan NDVI dengan Parameter Vegetasi Mangrove	119
4.20. Distribusi Biomassa dan Karbon Vegetasi Mangrove	120
4.21. Distribusi Biomassa dan Karbon Vegetasi Zona	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Peta Prediksi Curah Hujan.....	9
2.2. Siklus Karbon	12
2.3. Ilustrasi Zonasi dan Struktur Vegetasi Mangrove	13
2.4. Presentasi Simpanan Karbon pada Vegetas.....	18
2.5. Perbandingan Citra Landsat dengan Sentinel	21
2.6. Indeks Vegetasi NDVI	23
2.7. Peta Sebaran Karbon Mangrove	27
3.1. Peta Pulau Burung Kecamatan Simpang Empat.....	39
3.2. Desain Ilustrasi Plot	46
3.3. Pengukuran DBH pada Berbagai Kondisi Pohon	47
3.4. Ilustrasi Pengambilan Core Sedimen (0-120 cm)	45
3.5. Diagram Alur Kerangka Pemodelan Spasial Stok Karbon Biru.....	56
3.6. Diagram Alur Pemodelan Spasial	66
4.1. Peta Lokasi dan Batas Area Penelitian.....	78
4.2. Peta Sebaran Nilai NDVI Mangrove.....	79
4.3. Peta Klasifikasi NDVI Mangrove	81
4.4. Peta Distribusi Titik Sampling Berdasarkan Klasifikasi NDVI	83
4.5. Peta Zonasi Vegetasi Mangrove	85
4.6. Grafik Hubungan NDVI dengan Kerapatan Vegetasi.....	100
4.7. Hubungan NDVI dengan Biomassa Vegetasi Mangrove.....	104
4.8. Peta Sebaran Biomassa Vegetasi Mangrove	111
4.9. Peta Sebaran Karbon Vegetasi Mangrove	113
4.10. Peta Distribusi Karbon Tanah Mangrove	115
4.11. Peta Distribusi Stok Karbon Biru Total Mangrove.....	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Vegetasi Setiap Plot	143
1.1. NDVI Rendah	143
1.2. NDVI Sedang.....	145
1.3. NDVI Tinggi.....	151
2. Data Bulk Density dan C-Organik.....	163
2.1. Bulk Density	163
2.2. C-Organik	164
2.3. Perhitungan Stok Karbon Tanah.....	165
3. NDVI dan Analisis Regresi Biomassa	167
3.1. Analisis Regresi	167
3.2. Uji Akurasi RMSE	168
4. Dokumentasi Lapangan.....	169