

**ANALISIS PRODUKSI TANAMAN PADI DENGAN  
MENGUNAKAN INSTRUMEN SPEKTROMETER DAN  
*CROP MODEL ORYZA2000***

**AMALIAH KAMILA**

**G411 16 503**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**ANALISIS PRODUKSI TANAMAN PADI DENGAN  
MENGUNAKAN INSTRUMEN SPEKTROMETER DAN  
*CROP MODEL ORYZA2000***

**Amaliah Kamila  
G41116503**



Skripsi  
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian  
Pada  
Departemen Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PRODUKSI TANAMAN PADI DENGAN MENGGUNAKAN INSTRUMEN SPEKTROMETER DAN *CROP MODEL* ORYZA2000

Disusun dan diajukan oleh

**AMALIAH KAMILA**

**G41116503**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping

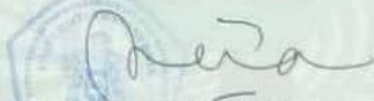


Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng.Sc  
NIP. 19620201 199002 1 002



Dr. Suhardi, S.TP., MP  
NIP. 19710810 200502 1 003

Ketua Program Studi



Diyah Yumcina, S. TP., M.Agr., Ph.D  
NIP. 19810129 200912 2 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amaliah Kamila

NIM : G41116503

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul **Analisis Produksi Padi dengan Menggunakan Instrumen Spektrometer dan Crop Model ORYZA2000** adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain yang saya gunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 19 Juni 2023

Yang Menyatakan

  
Amaliah Kamila

## ABSTRAK

AMALIAH KAMILA (G41116503). Analisis Produksi Padi dengan Menggunakan Instrumen Spektrometer dan Crop Model Oryza2000. Pembimbing: DANIEL USENG dan SUHARDI.

Peningkatan produktivitas dan produksi padi harus terus dilakukan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani, menjamin ketahanan pangan serta swasembada berkelanjutan. Dalam usaha meningkatkan produksi padi, perlu dilakukan pengembangan dan penerapan teknologi yang efektif dan efisien. Salah satu faktor penting dalam meningkatkan produksi tanaman padi adalah pemantauan dan pengelolaan yang tepat terhadap kondisi pertumbuhan tanaman. Penggunaan instrumen spektrometer dan *crop model* Oryza2000 dapat menjadi solusi yang potensial untuk memperoleh informasi yang akurat dan detail tentang pertumbuhan tanaman padi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui korelasi antara indeks vegetasi dengan pertumbuhan biomassa tanaman padi menggunakan spektrometer (indeks vegetasi) dan menganalisis indeks vegetasi yang baik dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman padi, serta memprediksi produktivitas tanaman padi dengan menggunakan *crop model oryza2000*. Hasil yang diperoleh yaitu hubungan indeks vegetasi dengan biomassa erat dan jenis indeks vegetasi yang baik hubungannya dengan pertumbuhan tanaman yakni NDVI. Selain itu, *crop model oryza2000* dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan dan produktivitas padi dengan memperoleh hasil yang kuat antara hasil observasi dengan simulasi model.

**Kata Kunci:** Padi, Spektrometer, Oryza2000.

## **ABSTRACT**

AMALIAH KAMILA (G41116503). *Analysis Of Rice Production Using Spectrometer And Crop Model Oryza2000*. Supervisors: DANIEL USENG and SUHARDI.

*Increased productivity and rice production must continue to be carried out to increase farmers' income and welfare, ensure food security and sustainable self-sufficiency. In an effort to increase rice production, it is necessary to develop and apply effective and efficient technology. One of the important factors in increasing the production of rice plants is proper monitoring and management of plant growth conditions. The use of spectrometer instruments and the Oryza2000 crop model can be a potential solution to obtain accurate and detailed information about the growth of rice plants. The purpose of this study was to determine the correlation between the vegetation index and the growth of rice plant biomass using a spectrometer (vegetation index) and to analyze the good vegetation index in relation to rice plant growth, as well as to predict the productivity of rice plants using the oryza2000 crop model. The results obtained are the close relationship between the vegetation index and biomass and the type of vegetation index that has a good relationship with plant growth, namely NDVI. In addition, the oryza2000 crop model can be used to predict rice growth and productivity by obtaining strong results between observations and model simulations.*

