

HUBUNGAN INDEKS VEGETASI DENGAN CADANGAN KARBON TEGAKAN AREN (*Arenga pinnata* Merr.) MENGUNAKAN KAMERA MULTISPEKTRAL WAHANA TANPA AWAK

MUHAMMAD FARIZ AZRI



**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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

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.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Hubungan Indeks Vegetasi dengan Cadangan Karbon Tegakan Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Menggunakan Kamera Multispektral Wahana Tanpa Awak” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Juli 2025

Muhammad Fariz Azri
A1401211045

- 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

MUHAMMAD FARIZ AZRI. Hubungan Indeks Vegetasi dengan Cadangan Karbon Tegakan Aren (*Arenga pinnata Merr.*) Menggunakan Kamera Multispektral Wahana Tanpa Awak. Dibimbing oleh BABA BARUS dan WAHYU ISKANDAR.

Peningkatan emisi karbon dari aktivitas manusia berkontribusi pada pemanasan global, sehingga sequestrasi karbon melalui tumbuhan menjadi penting dalam mitigasi perubahan iklim. Pohon aren (*Arenga pinnata Merr.*) memiliki potensi besar dalam sequestrasi karbon karena karakteristik pertumbuhannya yang cepat dan kemampuannya menyimpan biomassa dalam jumlah besar. Penelitian ini bertujuan melakukan pemetaan menggunakan teknologi *remote sensing* untuk menganalisis hubungan antara cadangan karbon dengan kanal multispektral serta indeks vegetasi, dan menduga cadangan karbon di Kebun Aren, Kemang, Bogor. Pengambilan citra multispektral menggunakan Drone DJI Mavic 3 Multispektral. Perhitungan biomassa dan cadangan karbon menggunakan metode non-destruktif dengan pendekatan alometrik, diikuti konversi biomassa ke karbon menggunakan faktor 47%. Indeks *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dihitung untuk menilai kerapatan dan kesehatan vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemetaan cadangan karbon pohon aren berhasil dilakukan, dengan variabilitas spasial dalam distribusinya. Biomassa pohon aren tertinggi terdapat pada kode pohon APB-13 dengan 1979 kg, dan terendah pada APB-30 dengan 187 kg, dengan rata-rata diameter batang lebih dari 40 cm. Analisis korelasi antara cadangan karbon dengan kanal multispektral (*Red, Red-Edge, Green, NIR*) menunjukkan nilai R^2 yang sangat rendah, mengindikasikan keterbatasan penggunaan nilai piksel *band* secara langsung untuk menduga cadangan karbon. Hubungan antara cadangan karbon dengan NDVI dan SAVI menghasilkan korelasi yang sangat lemah, dengan nilai R^2 masing-masing sebesar 0.0372. Rendahnya korelasi ini diindikasikan oleh fenomena saturasi indeks vegetasi pada kanopi pohon yang rapat. Meskipun demikian, tinggi dan diameter pohon terbukti memiliki peran penting sebagai variabel penentu dalam menduga biomassa dan cadangan karbon.

Kata kunci: aren, cadangan karbon, drone multispektral, ndvi, savi

ABSTRACT

MUHAMMAD FARIZ AZRI. Relation Between Vegetation Index with Carbon Stock of Sugar Palm (*Arenga pinnata* Merr.) Using Multispectral Camera of Unmanned Aerial Vehicle. Supervised by BABA BARUS and WAHYU ISKANDAR.

Increased carbon emissions from human activities contribute to global warming, making carbon sequestration through plants important in climate change mitigation. The sugar palm tree (*Arenga pinnata* Merr.) has great potential for carbon sequestration due to its rapid growth characteristics and ability to store large amounts of biomass. This study aims to conduct mapping using remote sensing technology to analyze the relationship between carbon stocks and multispectral channels as well as vegetation indices, and to estimate carbon stocks in the Aren Plantation, Kemang, Bogor. Multispectral imagery was acquired using a DJI Mavic 3 Multispectral drone. Biomass and carbon stock calculations were performed using non-destructive methods with an allometric approach, followed by biomass-to-carbon conversion using a 47% factor. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) were calculated to assess vegetation density and health. The results of the study show that mapping of palm tree carbon stocks was successfully carried out, with spatial variability in their distribution. The highest biomass of palm trees was found in tree code APB-13 with 1979 kg, and the lowest in APB-30 with 187 kg, with an average trunk diameter of over 40 cm. Correlation analysis between carbon reserves and multispectral bands (Red, Red-Edge, Green, NIR) showed very low R^2 values, indicating limitations in directly using pixel band values for carbon stock estimation. The relationship between carbon reserves and NDVI and SAVI resulted in very weak correlations, with R^2 values of 0.0372 each. This low correlation is indicated by the saturation phenomenon of vegetation indices in dense tree canopies. Nevertheless, tree height and diameter have proven to play an important role as determining variables in biomass and carbon stock estimation.

Keywords: sugar palm, carbon stock, multispectral drone, ndvi, savi



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.

HUBUNGAN INDEKS VEGETASI DENGAN CADANGAN KARBON TEGAKAN AREN (*Arenga pinnata* Merr.) MENGUNAKAN KAMERA MULTISPEKTRAL WAHANA TANPA AWAK

MUHAMMAD FARIZ AZRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan

**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN
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:

- 1 Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M.Sc.
- 2 Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr.
- 3 Ir. La Ode Syamsul Iman, M.Si.

Judul Skripsi : Hubungan Indeks Vegetasi dengan Cadangan Karbon Tegakan
Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Menggunakan Kamera
Multispektral Wahana Tanpa Awak
Nama : Muhammad Fariz Azri
NIM : A1401211045

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M.Sc

Pembimbing 2:
Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr.



