



# PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI PRODUKSI PADI BERBASIS DATA SENTINEL-2A

## GIAN PRAMUNITA



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- 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 mengumumkannya 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.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Model Estimasi Produksi Padi Berbasis Data Sentinel-2A” 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, Juli 2024

Gian Pramunita  
G24170042

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

GIAN PRAMUNITA. Pengembangan Model Estimasi Produksi Padi Berbasis Data Sentinel-2A. Dibimbing oleh IMPRON.

Tanaman padi adalah salah satu jenis tanaman penghasil bahan pangan pokok masyarakat, bahkan menjadi komoditi pangan utama di Indonesia. Salah satu upaya agar tanaman padi menghasilkan beras dengan kualitas dan kuantitas yang baik dapat melalui cara pemupukan dan pemeliharaan yang baik. Dinamika pertumbuhan tanaman padi pada lahan yang luas, memerlukan metode pemantauan yang efisien terhadap waktu, melalui pendekatan penginderaan jauh dengan resolusi temporal menggunakan indeks vegetasi. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui respon nilai indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Optimization Soil-Adjusted Vegetation Index* (OSAVI), *Enhanced Vegetation Index-2* (EVI-2) dan *Normalized Difference Red-Edge Index* (NDRE) terhadap perlakuan pupuk dan jarak tanam dan (2) mengembangkan model estimasi produksi padi berdasarkan indeks vegetasi. Proses pengamatan lapang dan pengumpulan data dilakukan setiap 10 hari sekali selama satu siklus tanam di Desa Pasirkaliki, Karawang, Jawa Barat. Metode pengembangan model dilakukan berdasarkan analisis pada setiap akumulasi *Thermal Heat Unit* (THU) yang bersesuaian dengan resolusi temporal Sentinel-2A, indeks vegetasi (NDVI, SAVI, OSAVI, EVI-2, dan NDRE) serta *Random Forest Regression* (RFR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan dosis pupuk berpengaruh signifikan pada fase vegetatif dan fase generatif, ditandai dengan nilai  $R^2$  yang tinggi untuk nilai indeks vegetasi NDVI, SAVI, OSAVI, EVI-2, dan NDRE. Selain itu, hasil analisis RFR menunjukkan bahwa NDVI, OSAVI, dan NDRE memiliki performa yang baik untuk memprediksi berat kering gabah hasil panen. Performa model berbasis indeks NDRE menunjukkan akurasi yang lebih tinggi pada akumulasi THU 176°C hari (fase vegetatif) dengan angka persentase sebesar 94,58% dan RMSE 4,14. Performa model berbasis indeks OSAVI menunjukkan akurasi yang lebih tinggi pada akumulasi THU 481°C hari (fase generatif) dengan angka persentase sebesar 95,05% dan RMSE 3,54. Saran untuk penelitian selanjutnya, menguji kehandalan model estimasi produksi gabah kering panen berbasis indeks NDRE digunakan pada fase vegetatif (akumulasi THU 176°C hari) dan indeks OSAVI digunakan pada fase generatif (akumulasi THU 481°C hari).

Kata kunci: akumulasi THU, dosis pupuk, indeks vegetasi, metode RFR.



## ABSTRACT

GIAN PRAMUNITA. Development of a Rice Yield Estimation Model Based On Sentinel-2A Data. Supervised by IMPRON.

Rice plants are one type of plant that produces staple food for the community, even becoming the main food commodity in Indonesia. One of the efforts for rice plants to produce rice with good quality and quantity can be through fertilization and goog maintenance. The dynamics of rice plant growth on a large area of land requires a time-efficient monitoring method, through a remote sensing approach with temporal resolution using vegetation indices. Therefore, this research aims to (1) determine the response of *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Soil-Adjusted Vegetation Index* (SAVI), *Optimization Soil-Adjusted Vegetation Index* (OSAVI), *Enhanced Vegetation Index-2* (EVI-2) dan *Normalized Difference Red-Edge Index* (NDRE) to fertilizer dosage treatment and planting technique and (2) develop a rice production estimation model based on vegetation index. The field observation and data collection were carried out every 10 days during one cropping cycle in Pasirkaliki Village, Karawang, West Java. The model development method is based on the analysis of each *Thermal Heat Unit* (THU) accumulation that corresponds to the temporal resolution of Sentinel-2A, vegetation index (NDVI, SAVI, OSAVI, EVI-2, and NDRE) and *Random Forest Regression* (RFR). The results showed that the effect of fertilizer dosage treatment had a significant effect on the vegetative and generative phases, indicated by high  $R^2$  values for the NDVI, SAVI, OSAVI, EVI-2, and NDRE. In addition, the RFR analysis results showed that NDVI, OSAVI, and NDRE had a good performance to predict the dry mass of harvested grain. The performance of the NDRE index-based model shows higher accuracy on accumulated THU 176°C days (vegetative phase) with a percentage figure of 94.58% and RMSE 4.14. The performance of the OSAVI index-based model shows higher accuracy on accumulated THU 481°C days (genetic phase) with a percentage figure of 95.05% and RMSE 3.54. Suggestions for further research, the reliability of the NDRE-based harvest dry grain production estimation model used in the vegetative phase (THU accumulation 176°C days) and OSAVI-based is used in the generative phase (THU accumulation 481°C days).

