



PEMODELAN CADANGAN KARBON, DIAMETER BATANG, TINGGI POHON BERDASARKAN LUAS TAJUK DAN INDEKS VEGETASI DI KAWASAN RESTORASI *MANGROVE*

RAIHAN DANUWENDRA



**DEPARTEMEN KONSERVASI SUMBERDAYA HUTAN DAN EKOWISATA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemodelan Cadangan Karbon, Diameter Batang, Tinggi Pohon Berdasarkan Luas Tajuk dan Indeks Vegetasi di Kawasan Restorasi *Mangrove*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2025

Raihan Danuwendra
E3401211076

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

RAIHAN DANUWENDRA. Pemodelan Cadangan Karbon, Diameter Batang, Tinggi Pohon Berdasarkan Luas Tajuk dan Indeks Vegetasi di Kawasan Restorasi *Mangrove*. Dibimbing oleh YUDI SETIAWAN dan BENI OKARDA.

Pemulihan ekosistem *mangrove* berperan penting dalam menyerap dan menyimpan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model penduga cadangan karbon, diameter batang, dan tinggi pohon berdasarkan luas tajuk dan indeks vegetasi di kawasan restorasi *mangrove*, Desa Sungsang IV, Sumatra Selatan. Data yang diperoleh dari pengukuran lapangan dan citra drone dengan ketinggian 30 meter dan 50 meter. Luas tajuk yang diolah menggunakan algoritma *segmentation multiresolution*, delineasi manual, dan indeks vegetasi dihitung berdasarkan nilai NDVI, GNDVI, TDVI, GRVI, SAVI, dan OSAVI. Analisis regresi dilakukan dengan beberapa pendekatan model linear, polynomial, power, eksponensial, dan logaritmik. Hasil menunjukkan bahwa model polynomial berdasarkan delineasi manual dengan ketinggian drone 30 meter merupakan model terbaik untuk menduga diameter batang, tinggi pohon serta model power untuk menduga total karbon, bawah permukaan, atas permukaan. Indeks vegetasi NDVI dan OSAVI dengan nilai *mean* juga menunjukkan hubungan positif terhadap nilai karbon.

Kata kunci: cadangan karbon, drone multispektral, indeks vegetasi, luas tajuk, *mangrove*

ABSTRACT

RAIHAN DANUWENDRA. Modeling Carbon Stock, Stem Diameter, Tree Height Based on Canopy Area and Vegetation Index in Mangrove Restoration Area. Supervised by YUDI SETIAWAN and BENI OKARDA.

Mangrove ecosystem restoration plays an important role in absorbing and storing carbon. This study aims to build models to estimate carbon stocks, stem diameter, and tree height based on canopy area and vegetation indices in the mangrove restoration area of Sungsang IV Village, South Sumatra. Data was obtained from field measurements and drone image acquisitions from a height of 30 meters and 50 meters. The canopy area was processed using a multiresolution segmentation algorithm, manual delineation, and the vegetation indices were calculated using NDVI, GNDVI, TDVI, GRVI, SAVI, and OSAVI formula. Regression analysis was carried out using several linear, polynomial, power, exponential, and logarithmic model approaches. The results showed that the polynomial models based on manual delineation with a drone height of 30 meters were the best models for estimate stem diameter, tree height and power model for estimating total carbon, belowground, aboveground. The vegetation indices NDVI and OSAVI with mean values also showed a positive relationship to carbon values.

Keywords: carbon stock, crown area, mangrove, multispectral drone, vegetation index



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PEMODELAN CADANGAN KARBON, DIAMETER BATANG, TINGGI POHON BERDASARKAN LUAS TAJUK DAN INDEKS VEGETASI DI KAWASAN RESTORASI *MANGROVE*

RAIHAN DANUWENDRA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata

**DEPARTEMEN KONSERVASI SUMBERDAYA HUTAN DAN EKOWISATA
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian skripsi:
Dr. Erianto Indra Putra, S.Hut., M.Si
Dr. Ir. Siti Badriyah Rushayati, M.Si