**Keyword:** Paddy, Spectrometer, Oryza2000.

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., karena atas rahmat dan nikmat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **Analisis Produksi Tanaman Padi dengan Menggunakan Instrumen Spektrometer dan Crop Model ORYZA2000**. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Segenap keluarga besar penulis yang selalu tulus memberikan kasih sayang yang begitu besar dan senantiasa mendoakan penulis serta memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil, hingga penulis mampu mencapai tahap ini.
2. **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng., Sc.** dan **Dr. Suhardi, S.TP., M.P.**, sebagai dosen pembimbing atas kesabaran dalam memberikan petunjuk dan arahan dari penyusunan proposal, penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai.
3. **Haerani, S.TP, M.Eng., Sc.** dan **Dr.rer.nat. Olly Sanny Hustabarat, S.TP., M.Si.**, sebagai dosen penguji yang banyak membantu, serta memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Saudara-Saudari dari **“REAKTOR 16”** yang telah banyak memberikan pengalaman hidup serta memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi.
5. Sobat **Nayah, Eka, Dewi, Lala,** dan **Dea** yang selalu memberikan bantuan dan motivasi baik berupa tenaga, ide serta doa dan tempat berbagi kisah selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
6. Teman Penelitian **Itox** yang selalu memberikan bantuan dalam proses penyelesaian skripsi

Semoga Allah SWT, senantiasa membalas kebaikan mereka dengan lebih baik dan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat untuk semuanya. Aamiin.

Makassar, 19 Juni 2023

Amaliah Kamila

## RIWAYAT HIDUP



**Amaliah Kamila**, lahir di Sengkang pada tanggal 13 Juli 1999 yang merupakan anak terakhir dari tiga bersaudara dari pasangan bapak H. Amir Sube dan ibu Hj. Nur Indah. Penulis menempuh pendidikan formal pertama pada tingkat sekolah dasar yaitu di SDN 200 Tempe pada tahun 2005-2011. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sengkang pada tahun 2011-2014. Kemudian, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA 7 Wajo pada tahun 2014-2016. Setelah menyelesaikan pendidikan formal tingkat sekolah, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 2016 sebagai salah satu mahasiswa di Prodi Keteknikan Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Penulis aktif dalam bidang akademik dengan mengikuti berbagai seminar, menjadi asisten laboratorium dalam arahan *Agriculture Engineering Study Club* (AESC). Penulis juga aktif dalam organisasi mahasiswa internal kampus. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Juli 2019, di Kabupaten Bantaeng.



## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
PERSANTUNAN .....	viii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tanaman Padi ( <i>Oryza sativa L.</i> ) .....	3
2.2 Biomassa Tanaman.....	4
2.3 <i>Leaf Area Index</i> (LAI).....	5
2.4 Indeks Vegetasi .....	5
2.4.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI) .....	6
2.4.2 <i>Renormalized Difference Vegetation Index</i> (RDVI).....	6
2.4.3 <i>Simple Ratio</i> (SR) .....	7
2.5 Spektrometer .....	7
2.6 <i>Ground Cover</i> (GC).....	8
2.7 <i>Crop Model Oryza2000</i> .....	8
2.8 Analisis Korelasi .....	9
2.9 Metode RMSE.....	10
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Tempat .....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Prosedur Penelitian.....	11
3.3.1 Survei Lokasi.....	11

