

**ANALISIS FASE PERTUMBUHAN DAN KESEHATAN TANAMAN PADI
DI KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT
BERBASIS INTERPRETASI CITRA SENTINEL -2A**

(SKRIPSI)

Oleh

RAHMAT SOBIRIN HARAHAHAP

2114071030



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

ANALYSIS OF GROWTH PHASE AND HEALTH OF RICE PLANTS IN TULANG BAWANG BARAT DISTRICT BASED ON SENTINEL-2A IMAGE INTERPRETATION

By

Rahmat Sobirin Harahap

The administration of Tulang Bawang Barat Regency, which is not like other central areas, results in differences in planting time, maintenance time, and overall rice plant maintenance activities that will affect the growth and production of rice plants. To reduce rice productivity so that it does not plummet, the government must conduct monitoring, while conventional monitoring activities require a lot of time and cost. This study was conducted to monitor the growth phase and health of rice plants by utilizing remote sensing technology from satellite imagery. This study uses sentinel-2A satellite imagery to analyze the growth phase and health of rice plants. The results of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) analysis produced 8382 Ha of good rice plants, 5827 Ha of normal rice plants and 2925 Ha of bad rice plants with a total accuracy of 82.85%.

Keywords: Rice Plant Health, Growth Phase, Sentinel-2A, Ndvi Index, Geographic Information System (GIS)

ABSTRAK

ANALISIS FASE PERTUMBUHAN DAN KESEHATAN TANAMAN PADI DI KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT BERBASIS INTERPRETASI CITRA SENTINEL -2A

Oleh

Rahmat Sobirin Harahap

Admisnistrasi Kabupaten Tulang Bawang Barat yang tidak seperti wilayah sentra lainnya mengakibatkan terjadinya perbedaan waktu tanam, waktu pemeliharaan, kegiatan pemeliharaan tanaman padi secara keseluruhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Untuk menekan produktivitas padi agar tidak anjlok pemerintah harus melakukan monitoring, sementara kegiatan pemantauan secara konvensional membutuhkan waktu dan biaya yang cukup tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk memantau fase pertumbuhan dan kesehatan tanaman padi dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dari citra satelit. Dalam penelitian ini menggunakan citra satelit sentinel-2A untuk menganalisis fase pertumbuhan dan kesehatan tanaman padi. Hasil analisis *Normalized Difference Vegetation Indeks*(NDVI) menghasilkan 8382 Ha tanaman padi baik, 5827 Ha tanaman padi normal dan 2925 Ha tanaman padi buruk dengan akurasi total yaitu 82.85 %.

Kata kunci : Kesehatan Tanaman Padi, Fase Pertumbuhan, Sentinel-2A, Indeks Ndvi, Sistem Informasi Geografis (SIG)

**ANALISIS FASE PERTUMBUHAN DAN KESEHATAN TANAMAN PADI
DI KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT
BERBASIS INTERPRETASI CITRA SENTINEL -2A**

Oleh

Rahmat Sobirin Harahap

Skripsi

Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi

**: ANALISIS FASE PERTUMBUHAN DAN
KESEHATAN TANAMAN PADI DI
KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT
BERBASIS INTERPRETASI CITRA
SENTINEL -2A**

Nama Mahasiswa

: Rahmat Sobirin Harahap

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114071030

Jurusan/PS

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Ridwan, M.S.

NIP. 196511141995031001

Sasongko Aji Wibowo, S.T.P., M.T.

NIP. 199610052024061002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Peguji

Ketua

: Dr. Ir. Ridwan, M.S.

Sekretaris

: Sasongko Aji Wibowo, S.T.P., M.T.

Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Rahmat Sobirin Harahap NPM. 2114071030. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Ridwan, M.S.** dan 2) **Sasongko Aji Wibowo, S.T.P., M.T.** Berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan, karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 15 Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Rahmat Sobirin Harahap

2114071030

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kelurahan Panaragan Jaya pada tanggal 16 Februari 2003, sebagai anak kelima dari lima bersaudara, putra Bapak Mattahir Harahap dan Ibu Rosnida Dalimunte. Penulis memulai pendidikan dari Taman Kanak-Kanak (TK) Suadek Panaragan Jaya Indah pada tahun 2008, Sekolah Dasar di SD Negeri 4 Panaragan Jaya Indah pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Tulang Bawang Tengah pada tahun 2015, serta Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tumijajar pada tahun 2018. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi Mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun organisasi kemahasiswaan. Penulis merupakan pengurus bidang pengabdian masyarakat Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung periode 2023. Pada tahun yang sama penulis juga menjadi staff ahli departemen Pergerakan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada Periode 2024, penulis terus aktif berorganisasi kemahasiswaan yang diamanatkan menjadi kepala departemen Ekonomi Kreatif Badan Eksekutif Mahasiswa, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada bidang akademis penulis aktif sebagai Asisten dosen pada mata kuliah Fisika Dasar tahun 2022. Penulis juga aktif dalam program Kampus Merdeka yaitu Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM) *batch* 4 pada kampus Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang dilakukan selama

satu semester pada semester enam. Pada bidang Pengabdian masyarakat, penulis melaksanakan

Kuliah Kerja Nyata selama 40 hari pada bulan January-Februari 2024 di Desa Karya Jaya, Kecamatan Way Tuba, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung, yang diamanahkan menjadi wakil koordinator desa. Penulis juga melakukan kegiatan Praktik Umum pada tahun 2024 yang dilaksanakan selama 40 hari kerja pada awal bulan Juli hingga awal Agustus di PT.PEMUKASAKTI MANISINDAH di Kabupaten Way Kanan dengan judul “Mempelajari Proses Mekanisme Irigasi Curah (*Sprinkler*) pada Lahan Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) di Subdivisi Tiuh Baru Timur PT. Pemukasakti Manisindah”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini. Sebagai ungkapan rasa syukur atas perjuangan yang telah saya lalui dan dengan segala kerendahan hati, saya persembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta,

Ayahanda Mattahir Harahap dan Ibunda Rosnida Dalimunte yang senantiasa mendidik, membimbing, mendoakan, serta mendukungku. Terima kasih atas semua kasih sayang dan usaha yang telah diberikan kepada ku sehingga saya bisa berada sampai titik ini.

Kakakku Tersayang,

Hotnita Harahap, Ali Akbar Harahap, Nursapna Harahap, terimakasih atas motivasi, masukan, dukungan dan doa yang telah diberikan untuk keberhilkanku.

SANWACANA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Fase Pertumbuhan Dan Kesehatan Tanaman Padi Di Kabupaten Tulang Bawang Barat Berbasis Interpretasi Citra Sentinel -2A”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Pertanian .

Penulis banyak mendapat masukan, bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dengan segala kerendahan dan ketulusan hati kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Ftas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
2. Bapak Dr. Warji, S.T.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Ridwan, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik atas ketersediaanya untuk segala ilmu, bimbingan, kebaikan, serta arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Sasongko Aji Wibowo, S.TP.,M.T., selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membahas, memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Bapak Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama 6 semester pertama , terimakasih atas bimbingan, dan arahnya selama menjadi pembimbing akademik saya.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman, serta bantuan yang telah diberikan baik dalam perkuliahan atau lainnya.
8. Sangat istimewa untuk kedua orang tuaku Alm. Bapak Mattahir Harahap yang tidak bisa ikut membersamai indahnya perasaan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, terimakasih untuk banyaknya pelajaran hidup dan banyak lainnya yang bapak berikan padaku Dan Ibu Rosnida Dalimunte yang tak hentinya memberi doa untukku dan bekerja keras untuk anakmu hingga sampai pada titik ini.
9. Para Kakak-Kakakku, Hotnita Harahap, Ali Akbar Harahap dan Nursapna Harahap terimakasih untuk doa dan masukan yang selalu diberikan pada adikmu ini.
10. Kepada Sella Aprilia yang sudah banyak berkontribusi untuk kehidupan penulis semasa perkuliahan hingga kelulusan. Terimakasih sudah memberikan semangat dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Kepada teman ku Rayza Al Fatah Marpaung, Muhammad Fajar Pratama, Wahyu Gusti Harianto, Mangihut Tua Harahap, Bobby Bagus, Moga Gilbert. Terimakasih sudah banyak membantu dan memberikan masukan-masukan selama perkuliahan.
12. Kepada temanku Alul Rizki, Sulaiman Majid Dan Nur Alim. Terimakasih sudah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan daring kala itu dan terimakasih telah menemani penulis dalam pengambilan data dalam penelitian berlangsung.