Judul Skripsi : Pemodelan Cadangan Karbon, Diameter Batang, Tinggi Pohon Berdasarkan Luas Tajuk dan Indeks Vegetasi di Kawasan Restorasi *Mangrove*

Nama : Raihan Danuwendra
NIM : E3401211076

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Yudi Setiawan S.P., M.Env.Sc



Pembimbing 2:
Beni Okarda S.Hut, M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata:
Dr. Ir. Nyoto Santoso, MS
NIP. 196203151986031002



Tanggal Ujian:
11 September 2025

Tanggal Lulus: 22 SEP 2025

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Pemodelan Cadangan Karbon, Diameter Batang, Tinggi Pohon Berdasarkan Luas Tajuk dan Indeks Vegetasi di Kawasan Restorasi *Mangrove*” ini berhasil diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Dr. Yudi Setiawan S.P., M.Env.Sc sebagai pembimbing utama dan Beni Okarda S.Hut., M.Sc selaku pembimbing kedua yang telah memberikan banyak arahan serta masukan dalam penyelesaian skripsi
2. Dr. Erianto Indra Putra, S.Hut., M.Si selaku dosen penguji, Dr. Ir. Siti Badriyah Rushayati, M.Si selaku ketua sidang, Prof. Dr. Ir. Burhanuddin Masyud, M.S selaku dosen moderator pada seminar hasil, dan Ir. Haryanto, MS selaku dosen moderator pada seminar proposal saya yang sudah membantu memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi
3. CIFOR-ICRAF yang telah memberikan bantuan dana akomodasi untuk melaksanakan penelitian dan orang-orang didalamnya yang sangat supportif selama persiapan, pengambilan data, analisis data, hingga penulisan
4. Kak Andi, Thomas, Pak Apri, Pak Toni sebagai pendamping lapangan dan membantu saat pengambilan data
5. Ayah, ibu, kakak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis
6. Aura Suci Cahyani yang telah menjadi sumber motivasi, memberikan dukungan, dan mendampingi selama proses penyusunan skripsi
7. Teman-teman seperjuangan dari Repala Giriwana, Lawalata IPB, Nirwana Dalingga, dan FAHUTAN angkatan 58 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah menemani penulis baik pada saat pembuatan proposal hingga penyelesaian penulisan skripsi

Penulis meminta maaf apabila terdapat banyak kesalahan dalam penulisan skripsi ini sehingga kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan kedepannya. Semoga proposal penelitian ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dalam keberlanjutan dan pengelolaan kawasan restorasi *mangrove* yang lebih baik.

Bogor, September 2025

Raihan Danuwendra



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.4 Analisis Data	6
III HASIL DAN PEMBAHASAN	14
3.1 Data Lapangan	14
3.2 Analisis Foto Udara	15
3.3 Analisis Indeks Vegetasi	18
3.4 Pendugaan Biomassa dan Cadangan Karbon	19
3.5 Perbandingan CA-1, CA-2, CA-3 dan Pengukuran Lapangan	20
3.6 Hubungan Diameter Batang dan CA-1, CA-2, CA-3	23
3.7 Hubungan Tinggi Pohon dan CA-1, CA-2, CA-3	25
3.8 Hubungan Cadangan Karbon dan CA-1, CA-2, CA-3	27
3.9 Hubungan Cadangan Karbon dan Indeks Vegetasi	33
3.10 Implementasi Model di Lahan Restorasi <i>Mangrove</i>	38
IV SIMPULAN DAN SARAN	40
4.1 Simpulan	40
4.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	67