3.3.2 Pembuatan peta dasar .....	11
3.3.3 Pengukuran Parameter Pertumbuhan Tanaman Padi .....	11
3.3.4 Pengukuran reflektansi.....	12
3.3.5 Analisis Indeks Vegetasi .....	12
3.3.6 Analisis Korelasi .....	13
3.3.7 <i>Run Crop Model Oryza2000</i> .....	13
3.3.8 Kalibrasi parameter model.....	13
3.3.9 Verifikasi .....	13
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	15
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Tinggi Tanaman.....	16
4.2 Biomassa Kering Tanaman.....	18
4.3 <i>Leaf Area Index (LAI)</i> .....	19
4.4 <i>Ground Cover</i> .....	20
4.5 Reflektansi Tanaman .....	20
4.6 Hubungan Indeks Vegetasi dengan Biomassa.....	23
4.6.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....	23
4.6.2 <i>Simple Ratio (SR)</i> .....	23
4.6.3 <i>Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)</i> .....	24
4.7 Hubungan <i>Leaf Area Index (LAI)</i> dengan Indeks Vegetasi .....	25
4.7.1 <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> .....	26
4.7.2 <i>Simple Ratio (SR)</i> .....	26
4.7.3 <i>Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)</i> .....	27
4.8 Hubungan <i>Ground Cover (GC)</i> dan Indeks Vegetasi .....	28
4.9 <i>Crop Model ORYZA2000</i> .....	29
4.9.1 Petakan Sawah Produktivitas Tinggi .....	29
4.9.2 Petakan Sawah Produktivitas Sedang .....	36
4.9.3 Petakan Sawah Produktivitas Rendah.....	43
5. PENUTUP .....	50
Kesimpulan.....	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1.	Konstanta untuk tingkat perkembangan tanaman produktivitas tinggi.....	29
Tabel 4-2.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering total .....	31
Tabel 4-3.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering daun .....	32
Tabel 4-4.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering batang.....	33
Tabel 4-5.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering malai .....	35
Tabel 4-6.	Konstanta untuk tingkat perkembangan tanaman produktivitas sedang.....	36
Tabel 4-7.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering total .....	37
Tabel 4-8.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering daun .....	39
Tabel 4-9.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering batang.....	40
Tabel 4-10.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering malai.....	41
Tabel 4-11.	Konstanta untuk tingkat perkembangan tanaman produktivitas rendah.....	43
Tabel 4-12.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering total.....	44
Tabel 4-13.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering daun.....	45
Tabel 4-14.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering batang....	47
Tabel 4-15.	Konstanta untuk tingkat pengembangan berat kering malai.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1.	Prinsip Kerja Spektrometer.....	7
Gambar 3-1.	Diagram Alir .....	14
Gambar 4-1.	Hubungan tinggi tanaman padi varietas Inpari dengan umur tanaman.....	15
Gambar 4-2.	Hubungan tinggi tanaman padi varietas CI220 dengan umur tanaman.....	16
Gambar 4-3.	Hubungan tinggi tanaman padi varietas MR219 dengan umur tanaman.....	16
Gambar 4-4.	Perkembangan biomassa kering tanaman padi .....	17
Gambar 4-5.	<i>Leaf Area Indeks</i> (LAI) berdasarkan umur tanaman.....	19
Gambar 4-6.	Grafik presentase <i>Ground Cover</i> .....	19
Gambar 4-7.	Grafik reflektansi padi pada petak produktivitas rendah. ....	20
Gambar 4-8.	Grafik Reflektansi Petakan Sawah Produktivitas Sedang.....	21
Gambar 4-9.	Grafik Reflektansi Petakan Sawah Produktivitas Tinggi.....	22
Gambar 4-10.	Hubungan Biomassa dengan NDVI pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	23
Gambar 4-11.	Hubungan Biomassa dengan SR pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	23
Gambar 4-12.	Hubungan Biomassa dengan RDVI pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	24
Gambar 4-13.	Hubungan LAI dengan NDVI pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	25
Gambar 4-14.	Hubungan LAI dengan SR pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	26
Gambar 4-15.	Hubungan LAI dengan RDVI pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah .....	27
Gambar 4-16.	Hubungan GC dengan Indeks Vegetasi pada Produktivitas Tinggi, Produktivitas Sedang, dan Produktivitas Rendah.....	28
Gambar 4-17.	Grafik Perkembangan Model Pada Produktivitas Tinggi. ....	30
Gambar 4-18.	Grafik Perbandingan WAGT Simulasi dan WAGT Observasi Produktivitas Tinggi .....	31
Gambar 4-19.	Grafik Perbandingan WLVG Simulasi dan WLVG Observasi Produktivitas Tinggi.....	32
Gambar 4-20.	Grafik Perbandingan WST Simulasi dan WST Observasi Produktivitas Tinggi .....	34