Keywords: fertilizer dosage, RFR method, THU accumulation, 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 2024  
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.*



# **PENGEMBANGAN MODEL ESTIMASI PRODUKSI PADI BERBASIS DATA SENTINEL-2A.**

## **GIAN PRAMUNITA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Yon Sugiarto, S.Si, M.Sc.
2. Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.S.



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.



Judul Skripsi : Pengembangan Model Estimasi Produksi Padi Berbasis Data Sentinel-2A.

Nama : Gian Pramunita

NIM : G24170042

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Ir. Impron, M.Sc.

NIP 19630315 199512 1 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:

Dr. Ana Turyanti, S.Si, M.T.

NIP 19710707 199803 2 002

Tanggal Ujian:

15 Juli 2024

Tanggal Lulus:



@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.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2020 sampai bulan Juli 2024 dengan judul “Pengembangan Model Estimasi Produksi Padi Berbasis Data Sentinel-2A”. Penelitian ini ditulis sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana sains di Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, IPB University. Selesaiannya tulisan ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karenanya penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Mamake dan Bapake, serta kedua abang (Ari Setiadi dan Ari Noviahara), selaku keluarga penulis yang sudah banyak memberikan dukungan sepenuh hati menguatkan dan senantiasa meyakinkan penulis “You can do it”. Para keponakan (Liz Zakkiyah Helwa Hasna dan Narendra Assyauqi Fahril Hafidzan) yang telah hadir memberi warna tersendiri bagi penulis.
2. Dr. Ir. Impron M.Sc dan Dr. Harry Imantho S.Si, M.Sc. yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan banyak memberi saran hingga skripsi telah diselesaikan.
3. Bapak/Ibu dosen Departemen Geofisika dan Meteorologi beserta jajarannya, yang telah mempermudah proses penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Cadit sekeluarga, Bapak/Ibu Petani Desa Pasirkaliki, serta Anak Bengkel yang telah banyak membantu penulis di lapang selama penelitian.
5. Teman seperjuangan pengambilan data lapang (Bang Oxa dan Bani).
6. Teman-teman GFM 54, terkhusus Dipin, Royna, Ais, Iyam, Aisyah, Yahya, Gege, Jedi, Ardi dan Grup ATA (Prilli, Cimel, Refi, Dayu, Dejet, Mulya, Melani) yang banyak memberi saran, motivasi dan solusi telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun selama pengumpulan data dan penyusunan skripsi.
7. Teman toleransi Cristie Tania dan Widya Butar-butar, berbeda agama tapi saling mengingatkan ibadah.
8. Anabul peliharaan Hasan, Klawu, Buluk, Moja, Fozie, Ipat, Acem.
9. Tak lupa, penulis juga berterimakasih kepada diri penulis sendiri yang bertahan, melangkah maju menyelesaikan tulisan ini.

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

Bogor, Juli 2024

Gian Pramunita



@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 TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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 Tanaman Padi	3
2.2 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi	3
2.3 <i>Thermal Heat Unit (THU)</i>	4
2.4 Penginderaan Jauh ( <i>Remote Sensing</i> )	5
2.5 Indeks Vegetasi	5
2.6 Pemupukan dan Teknik Tanam	6
2.7 <i>Machine Learning</i>	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Kebutuhan Alat dan Data	8
3.3 Proses Penelitian	9
3.4 Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Kondisi Cuaca Selama Penelitian	15
4.2 Pengamatan Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi	17
4.3 Pengamatan Indeks Luas Daun (ILD)	19
4.4 Pengaruh Perlakuan Pupuk dan Jarak Tanam terhadap Indeks Vegetasi	20
4.5 Pengaruh Perlakuan Dosis Pupuk terhadap Komponen Hasil	22
4.6 Pengembangan Model Terbaik Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Indeks Vegetasi	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	37



## DAFTAR TABEL

1	Rancangan percobaan menggunakan RAK Faktorial.	8
2	Kebutuhan data	8
3	Kebutuhan alat	9
4	Karakteristik citra Sentinel-2A.	12
5	Formula indeks vegetasi	12
6	Keterangan nilai koefisien $R^2$	13
7	Perhitungan akumulasi thermal heat unit (THU)	19
8	Analisis perlakuan dosis pupuk dan perlakuan teknik tanam terhadap nilai indeks vegetasi.	21
9	Uji lanjut beda nyata jujur (BNJ)	22
10	Analisis laju pertambahan berat kering gabah	23
11	Analisis pengaruh perlakuan dosis pupuk terhadap rata-rata berat kering gabah dan rata-rata berat kering 1000 gabah.	24
12	Angka akurasi model dan RMSE dari hasil analisis metode <i>random forest regression</i> (RFR) berbasis indeks vegetasi.	25

## DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan perkembangan tanaman padi.	4
2	Lokasi pengambilan data lapang	7
3	Diagram alir penelitian	10
4	Grafik kelembaban udara dan kecepatan angin	15
5	Grafik suhu udara dan radiasi	16
6	Grafik curah hujan.	17
7	Kenampakan pengamatan lapang	18
8	Dinamika temporal indeks luas daun (ILD)	19
9	Dinamika temporal indeks vegetasi	20
10	Dinamika temporal berat kering gabah	23
11	Perbandingan luaran model berbasis OSAVI	26
12	Perbandingan luaran model berbasis NDRE	26

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Pengolahan dengan metode RFR menggunakan indeks vegetasi NDVI	34
2	Pengolahan dengan metode RFR menggunakan indeks vegetasi OSAVI	35
3	Pengolahan dengan metode RFR menggunakan indeks vegetasi NDRE	36