

PEMANTAUAN KONDISI TANAMAN KEDELAI MENGUNAKAN CCM DAN CITRA UAV DENGAN PENDEKATAN INDEKS VEGETASI EXG, GCC, DAN VARI

NENG SITI SINDIA NURMAIDAH



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



- 

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemantauan Kondisi Tanaman Kedelai Menggunakan CCM dan Citra UAV dengan Pendekatan Indeks Vegetasi EXG, GCC, dan VARI” 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, Agustus 2025

Neng Siti Sindia Nurmaidah
A1401211004



ABSTRAK

NENG SITI SINDIA NURMAIDAH. Pemantauan Kondisi Tanaman Kedelai Menggunakan CCM dan Citra UAV dengan Pendekatan Indeks Vegetasi EXG, GCC, dan VARI. Dibimbing oleh BAMBANG HENDRO TRISASONGKO dan AFFAN CHAHYAHUSNA.

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu komoditas pangan utama yang memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan protein nabati dan membutuhkan pemantauan kondisi pertumbuhan secara akurat. Namun demikian, budidayanya pada sistem lahan ganda seperti *agriphotovoltaic* (APV) belum banyak dilakukan. Salah satu pendekatan pemantauan yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan teknologi penginderaan jauh berbasis UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dan yang ditunjang dengan sensor proksimal seperti CCM (*Chlorophyll Content Meter*), yang memungkinkan pengamatan tanaman dilakukan secara cepat, non-destruktif, dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan tanaman kedelai menggunakan kombinasi citra UAV DJI Mini 2 SE dan alat CCM-200 Plus pada dua kondisi lahan, yaitu di bawah struktur APV dan lahan terbuka. Nilai *Chlorophyll Content Index* (CCI) diukur langsung di lapangan, sedangkan indeks vegetasi RGB (*Excess Green* (ExG), *Green Chromatic Coordinate* (GCC), dan *Visible Atmospherically Resistant Index* (VARI)) diekstraksi dari citra udara pada lima tingkat umur tanaman (2, 4, 6, 8, dan 10 MST). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CCI meningkat seiring bertambahnya umur tanaman, dengan nilai tertinggi pada umur 10 MST, dan umumnya lebih tinggi di bawah APV dibandingkan lahan terbuka. Indeks vegetasi RGB mampu menunjukkan pola kehijauan tanaman, namun hubungannya terhadap nilai CCI tergolong lemah. Nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi hanya 0,193 pada lahan APV, dan $R^2 = 0,234$ pada lahan terbuka. Nilai RMSE berkisar antara 1,76 hingga 7,63, menunjukkan bahwa penelitian lanjutan masih diperlukan. Kombinasi UAV dan CCM dapat digunakan untuk mendukung pemantauan pertumbuhan tanaman, khususnya dalam konteks pertanian presisi. Namun demikian, untuk estimasi kandungan klorofil yang lebih akurat, disarankan penggunaan sensor dengan kemampuan penginderaan yang lebih baik, seperti sensor multispektral, serta analisis pada tahap vegetatif yang tepat.

Kata kunci: UAV, kedelai, CCM-200 Plus, indeks RGB, *agriphotovoltaic*, CCI, ExG, GCC, VARI



ABSTRACT

NENG SITI SINDIA NURMAIDAH. Monitoring of Soybean Plant Conditions Using CCM and UAV Imagery with ExG, GCC, and VARI Indices. Supervised by BAMBANG HENDRO TRISASONGKO and AFFAN CHAHYAHUSNA.