Gambar 4-21. Grafik Perbandingan WSO Simulasi dan WSO Observasi Produktivitas Tinggi .....	35
Gambar 4-22. Grafik Perkembangan Model Pada Produktivitas Sedang. ....	36
Gambar 4-23. Grafik Perbandingan WAGT Simulasi dan WAGT Observasi Produktivitas Sedang .....	38
Gambar 4-24. Grafik Perbandingan WLVG Simulasi dan WLVG Observasi Produktivitas Sedang .....	39
Gambar 4-25. Grafik Perbandingan WST Simulasi dan WST Observasi Produktivitas Sedang .....	40
Gambar 4-26. Grafik Perbandingan WSO Simulasi dan WSO Observasi Produktivitas Sedang .....	42
Gambar 4-27. Grafik Perkembangan Model Pada Produktivitas Rendah.....	43
Gambar 4-28. Grafik Perbandingan WAGT Simulasi dan WAGT Observasi Produktivitas Rendah .....	44
Gambar 4-29. Grafik Perbandingan WLVG Simulasi dan WLVG Observasi Produktivitas Rendah. ....	46
Gambar 4-30. Grafik Perbandingan WST Simulasi dan WST Observasi Produktivitas Rendah .....	47
Gambar 4-31. Grafik Perbandingan WSO Simulasi dan WSO Observasi Produktivitas Rendah .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Peta Dasar Petakan Sawah .....	53
Lampiran 2	Tabel Nilai Tinggi Tanaman .....	54
Lampiran 3	Tabel Nilai Biomassa Kering.....	55
Lampiran 4	Tabel Nilai LAI.....	56
Lampiran 5	Tabel Nilai <i>Ground Cover</i> (%).....	57
Lampiran 6	Tabel Nilai Reflektansi .....	60
Lampiran 7	Tabel Nilai Indeks Vegetasi dengan Biomassa .....	61
Lampiran 8	Tabel Nilai Indeks Vegetasi dengan LAI.....	63
Lampiran 9	Tabel Nilai Indeks Vegetasi dengan GC .....	65
Lampiran 10	Bahasa Program Model Orya2000.....	67
Lampiran 11	Dokumentasi .....	87

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Produksi padi merupakan salah satu aspek penting dalam pertanian, karena beras adalah makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Dalam budidaya tanaman padi sangat banyak hal yang perlu diperhatikan agar tanaman padi tersebut menghasilkan kualitas yang baik. Peningkatan produktivitas dan produksi padi harus terus dilakukan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani, menjamin ketahanan pangan serta swasembada berkelanjutan. Dalam usaha meningkatkan produksi padi, perlu dilakukan pengembangan dan penerapan teknologi yang efektif dan efisien.

Salah satu faktor penting dalam meningkatkan produksi tanaman padi adalah pemantauan dan pengelolaan yang tepat terhadap kondisi pertumbuhan tanaman. Penggunaan instrumen spektrometer dan *crop model oryza2000* dapat menjadi solusi yang potensial untuk memperoleh informasi yang akurat dan detail tentang pertumbuhan tanaman padi.

Instrumen spektrometer berfungsi untuk mengukur spektrum dari suatu benda berdasarkan cahaya yang terpantulkan dan menghasilkan suatu panjang gelombang. Cara kerja spektrometer adalah dengan melakukan analisa panjang gelombang cahaya. Dengan menganalisis spektro cahaya yang dipancarkan tanaman padi, maka dapat diperoleh informasi mengenai status klorofil, kadar air, maupun komponen lain yang berkaitan dengan pertumbuhan tanaman.

Sedangkan *crop model oryza2000* adalah model matematika yang dikembangkan untuk memprediksi produksi dan pertumbuhan tanaman padi. *Crop model* ini memperhitungkan berbagai faktor seperti cuaca, kualitas tanah, pemupukan dan manajemen air dalam memproyeksikan potensi hasil tanaman padi. Dengan memanfaatkan *crop model oryza2000*, petani dan peneliti dapat mengidentifikasi strategi pengelolaan yang optimal untuk meningkatkan produksi padi dengan mempertimbangkan berbagai skenario yang mungkin terjadi.

Dalam penelitian ini, instrumen spektrometer digunakan untuk mengumpulkan data spektrum cahaya di tanaman padi pada beberapa tahap pertumbuhan, kemudian diolah lalu disimulasikan dengan menggunakan *crop model oryza2000*. Tingkat

produktivitas tanaman yang dilihat pada citra disesuaikan pada areal lahan baik itu keseluruhan maupun pada perhitungan luasan per petak sawah.