13. Keluarga Teknik Pertanian 2021, yang telah kebersamai dan memberi tempat tersendiri di memori dari awal hingga akhir perkuliahan.

Bandar Lampung, 15 Juli 2025

Penulis

Rahmat Sobirin Harahap

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Padi	5
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Padi.....	5
2.1.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi	6
2.1.3 Kesehatan Tanaman Padi	8
2.2 Bagan Warna Daun	9
2.2.1 Pengertian Bagan Warna Daun	9
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pembacaan BWD.....	10
2.2.3 Implikasi Bagan Warna Daun	11
2.3 Konsep Penginderaan Jauh.....	12

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	14
2. 5 Citra Sentinel 2-A.....	18
2.6 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI).....	20
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3 Prosedur Penelitian.....	24
3.3.1 Tahap Persiapan	25
3.3.2 Tahap Pengolahan	26
3.3.3 Tahap Akhir.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	31
4.2 Hasil Analisis Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI).....	31
4.3 Hasil Analisis Kesehatan Tanaman Padi.....	33
4.4 Hasil Ground Check (Pengecekan Lapangan).....	36
4.5 Hasil Analisis Umur Tanaman Padi MT-1 Tahun 2025.....	42
V. KESIMPULAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
VI. DAFTAR PUSTAKA.....	48

DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>	<i>Halaman</i>
<i>Teks</i>	
1. Daftar Spesifikasi Citra Sentinel-2A.....	19
2. Jenis dan Sumber Data Penelitian	24
3. Hubungan Nilai NDVI dengan kesehatan tanaman	28
4. Total Sampel minimal berdasarkan Skala Peta	29
5. Classification Statics NDVI 2025	33
6. Kelas kesehatan tanaman padi tahun 2025.....	34
7. Koordinat titik sampel penelitian	36
8. Data atribut titik sampel hasil Ground Check	38
9. Perhitungan validasi lapangan kelas kesehatan tanaman padi	43
<i>Lampiran</i>	
10. Dokumentasi Hasil <i>Ground Check</i>	54
11. Tabel klasifikasi kesehatan tanaman padi kecamatan.....	63
12. Tabel klasifikasi kesehatan tanaman padi kecamatan dalam persen.....	63
13. Klasifikasi kerapatan vegetasi kecamatan.....	63
14. Klasifikasi kerapatan vegetasi kecamatan dam persen	64
15. Kerapatan sawah	64