Soybean (*Glycine max* L.) is a major food commodity with an important role in meeting plant-based protein needs which requires accurate growth monitoring. Nonetheless, its cultivation under dual-use land systems such as agriphotovoltaic (APV) has been limited. One promising approach is the use of remote sensing technology through UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) combined with proximal sensors like the Chlorophyll Content Meter (CCM), enabling rapid, non-destructive and efficient crop observation. This study aimed to assess soybean growth using a combination of UAV DJI Mini 2 SE imagery and CCM-200 Plus in two field conditions: under APV structures and in open fields. Chlorophyll Content Index (CCI) was measured directly in the field, while RGB-based vegetation indices (ExG, GCC, and VARI) were extracted from aerial imagery at five levels of plant age (2, 4, 6, 8, and 10 weeks after planting). The results showed that CCI values increased with plant age, with the highest values observed at 10 weeks after planting, and generally higher under APV compared to open fields. Indices from RGB data reflected changes in canopy greenness but showed weak correlation levels with CCI. The coefficient of determination (R^2) values are 0.193 for the agriphotovoltaic (APV) land and 0.234 for the open land. RMSE values ranged from 1.76 to 7.63, indicating limited predictive accuracy. Combination of UAV and CCM proved useful for supporting crop monitoring, particularly in the context of precision agriculture. However, for a more accurate chlorophyll estimation, the use of sensors with improved sensing capabilities, such as multispectral sensors, and analysis on precise vegetative stages is recommended.

Keywords: *UAV, soybean, CCM-200 Plus, RGB index, agriphotovoltaic, CCI, ExG, GCC, VARI*

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.



- 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.

**PEMANTAUAN KONDISI TANAMAN KEDELAI
MENGUNAKAN CCM DAN CITRA UAV DENGAN
PENDEKATAN INDEKS VEGETASI EXG, GCC, DAN VARI**

NENG SITI SINDIA NURMAIDAH

Skripsi
sebagai salah satu 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. Bambang Hendro Trisasongko, Ph.D.
2. Affan Chahyahunsa, S. P., M. Si.
3. Dr. Wahyu Iskandar, S. Hut., M. Agr

Judul Skripsi : Pemantauan Kondisi Tanaman Kedelai Menggunakan CCM dan Citra UAV dengan Pendekatan Indeks Vegetasi EXG, GCC, dan VARI

Nama : Neng Siti Sindia Nurmaidah
NIM : A1401211004

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Bambang Hendro Trisasongko, Ph.D.



Pembimbing 2:
Affan Chahyahasna, S. P., M. Si.



Diketahui oleh

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



Tanggal Ujian: 01 AUG 2025 Tanggal Lulus: 12 AUG 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Pemantauan Kondisi Tanaman Kedelai Menggunakan CCM dan Citra UAV dengan Pendekatan Indeks Vegetasi EXG, GCC dan VARI” dapat diselesaikan dengan baik. Selama penyelesaian skripsi ini penulis mendapat dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Bambang Hendro Trisasongko, Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing skripsi atas arahan, bimbingan, dukungan, ilmu, dan motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.
2. Affan Chahyahunsa, S. P., M. Si. selaku dosen pembimbing skripsi atas arahan, bimbingan, dukungan, ilmu, dan motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.
3. Dr. Wahyu Iskandar, S. Hut., M. Agr. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan penyusunan skripsi.
4. Tim ENVELOPS, Mr. Seungyeun Han, Ms. Minkyoungh kim, dan Mr. Yongseung Gwon yang telah memberikan berbagai bentuk dukungan dan bantuan selama penelitian ini berlangsung.
5. Ayahanda Asep Wahyudi, Ibunda (Alm) Yayah dan Adik tersayang Muhammad Ilyas Sudarta, serta keluarga tercinta Ahmad Royani, Edah, Uwa Lukman, Uwa Yayan, Aah Lucky, Kak Nida, Abang Haris, Teh Leny, Om Eri, dan Teh Neng Putri atas segala doa, kasih sayang dan dukungan penuh kepada penulis selama menempuh pendidikan sarjana.
6. Danan, Ardhika, Elsa, Dewi, Wilu, Ridwan, Aldani, Pohan, Sachio, Yudhis, Christy, Friska, Alvin, Bimo, Farhan, Fariz, Fatah, Firli, Dior, Arjun, Aber serta semua rekan Ilmu Tanah 58 (QUARTZ) yang telah memberikan berbagai bentuk dukungan dan bantuan selama penelitian ini berlangsung.
7. Tia Camela Alexena, Tari Geubrina Rizki, Nanda Puspita, Bucu Tiara Sinta, Sayyidatul Alfi Syifa dan Elya Maulanisa yang selalu mendukung, menyemangati, mendampingi, dan membantu penulis dari awal perkuliahan sampai penyusunan skripsi.
8. Ocvan Dinata, Regina Meliza, M. Ridho Firdaus, Baiq Nazwa, Wulan Fitriana, Puteri Nur Rahmah, Muhammad Rijwan, dan Muhammad Yuda yang selalu menjadi tempat bercerita, mendukung, menyemangati, dan membantu penulis selama penelitian hingga penyusunan skripsi.
9. Seluruh pihak yang telah membantu penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi nyata dalam perkembangan ilmu pengetahuan