Maka dari itu dilakukan penelitian ini agar sebelum mencapai masa panen, suatu lahan sawah sudah dapat diestimasikan hasil produksinya sesuai luasan sawah baik per hektar maupun per petaknya, sehingga nantinya para petani dapat mengetahui terjadi peningkatan atau penurunan produksi. Serta pihak petani dapat memaksimalkan penyerapan hasil panen mereka dan menjadi pertimbangan dalam pengambilan kebijakan khususnya dalam bidang pertanian sehingga dapat mendukung upaya mencapai suatu tujuan.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui korelasi antara indeks vegetasi dengan pertumbuhan biomassa tanaman padi menggunakan spektrometer (indeks vegetasi) dan menganalisis indeks vegetasi yang baik dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman padi, serta memprediksi produktivitas tanaman padi dengan menggunakan *Crop Model ORYZA2000*.

Kegunaan penelitian yaitu sebagai sumber informasi kepada pihak yang berkepentingan dalam bidang budidaya padi dalam memprediksi produktivitas padi secara cepat dan tepat sebagai acuan dalam perencanaan pengelolaan hasil panen tanaman padi.



## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*)

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan salah satu penghasil makanan pokok sebagian besar dari penduduk Indonesia. Dalam peningkatan produksi tidak sebanding dengan tingkat pertumbuhan penduduk saat ini, sehingga pemerintah mengambil kebijakan melalui impor beras untuk memenuhi kebutuhan pangan (Ma'sum, *et al.*, 2016).

Beras merupakan salah satu makanan sumber energi sekaligus sebagai bahan makanan pokok bagi sebagian besar warga Indonesia, sehingga peningkatan kebutuhan beras sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Namun, seiring berjalannya waktu peningkatan produksi padi tidak sebanding dengan meningkatnya penduduk warga Indonesia, sehingga dengan adanya peningkatan jumlah penduduk maka Indonesia perlu mengimpor beras. Menurut Thomas Robert Malthus pada tahun 1789 menyatakan bahwa peningkatan jumlah penduduk akan mempengaruhi ketersediaan pangan yang ada (Marlina, *et al.*, 2017).

Dalam memanfaatkan sumber daya lingkungan, penggunaan umur bibit yang tepat merupakan salah satu keberhasilan dalam pengelolaan padi. Adapun umur bibit yang siap untuk pindah tanam yakni 15 hari setelah semai (HSS), hal ini disebabkan karena jika dibandingkan dengan umur bibit 20 HSS, 25 HSS, 30 HSS, dan 35 HSS, umur bibit 15 HSS memiliki produksi yang lebih tinggi dan jumlah anakannya lebih banyak. Sehingga semakin cepat bibit pindah ke lingkungan yang baru maka anakan dan akar dapat memadai dalam perkembangannya. Umur bibit yang masih muda akan dapat mempercepat pembentukan anakan, dan jumlah anakan dapat mencapai 40-80 batang per rumpun (Marlina, *et al.*, 2017).

Berbagai macam varietas tanaman padi yang dibudidayakan di Indonesia seperti varietas CL220, MR219, dan Inpari 4. Adapun deskripsi umum dari masing-masing varietas adalah sebagai berikut (Badan Litbang Pertanian, 2012).

1. CL220

Memiliki umur tanam 90 HST dengan tinggi tanaman rata-rata 8- 110 cm dan jumlah anakan 30 – 40 batang dan jumlah malai 225 – 250 bulir. Warna gabah yang dihasilkan bening yang berbentuk besar dan lonjong. Potensi produksi untuk varietas CL220 sekitar 9 – 13 ton/ha. Varietas CL220 tahan terhadap hama jamur, blast dan bakteri *Xantomonas Oryzae* dan mampu berkembang pada ketinggian 480 MDPL.

## 2. MR219

Memiliki umur tanam 95 – 110 HST dan memiliki jumlah anakan produktif sekitar 30 – 50 batang. Tinggi tanaman rata-rata 85 – 90 cm dan tahan roboh. Bentuk gabah varietas ini lonjong, panjang dan ramping dengan warna kuning bersih. Potensi hasil untuk varietas ini adalah 13 ton/ha dengan rata-rata produksi 9 ton/ha. Padi jenis MR 219 tahan terhadap serangan hama wereng dan penyakit HDB, blas dan virus klorow.

