

PERANCANGAN MODEL DETEKSI KANOPI JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.) BERBASIS SEGMENTASI CITRA DRONE MULTISPEKTRAL DAN *DEEP LEARNING*

FARHAN ALI ALFARIZI



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI 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 “Perancangan Model Deteksi Kanopi Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Berbasis Segmentasi Citra Drone Multispektral dan *Deep Learning*” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Farhan Ali Alfarizi
F1401211068

- 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.



ABSTRAK

FARHAN ALI ALFARIZI. Perancangan Model Deteksi Kanopi Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Berbasis Segmentasi Citra Drone Multispektral dan *Deep Learning*. Dibimbing oleh SUPRIYANTO.

Pemantauan kondisi tanaman secara spasial menjadi aspek penting dalam pengelolaan kebun buah, termasuk tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L). Citra multispektral dari drone menyediakan data resolusi tinggi yang mampu merekam perbedaan spektral vegetasi secara detail. Namun, segmentasi objek kanopi secara akurat masih menjadi tantangan, terutama dalam membedakan kanopi pohon dari latar belakang seperti tanah, rumput, dan belukar. Penelitian ini merancang model segmentasi berbasis *deep learning* dengan arsitektur U-Net untuk memisahkan kanopi jambu biji dari latar belakang menggunakan *input* citra multispektral drone yang telah diproses melalui *band stacking* dan perhitungan indeks vegetasi. Model dilatih menggunakan citra *patch* berukuran 256×256 piksel dan diuji performanya menggunakan metrik evaluasi seperti *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan *Intersection over Union* (IoU). Hasil menunjukkan bahwa model mampu mengenali objek kanopi dengan akurasi yang tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa model yang dirancang efektif dalam segmentasi spasial objek vegetasi, serta dapat beroperasi dengan baik dalam memisahkan kanopi pohon jambu biji dari tutupan lahan lain seperti tanah, rumput, dan belukar.

Kata kunci: *deep learning*, drone multispektral, jambu biji, segmentasi kanopi, U-Net

ABSTRACT

FARHAN ALI ALFARIZI. Development Canopy Detection Model of Guava (*Psidium guajava* L.) Trees Using Multispectral Drone Image Segmentation and Deep Learning. Supervised by SUPRIYANTO.

Spatial monitoring of crop conditions is a crucial aspect in managing fruit orchards, including guava (*Psidium guajava* L.) plantations. Multispectral imagery from Unmanned Aerial Vehicles (UAV) or Drone, provides high-resolution data capable of capturing detailed spectral differences in vegetation. Segmenting canopy objects remains a challenge, particularly in distinguishing tree canopies from backgrounds such as soil, grass, and shrubs. This study proposes a deep learning-based segmentation model using the U-Net architecture to separate guava canopies from the background by utilizing drone multispectral imagery that has been preprocessed through band stacking and vegetation index calculation. The model was trained on 256×256 pixel image patches and evaluated using metrics such as Precision, Recall, F1-Score, and Intersection over Union (IoU). The results show that the model is capable of recognizing canopy objects with high accuracy. This finding indicates that the designed model is effective in spatial segmentation of vegetation objects and can perform well in separating guava tree canopies from other land cover such as soil, grass, and shrubs.

Keywords: deep learning, multispectral drone, segmentation of guava canopy, U-Net

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.

**PERANCANGAN MODEL DETEKSI KANOPI JAMBU BIJI
(*Psidium guajava* L.) BERBASIS SEGMENTASI CITRA DRONE
MULTISPEKTRAL DAN *DEEP LEARNING***

FARHAN ALI ALFARIZI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Mohamad Solahudin, M.Si.
2. Prof. Dr. Ir. Sutrisno, M. Agr.

Judul Skripsi : Perancangan Model Deteksi Kanopi Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Berbasis Segmentasi Citra Drone Multispektral dan *Deep Learning*

Nama : Farhan Ali Alfarizi
NIM : F1401211068

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Supriyanto S.TP., M.Kom., Ph.D.
NIP. 198612072012121001



Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian: 06 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 sampai bulan Juni 2025 ini ialah sistem informasi geografis dengan judul “Perancangan Model Deteksi Kanopi Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Berbasis Segmentasi Citra Drone Multispektral Dan *Deep Learning*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini ditulis atas bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak selama penulisan, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua (Ali Nurohman & Supriyati), kakak-kakak (Rohmad, Zulfikar, Aghnia, Yeni, Laili, Deni), serta keponakan (Wira, Zeeshan, Biru, Haikal, Keyla, Mina, Abim), dan seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, dan dukungannya.
2. Supriyanto S.TP., M.Kom., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan pengarahan sehingga penelitian berjalan dengan lancar dan dapat diselesaikan.
3. Direktorat Pengembangan Masyarakat Agromaritim (DPMA) IPB (Dr. Handian Purwawangsa, S.Hut., M.Si.), Asisten Direktur Kewirausahaan Sosial (Dr.rer.pol. Mohammad Iqbal Irfany, S.E., M.App.Ec.), Supervisor Kewirausahaan Sosial (Muhammad Isbayu, S.P.), Supervisor Layanan Agromaritim (Danang Aria Nugroho, S.E., M.Si.), Staf Digital Farming (Tegar Adi Prasetyo S.T dan Ananda Putra Septiadi S.T), Staf Agribusiness and Technology Park (Slamet) beserta jajaran, yang telah memberikan bantuan fasilitas drone untuk mendukung penelitian.
4. Amanda Nur Latifa, sebagai sumber semangat dan motivasi peneliti dalam melaksanakan studi, penelitian dan penulisan karya tulis ini.
5. Rekan seperjuangan (Arham, Yuri, Oki, Altaf, Bambang, Pares, Maria, Anggra, Alfon, Adhen, Wawan), Teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 58 “RESONANCE” dan Teman-teman IPB Robotic Club (IRC).
6. Mentor dan rekan magang di *Science Innovation and Technology Department* (SITD) SEAMEO BIOTROP 2024 (Slamet Widodo Sugiarto M.Sc., Ardra, Iqbal, Siraj, Adzkia dan Silmi) atas pengenalan dengan GIS dan penginderaan jauh.
7. Beasiswa Kartu Indonesia Pintar (KIP) Kuliah, atas dukungan finansial yang telah diberikan sepanjang masa studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Farhan Ali Alfarizi



@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



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.)	3
2.2 Penginderaan jauh berbasis drone	3
2.3 Fotogrametri	4
2.4 Citra Multispektral	6
2.5 Ekstraksi Fitur Spektral	7
2.6 Ekstraksi Fitur Struktural	8
2.7 Normalisasi dan Standarisasi Data CNN	8
2.8 Komposit Citra Multikanal	9
2.9 <i>Deep Learning</i> U-NET	10
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Peralatan Penelitian	11
3.3 Prosedur Penelitian	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Survei Lapangan dan Pemetaan Pohon Jambu Biji	20
4.2 Hasil Akuisisi Citra Drone Multispektral	22
4.3 Hasil Pengelolaan Dataset Citra Multispektral	24
4.4 Hasil Pelabelan <i>Dataset</i> dan Pengembangan Model Segmentasi	37
4.5 Hasil <i>Training Dataset</i> dengan Model U-Net	44
4.6 Hasil Evaluasi Model	45
V SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Simpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP	56

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.

DAFTAR TABEL

1	Data luaran drone dan fungsi	6
2	Rumus persamaan indeks vegetasi	7
3	Skema normalisasi data teoritis indeks dan CHM	9
4	Alat penelitian serta fungsinya	12
5	Spesifikasi Drone DJI Mavic 3 <i>Enterprise Multispectral</i>	12
6	Spesifikasi Google Colab Pro	13
7	Luas dan kordinat pusat blok kebun jambu biji ATP	20
8	Spesifikasi sensor DJI Mavic 3 <i>Enterprise Multispectral</i>	22
9	Tahapan proses fotogrametri pada PIX4Dmapper	24
10	Jumlah dan luas dan jumlah label kanopi jambu biji	39
11	Jenis dan parameter augmentasi data	43
12	Jumlah dataset sebelum dan sesudah Augmentasi dan Filterisasi	43
13	Dataset pelatihan dan validasi model	44
14	Hyperparamter dan pengaturan model U-Net	44
15	Hasil evaluasi model	45