Bogor, Agustus 2025

Neng Siti Sindia Nurmaidah

- 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	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
II METODE.....	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Pelaksanaan Penelitian	7
2.4 Analisis Data	10
III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
3.1 Indeks Kandungan Klorofil Tanaman Kedelai.....	12
3.2 Indeks Vegetasi	17
3.3 Hubungan Antara Nilai CCI dengan Indeks vegetasi	28
IV PENUTUP	30
4.1 Simpulan.....	30
4.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34
RIWAYAT HIDUP.....	42

DAFTAR TABEL

1. Spesifikasi DJI Mini 2 SE.....	5
2. Spesifikasi Chlorophyll Content Meter CCM-200 plus.....	6
3. Nilai Indeks Kandungan Klorofil Kedelai di Bawah <i>Agriphotovoltaic</i>	12
4. Nilai Indeks Kandungan Klorofil (CCI) Kedelai di Lahan Terbuka.....	14
5. Hubungan koefisien determinasi nilai CCI dengan indeks vegetasi.....	28

DAFTAR GAMBAR

1. Lokasi penelitian	4
2. UAV DJI Mini 2 SE	5
3. Alat klorofil meter CCM-200 Plus	6
4. Diagram Alir Kegiatan Penelitian	7
5. Dokumentasi kondisi tanaman sampel 19	16
6. Dokumentasi kondisi tanaman sampel 31	16
7. Peningkatan nilai klorofil	17
8. Skema perubahan warna ExG di bawah <i>Agriphotovoltaic</i>	19
9. Skema perubahan warna ExG di lahan terbuka.....	19
10. Boxplot sebaran nilai ExG.....	21
11. Skema perubahan warna GCC di bawah <i>Agriphotovoltaic</i>	22
12. Skema perubahan warna GCC di lahan terbuka.....	23
13. Boxplot sebaran nilai GCC.....	24
14. Skema perubahan warna VARI di bawah <i>Agriphotovoltaic</i>	25
15. Skema perubahan warna VARI di lahan terbuka	26
16. Boxplot sebaran nilai VARI	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Nilai Indeks Vegetasi Excess Green Index (EXG).....	35
2. Nilai Indeks Vegetasi Green Chromatic Coordinate (GCC).....	36
3. Nilai Indeks Vegetasi Visible Atmospherically Resistant Index (VARI).....	37
4. Koefisien Regresi Pada Lahan <i>Agriphotopholtaic</i> Umur 2 MST.....	38
5. Koefisien Regresi Pada Lahan Terbuka Umur 2 MST.....	38
6. Koefisien Regresi Pada Lahan <i>Agriphotopholtaic</i> Umur 4 MST.....	39
7. Koefisien Regresi Pada Lahan Terbuka Umur 4 MST.....	39
8. Koefisien Regresi Pada Lahan <i>Agriphotopholtaic</i> Umur 6 MST.....	39
9. Koefisien Regresi Pada Lahan Terbuka Umur 6 MST.....	40
10. Koefisien Regresi Pada Lahan <i>Agriphotopholtaic</i> Umur 8 MST.....	40
11. Koefisien Regresi Pada Lahan Terbuka Umur 8 MST.....	40
12. Koefisien Regresi Pada Lahan <i>Agriphotopholtaic</i> Umur 10 MST.....	41
13. Koefisien Regresi Pada Lahan Terbuka Umur 10 MST.....	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.