DAFTAR TABEL

1	Parameter foto udara	7
2	Pengukuran yang digunakan untuk membangun model alometrik	12
3	Range nilai MAPE	13
4	Hasil pengambilan data lapangan	15
5	Total perhitungan cadangan karbon	19
6	Hasil uji-T	20
7	Model pendugaan diameter berdasarkan CA-1 dan CA-2	23
8	Model pendugaan diameter berdasarkan CA-3	23
9	Model pendugaan tinggi berdasarkan CA-1 dan CA-2	25
10	Model pendugaan tinggi berdasarkan CA-3	25
11	Model pendugaan total cadangan karbon berdasarkan CA-1 dan CA-2	27
12	Model pendugaan total cadangan karbon berdasarkan CA-3	27
13	Model pendugaan <i>below ground carbon</i> berdasarkan CA-1 dan CA-2	29
14	Model pendugaan <i>below ground carbon</i> berdasarkan CA-3	29
15	Model pendugaan <i>above ground carbon</i> berdasarkan CA-1 dan CA-2	31
16	Model pendugaan <i>above ground carbon</i> berdasarkan CA-3	31
17	Model pendugaan total cadangan karbon berdasarkan indeks vegetasi	33
18	Model pendugaan <i>below ground carbon</i> berdasarkan indeks vegetasi	35
19	Model pendugaan <i>above ground carbon</i> berdasarkan indeks vegetasi	37

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian	3
2	Diagram alir penelitian	4
3	Contoh desain plot persegi	4
4	Ilustrasi pengukuran diameter tajuk	5
5	Ilustrasi jalur terbang	6
6	Total jumlah individu per jenis pada tiap plot	14
7	Hasil pengolahan <i>drone</i> pada ketinggian (A) 30 m, (B) 50 m	16
8	Hasil segmentasi pada ketinggian (A) 30 m, (B) 50 m	17
9	Hasil manual delineasi pada ketinggian 30 m	17
10	Hasil pengolahan indeks vegetasi (A) NDVI, (B) GNDVI, (C) GRVI, (D) TDVI, (E) SAVI, dan (F) OSAVI pada ketinggian 30 m	18
11	Hasil pengolahan indeks vegetasi (A) NDVI, (B) GNDVI, (C) GRVI, (D) TDVI, (E) SAVI, dan (F) OSAVI pada ketinggian 50 m	19
12	Visualisasi data luas tajuk hasil pengukuran lapangan dan manual delineasi pada ketinggian <i>drone</i> 30 m (CA-3)	21
13	Visualisasi data luas tajuk hasil pengukuran lapangan dan <i>segmentation multiresolution</i> pada ketinggian <i>drone</i> 30 m (CA-1)	21
14	Visualisasi data luas tajuk hasil pengukuran lapangan dan <i>segmentation multiresolution</i> pada ketinggian <i>drone</i> 50 m (CA-2)	22
15	Hubungan diameter batang dengan CA-3	24
16	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	24

17	Hubungan tinggi pohon dengan CA-3	26
18	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	26
19	Hubungan total cadangan karbon dengan CA-3	28
20	Histogram perbandingan antara hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	28
21	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan CA-3	30
22	Histogram perbandingan antara hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	30
23	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan CA-3	32
24	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	32
25	Hubungan total cadangan karbon dengan NDVI (<i>mean</i>) pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	33
26	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	34
27	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan NDVI (<i>mean</i>) pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	35
28	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	36
29	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan OSAVI (<i>mean</i>) pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	37
30	Histogram perbandingan hasil pendugaan dengan pengukuran lapangan	38

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Tallysheet</i> pengambilan data lapangan	48
2	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	48
3	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	49
4	Hubungan total cadangan karbon dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	49
5	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	50
6	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	50
7	Hubungan total cadangan karbon dengan NDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	51
8	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	51
9	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	52
10	Hubungan total cadangan karbon dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	52
11	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	53
12	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	53
13	Hubungan total cadangan karbon dengan GNDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	54

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

14	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	54
15	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	55
16	Hubungan total cadangan karbon dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	55
17	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	56
18	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	56
19	Hubungan total cadangan karbon dengan GRVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	57
20	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	57
21	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	58
22	Hubungan total cadangan karbon dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	58
23	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	59
24	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	59
25	Hubungan total cadangan karbon dengan TDVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	60
26	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	60
27	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	61
28	Hubungan total cadangan karbon dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	61
29	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	62
30	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	62
31	Hubungan total cadangan karbon dengan SAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	63
32	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	63
33	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	64
34	Hubungan total cadangan karbon dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 30 m	64
35	Hubungan <i>below ground carbon</i> dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	65
36	Hubungan <i>above ground carbon</i> dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	65
37	Hubungan total cadangan karbon dengan OSAVI pada ketinggian <i>drone</i> 50 m	66