## 3. Inpari 4

Padi varietas inpari 4 adalah golongan Cere Indica yang berumur 135 hari bertipe tanaman tegak, tinggi 94 cm. Varietas ini mempunyai ukuran gabah sedang, warna gabah kuning, gabah bobot 19 gram/1000 butir, jumlah anakan produktif 18 anakan, tekstur nasi pera, dan kandungan amilosa 29%. Produksi rata-rata adalah sebesar 4,69 t GKG/ha hingga 7,63 ton GLG/ha.

## 2.2 Biomassa Tanaman

Biomassa merupakan jumlah bahan organik yang diproduksi oleh organisme (tumbuhan) per satuan unit wilayah suatu saat. Biomassa dapat dinyatakan dalam ukuran berat, seperti berat kering. Oleh karena kandungan air yang berbeda tiap tumbuhan, maka biomassa diukur berdasarkan berat keringnya (Rahmawati, 2012).

Biomassa tanaman merupakan ukuran yang sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman. Ini didasarkan atas kenyataan bahwa taksiran biomassa relative mudah diukur dan merupakan integritas antara dan hamper semua peristiwa yang dialami tanaman (Noer, 2008).

### 2.3 Leaf Area Index (LAI)

Indeks Area Daun (LAI), didefinisikan sebagai rasio total permukaan daun atas vegetasi dibagi dengan luas permukaan tanah tempat tumbuh vegetasi, dicirikan sebagai salah satu parameter struktural yang paling penting dari kanopi tanaman. Selain itu, LAI dianggap sebagai salah satu parameter biofisik terpenting untuk penilaian kinerja tanaman (kesehatan vegetasi, biomassa dan fotosintesis) dan untuk memperkirakan hasil panen. Pemantauan LAI tanaman selama musim tanam akan membantu dalam memahami variabilitas spasial dalam produktivitas tanaman. Di sisi lain, LAI dapat berfungsi sebagai indikator stres pada vegetasi, kinerja pertumbuhan tanaman dan pertukaran energi (Al-Gaadi, *et al.*, 2014).

Nilai LAI meningkat seiring berkembangnya tanaman padi dan mencapai nilai maksimum ketika memasuki fase generatif. Nilai LAI bervariasi tergantung dari jarak tanam dan frekuensi pemberian nitrogen tinggi maka nilainya mencapai 10 atau lebih (Darmawan, 2012).

Secara sederhana fungsi LAI memenuhi persamaan sebagai berikut (Suwarsono, *et al.*, 2011):

$$LAI = A/G \quad (1)$$

keterangan:

LAI = *Leaf Area Index*

A = luas daun pada kanopi (m<sup>2</sup>)

G = luas permukaan tanah yang tertutupi kanopi (m<sup>2</sup>).

Untuk nilai luas daun dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Useng, 2014):

$$A = 62,60W + 3,70$$

keterangan:

A = luas daun pada kanopi (m<sup>2</sup>)

W = Berat daun (m<sup>2</sup>)

### 2.4 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu pengukuran nilai optis kehijauan dari vegetasi yang diperoleh dari pengolahan sinyal digital data nilai kecerahan beberapa kanal

data sensor satelit. Dalam pemantauan suatu vegetasi dilakukan dengan perbandingan antara tingkat kecerahan dengan kanal cahaya merah dan kanal cahaya inframerah dekat. Dengan adanya perbedaan penyerapan cahaya merah yang disebabkan oleh klorofil dan jaringan mesofil pada daun menyebabkan pemantulan cahaya inframerah dekat sehingga tingkat kecerahan yang diterima oleh sensor jauh berbeda. Untuk wilayah non-vegetasi seperti wilayah pemukiman penduduk, perairan, tanah kosong terbuka, dan wilayah dengan kondisi vegetasi yang rusak, akan memperlihatkan nilai rasio yang paling minimum (tidak tinggi). Begitupun sebaliknya dengan wilayah yang memiliki vegetasi yang sangat rapat, kondisi yang baik menyebabkan perbandingan kedua kanal yang maksimum (sangat tinggi) (Sudiana, 2008).

Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis indeks vegetasi yang berbeda yaitu:

#### 2.4.1 *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

*Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan metode standar dengan menggunakan perbandingan tingkat kandungan klorofil atau kehijauan vegetasi pada suatu tumbuhan (Amliana, 2016).

NDVI memiliki skala pengukuran linier, dengan rentang nilai antara -1 sampai 1. Semakin banyak vegetasi yang hadir disuatu wilayah dan semakin sehat dan produktif vegetasi tersebut. Persamaan NDVI adalah sebagai berikut (Putra, *et al.*, 2017):

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (2)$$

Keterangan:

NDVI = *normalized difference vegetation index*,

NIR = Reflektan saluran infra merah dekat (Near Infrared),

R = Infrared.

#### 2.4.2 *Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)*

Indeks vegetasi pada RDVI ini menggunakan metode dengan perbedaan antara panjang gelombang dekat inframerah dan merah. RDVI juga sama dengan NDVI, indeks vegetasi ini digunakan untuk memberikan sifat prediksi vegetasi yang sehat dan tidak sensitif pada efek geometri tanah dan sinar matahari. Secara matematis dapat dihitung dengan persamaan seperti berikut ini (Rumahlatu, 2017):

$$RDVI = \frac{(NIR-RED)}{\sqrt{NIR+RED}} \quad (3)$$

Keterangan:

NIR = Radiasi sinar inframerah dekat

Red = Radiasi sinar tampak (merah)

### 2.4.3 Simple Ratio (SR)

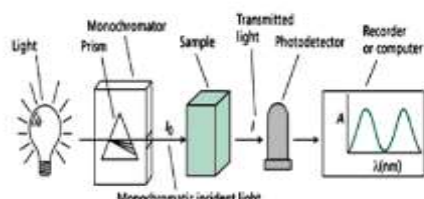
*Simple Ratio* merupakan salah satu indeks vegetasi yang menggunakan data perbandingan antara tanaman yang subur dan tanaman yang tidak subur yang akan memberikan respon terhadap radiasi spektrum gelombang NIR dan RED. Hasilnya berupa data perbandingan atau rasio antara NIR dan RED dari citra yang terekam. Dibandingkan dengan jenis indeks vegetasi yang lainnya, SR memiliki kemampuan yang tahan terhadap pengaruh atmosfer dan topografi. Namun, SR ini mudah mencapai titik jenuh (tersaturasi) apabila berada pada daerah yang memiliki kerapatan tanaman yang tinggi. Persamaan SR sebagai berikut (Rumahlatu, 2017):

$$SR = \frac{NIR}{RED} \quad (4)$$

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra digital, dimaksudkan untuk menonjolkan aspek-aspek vegetasi. Seperti aspek kerapatan, jenis, umur, ataupun aspek-aspek lain yang berkaitan dengan vegetasi (Arnanto, 2013).

## 2.5 Spektrometer

Spektrometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur spektrum cahaya dan spektrum panjang gelombang, baik itu spektrum transmisi, emisi, absorpsi, ataupun reflektansi dari sebuah objek yang akan diukur (Yuliani, 2017).



Gambar 1. Prinsip Kerja Spektrometri

Bagian-bagian dari spektrometer yakni pemilih panjang gelombang, sumber cahaya, dan detektor. Dimana lampu *incandescent* dan lampu tungsten halogen

merupakan sumber radiasi. Nilai spektra kontinyu yang dihasilkan oleh lampu *incandescent* diperoleh dari panjang gelombang 350 nm hingga daerah NIR yakni 2.5  $\mu\text{m}$ . (Astria, 2017).