DAFTAR GAMBAR

1	Kebun jambu biji di Agribusiness and Technology Park IPB, tampak samping (a), tampak atas (b)	3
2	Perangkat lunak fotogramteri PIX4Dmapper	4
3	Alur kerja SfM	5
4	Diagram skema arsitektur U-Net yang menggambarkan struktur <i>encoder</i> dan <i>decoder</i> (Blekos <i>et al.</i> 2021)	10
5	Peta lokasi <i>Agribusiness and Technology Park IPB</i>	11
6	Diagram alir penelitian dari survei lapangan dan pengolahan dataset (a) hingga pelabelan <i>dataset</i> , <i>training</i> dan evaluasi model (b)	13
7	Metode pengambilan kordinat pohon (a) GPS, (b) Pengukuran manual	14
8	Pengolahan dataset citra multispektral tahap 1	15
9	Pengolahan dataset citra multispektral tahap 2	16
10	Diagram alir labeling dan pengembangan model	17
11	Peta batas blok (a), (b), (c), (d) dan persebaran posisi pohon jambu biji di ATP IPB	20
12	Perbandingan pola tanam pohon jambu biji berdasarkan titik (a) GPS (b) pengukuran manual	21
13	Contoh citra dasar RGB hasil akuisisi	22
14	Contoh citra dasar multispektral (a) <i>Green</i> , (b) <i>Red</i> , (c) <i>Red Edge</i> , (d) <i>Near Infrared</i> (NIR) hasil akuisisi	23
15	Pengolahan citra dengan PIX4Dmapper	24
16	Citra RGB ortomosaik blok A (a) pagi, (b) siang, (c) sore	25
17	Citra RGB ortomosaik blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	26
18	Citra RGB ortomosaik blok C (a) pagi, (b) siang, (c) sore	26
19	Histogram RGB ortomosaik blok A (a) pagi, (b) siang, (c) sore	27

20	Histogram RGB ortomosaik blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	27
21	Histogram RGB ortomosaik blok C (a) pagi, (b) siang, (c) sore	27
22	Grafik nilai <i>digital number</i> (DN) berdasarkan waktu akuisisi	28
23	Contoh citra ortomosaik multispektral Blok A	28
24	Citra komposit warna semu Blok A Pagi (<i>Red, Green, NIR</i>)	29
25	Histogram reflektansi citra multispektral Blok A (a) pagi, (b) siang, (c) sore	29
26	Ortomosaik (a) NDVI, (b) NDRE, (c) GNDVI) Blok C Pagi	30
27	Ortomosaik (a) NDVI, (b) NDRE, (c) GNDVI) Blok C Siang	30
28	Ortomosaik (a) NDVI, (b) NDRE, (c) GNDVI) Blok C Sore	31
29	Nilai indeks vegetasi (NDVI, NDRE, GNDVI) pagi, siang, sore pada Blok C	31
30	DTM pagi, siang, sore pada Blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	32
31	DSM pagi, siang, sore pada Blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	32
32	CHM pagi, siang, sore pada Blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	32
33	Garis potong untuk profil vertikal (a) DSM, (b) DTM	33
34	Profil vertikal DSM Blok B Pagi	33
35	Profil vertikal DTM Blok B Pagi	34
36	Profil vertikal CHM Blok B Pagi	34
37	<i>Canopy height model</i> (CHM) pagi, siang dan sore pada Blok A, B, dan C	34
38	<i>Canopy height model</i> (CHM) Blok A (a) pagi, (b) siang, (c) sore	35
39	Histogram band nir Blok A pagi (a) original sebelum standarisasi Zscored dan (b) sesudah standarisasi Zscored	36
40	Histogram band nir Blok C siang pagi (a) original sebelum standarisasi Zscored dan (b) sesudah standarisasi Zscored	36
41	Perbandingan konstruksi citra ortomosaik dasar dengan citra komposit	37
42	Hasil labeling kanopi Blok A (a) pagi, (b) siang, (c) sore	38
43	Hasil labeling kanopi Blok B (a) pagi, (b) siang, (c) sore	38
44	Hasil labeling kanopi Blok C (a) pagi, (b) siang, (c) sore	39
45	Citra <i>masking</i> Blok A pada (a) pagi, (b) siang, (c) sore	40
46	Citra <i>masking</i> Blok B pada (a) pagi, (b) siang, (c) sore	40
47	Citra <i>masking</i> Blok C pada (a) pagi, (b) siang, (c) sore	41
48	Contoh <i>patch</i> citra data latih 256 x 256 piksel	42
49	Grafik <i>loss per epoch</i>	45
50	<i>Confusion Matrix</i>	46
51	Perbandingan <i>ground truth</i> dan prediction	47
52	Segmentasi kanopi jambu biji Blok C	48

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Rangkuman Arsitektur Model U-Net	54
2	Lampiran 2 Bagan detail arsitektur U-Net	55