Diketahui oleh

Plt. Ketua Departemen
Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan:
Dr. Sri Malahayati Yusuf, S.P., M.Si.
NIP. 198406102019032012



Tanggal Ujian:
14 Juli 2025

Tanggal Lulus: 31 JUL 2025

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.



PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Februari sampai Mei 2025. Judul skripsi ini adalah “Hubungan Indeks Vegetasi dengan Cadangan Karbon Tegakan Aren (*Arenga pinnata Merr.*) Menggunakan Kamera Multispektral Wahana Tanpa Awak”. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Baba Barus, M.Sc., sebagai pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik saya yang selalu memberikan arahan, nasihat, dan motivasi yang sangat kuat, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dan menjadi pribadi yang lebih gigih lagi;
2. Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr., sebagai pembimbing kedua yang senantiasa membimbing dan mengarahkan saya agar dapat menemukan solusi atas segala persoalan terkait tugas akhir hingga selesai;
3. Ir. La Ode Syamsul Iman, M.Si., sebagai dosen penguji dalam ujian skripsi;
4. Dosen dan Staf Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, khususnya Staf Laboratorium PJIS IPB atas segala ilmu, fasilitas, dan dukungan akademik yang saya terima selama berkuliah di DITSL;
5. Ir. Meliadi Sembiring, M.Sc., selaku pimpinan kebun, di mana riset dilakukan, yang telah memberikan izin pengambilan data di kebun tersebut.
6. Kakek, Nenek, Om Hadil, Pak Bestari, Tek Ceen, Alm. Om Irman, Tante Nila, dan keluarga lainnya yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.
7. Rekan-rekan kontrakan Hunian Piing, Opang, Goji, dan Tatang yang sejauh ini selalu menemani setiap harinya dalam menjalani proses penelitian, analisis, dan penyusunan skripsi.
8. Bimo, Arjun, Pohan, Danan, Mujib, Farhan, Nengsi, dan Pak Andi yang telah menemani dalam penyusunan skripsi.
9. Bang Hilmi Medbrand, Bang Alma MSL, Nabil KSHE, yang senantiasa membantu penulis saat kesusahan dalam menjalani penelitian.
10. Keluarga besar Ilmu Tanah angkatan 58 (Quartz).
11. Hafshah Ayna Mahira yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan banyak bantuan dalam dan diluar proses penyusunan skripsi saya.

Terakhir, skripsi ini tidak akan berjalan tanpa dukungan dan rasa sayang yang tak terhitung dari keluarga saya, Papa Alm. Azmarinaldi, Mama Risnawati, Adik Muhammad Nabel Azri, Muhammad Haikal Azri, dan Raisa Noverina Azri. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Muhammad Fariz Azri



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pemanasan Global	3
2.2 Tanaman Aren	3
2.3 Biomassa	4
2.4 Penginderaan Jauh	4
2.4.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	4
2.4.2 <i>Soil Adjusted Vegetation Index</i> (SAVI)	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Tahap Persiapan	7
3.5 Tahap Pengumpulan Data	7
3.6 Tahap Analisis Data	8
3.6.1 Pendugaan Biomassa Atas dan Bawah Permukaan Tanah	8
3.6.2 Pendugaan Cadangan Karbon dari Biomassa	8
3.6.3 Pengambilan dan analisis data Drone Multispektral	8
3.6.4 Perhitungan Ketinggian Tutupan Tajuk Aktual	9
3.6.5 Korelasi Antara NDVI dengan Cadangan Karbon	9
3.6.6 Korelasi Antara SAVI dengan Cadangan Karbon	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Potensi Karbon dan Pemetaan Indeks Vegetasi Menggunakan UAV	11
4.2 Hubungan Cadangan Karbon dengan Kanal Multispektral	14
V SIMPULAN DAN SARAN	16
5.1 Simpulan	16
5.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	26

DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi nilai NDVI	5
2	Klasifikasi nilai SAVI	5
3	Persamaan alometrik penduga biomassa	8

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Area of interest</i> dan titik pohon aren	6
2	(1) Drone DJI Mavic 3 Multispektral, (2) <i>Rangefinder</i> SNDWAY 1000	6
3	Alur prosedur penelitian	7
4	Proses <i>orthomosaic</i> dengan Pix4Dmapper	9
5	Sebaran tinggi dan diameter pohon	11
6	Hubungan diameter pohon dengan cadangan karbon menggunakan persamaan alometrik (Chave <i>et al.</i> 2014 dan Cairns <i>et al.</i> 1997).	11
7	Sebaran CHM dan tinggi pohon	12
8	Peta <i>Canopy Height Model</i>	12
9	Boxplot nilai piksel <i>NIR</i> , <i>Green</i> , <i>Red</i> , dan <i>Red-Edge</i>	13
10	Piksel a) <i>NIR</i> , b) <i>Green</i> , c) <i>Red</i> , d) <i>Red-Edge</i>	13
11	Peta indeks NDVI	14
12	Peta indeks SAVI	14
13	Hubungan antara cadangan karbon dengan nilai piksel	14
14	Hubungan antara cadangan karbon dan NDVI	15
15	Hubungan antara cadangan karbon dan SAVI	15

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data pohon yang digunakan dalam penelitian	21
2	Data AGB, BGB, dan Total karbon pohon	22
3	Dokumentasi lapang pengukuran diameter pohon	23
4	Dokumentasi lapang penerbangan wahana tanpa awak	23
5	Dokumentasi tegakan aren pada lokasi penelitian	24
6	Peta <i>Digital Surface Model</i>	24
7	Peta <i>Digital Terrain Model</i>	25
8	Peta tegakan aren dengan biomassa tertinggi dan terendah	25