Spektrometer mempunyai kemampuan untuk panjang gelombang tertentu sesuai dengan tipe alat. Secara umum yang dapat diukur oleh spektrometer adalah *intensity* (intensitas), *absorbance* (serapan), *transmission* (transmisi), *reflection* (pantulan), dan *relative irradiance*. Dalam proses perekaman spektral daun padi hanya digunakan kemampuan proses reflection. Sesuai dengan tipe spektrometer, yaitu tipe florescence maka sensor yang digunakan memiliki kemampuan rekam panjang gelombang dalam rentang efektif 200 sampai 1.100 nanometer. Perekaman spektral daun tanaman padi memerlukan sumber energi sebagai sumber dari gelombang yang akan dipantulkan oleh obyek. Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi reflektansi tanaman diantaranya yaitu kenampakan lahan penanaman serta banyaknya cahaya yang diserap dan dipantulkan. Sehubungan dengan pengukuran yang akan dilakukan adalah pengukuran diluar ruangan maka sumber energi akan menggunakan sinar matahari (Astria, 2017).

## **2.6 Ground Cover (GC)**

*Ground cover* akan meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman. Peningkatan *ground cover* akan sangat terlihat ketika tanaman memasuki masa vegetatif. *Ground cover* menggambarkan persentase tutupan vegetasi pada lahan penanaman. Semakin tinggi persentase *ground cover* yang diperoleh maka semakin subur tanaman tersebut (Vitasari, 2017).

Persentase Ground Cover (GC) sampel petakan sawah dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Pratiwi, 2017):

$$\text{GC} = (\text{Area tertutup tanaman})/(\text{Area keseluruhan}) \times 100\% \quad (5)$$

Dimana:

GC = Ground Cover (%)

## **2.7 Crop Model Oryza2000**

ORYZA2000 adalah model yang dikembangkan oleh *International Rice Research Institute* (IRRI) di Filipina pada tahun 2009. Model ini merupakan model yang

mensimulasikan pertumbuhan, perkembangan, dan keseimbangan air padi sawah. Diasumsikan bahwa, dalam semua situasi produksi ini tanaman dilindungi dengan baik terhadap penyakit, hama, dan gulma dan bahwa tidak ada pengurangan dalam hasil yang terjadi. ORY-ZA2000 diprogram dalam *Compaq Visual Fortran* menggunakan *FORTRAN Simulation Environment (FSE)* (Bouman, 2004).

Model ini mensimulasikan proses seperti pertumbuhan tanaman yang ada di atas tanah, keseimbangan air tanah, dan indeks luas daun. Pada system FSE merupakan pemograman model yang secara dinamis digunakan untuk mensimulasikan proses pertumbuhan agroekologis yang dimana inputnya membutuhkan data curah hujan (Useng, 2014).

## 2.8 Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan bentuk analisis yang menunjukkan hubungan antara dua variabel, dimana keduanya memiliki hubungan sebab-akibat. Koefisien korelasi (dari sampel) adalah ukuran kuantitatif untuk menunjukkan kuatnya hubungan antara dua variabel tersebut (Asdak, 2014).

Adapun cara perhitungan korelasi ( $r$ ) dan interpretasi grafis dari koefisien korelasi sebagai berikut (Asdak, 2014):

$$r = \frac{\sum(x_i y_i) - \{(\sum x_i)(\sum y_i)\}/n}{\sqrt{[\sum x_i^2 - \{(\sum x_i)^2\}/n][\sum y_i^2 - \{(\sum y_i)^2\}/n]}} \quad (6)$$

Korelasi yang terjadi antara dua variabel dapat berupa korelasi positif, korelasi negatif, tidak ada korelasi, atau korelasi sempurna. Nilai koefisien dari korelasi berkisar antara -1 sampai dengan +1. Korelasi yang bernilai negatif menunjukkan perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan. Korelasi bernilai positif menunjukkan perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang sama (Hasan, 2002).

Nilai  $R^2$  merupakan nilai yang menunjukkan tingkat korelasi antara variabel yang dihubungkan, yang dimana semakin besar nilai  $R^2$  yang dimiliki maka menunjukkan bahwa korelasi antara variabel semakin baik (Rakhmawati, 2012).

## 2.9 Metode RMSE

*Root Mean Square Error* (RMSE) sendiri yaitu metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil perkiraan suatu model. Nilai yang dihasilkan RMSE merupakan nilai rata-rata kuadrat dari jumlah kesalahan pada model prediksi (Sanjaya, 2020).

*Root Mean Square Error* (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sartika, 2022):

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}} \quad (7)$$

Keterangan:

RMSE = *Root mean square error*

$x_i$  = data simulasi model

$y_i$  = data observasi di lapangan

$n$  = banyaknya data