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>	<i>Halaman</i>
<i>Teks</i>	
1. Fase pertumbuhan tanaman padi.....	6
2. Bagan warna daun tampak depan.....	11
3. Bagan warna daun tampak belakang.....	12
4. Pola Respon Spektral Obyek, Sumber : Bapelitbang, 2019.....	14
5. Konsep GIS, Sumber : Farda, 2015.	16
6. Komponen Fungsi GIS, Sumber : Farda, 2015.....	17
7. Sub-Sistem GIS, Sumber : Prahasta, 2014.....	18
8. Metode NDVI, Sumber : GeoTekno, 2015	20
9. Peta Administrasi Kabupaten Tulang Bawang Barat.....	22
10. Diagram alir penelitian.....	25
11. Diagram alir pengolahan data.....	27
12. Peta Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2025	32
13. Peta kesehatan tanaman padi.....	35
14. Peta sebaran titik sampel penelitian	38
15. Perbedaan tanaman padi pada usia dan hamparan yang sama (a) sakit dan (b) sehat.....	45
<i>Lampiran</i>	
16. Dokumentasi bersama para petani di lokasi penelitian	65
17. Dokumentasi kemasan padi varietas mapan 05	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Tulang Bawang Barat adalah Kabupaten baru hasil pemekaran dari Kabupaten Tulang Bawang. Kabupaten Tulang Bawang Barat baru diresmikan pada tahun 2008 oleh Menteri dalam Negeri Indonesia tepatnya 29 Oktober 2008 berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2008. Luas wilayah Kabupaten Tulang Bawang Barat adalah 1.201 km² yang meliputi 9 Kecamatan dengan total jumlah penduduk pertahun 2011 adalah 212.124 jiwa dengan salah satu mata pencaharian penduduk yaitu bertani (BPK R1, 2011).

Setiap wilayah administrasi pasti memiliki sumber daya alam, demografi, geografi, agrikultural, budidaya peternakan serta potensi budaya lokal baik ekonomi ataupun (Anasi *et al.*, 2021). Administrasi Kabupaten Tulang Bawang Barat yang tidak seperti wilayah sentra lainnya mengakibatkan terjadinya perbedaan waktu pemeliharaan, kegiatan pemeliharaan tanaman padi secara keseluruhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman padi. Untuk meminiliasi / menekan produktivitas padi agar tidak anjlok harus dilakukan monitoring oleh pemerintah, sementara kegiatan pemantauan secara konvensional membutuhkan waktu dan biaya yang cukup tinggi.

Pada dekade terakhir teknologi pemanfaatan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan citra mulai berkembang. Sistem Informasi Geografis atau GIS dapat digunakan untuk memfasilitasi analisis spasial dan memantau apa yang terjadi di Bumi. Aplikasi analisis spasial GIS dapat digunakan di berbagai

bidang, seperti konservasi alam, pertanian dan lain sebagainya. Bila menggunakan GIS yang berfokus pada penggunaan data spasial, maka dapat digunakan untuk memetakan sebaran lahan pertanian dan aktivitas yang ada di dalamnya. Kemampuan GIS dalam menangani dan mengolah data geospasial membedakan GIS dengan sistem informasi lainnya dan memungkinkan GIS digunakan untuk integrasi geospasial dan data lainnya (Chang, 2019). Keunggulan utama dari Sistem Informasi Geografis adalah kemampuannya untuk menyatukan informasi geografis dengan data non-geografis (Salim *et al.*, 2023). Teknologi SIG menggunakan metode tidak langsung (interpretasi citra satelit) kegiatan monitoring pemeliharaan dapat dilakukan dengan mengidentifikasi secara cepat, akurat dan meminiliasi biaya dengan memanfaatkan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan hasil pengindraan jauh Citra Satelit. Analisis spasial yang dilakukan melalui SIG tidak lagi hanya menjadi alat bantu, melainkan merangkul peran strategis dalam konteks pengambilan keputusan (Sopha *et al.*, 2023).

Software GIS apabila dikombinasikan dengan kualitas Citra Satelit yang mempunyai resolusi tinggi tentunya dapat meningkatkan ketelitian dalam proses identifikasi. Pemanfaatan pengindraan jauh khususnya citra satelit sentinel -2A dapat mengkaji dan menampilkan nilai kerapatan indeks vegetasi tanaman yang telah banyak dilakukan diantaranya Analisis kesehatan dan produksi tanaman padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu berbasis interpretasi citra sentinel -2A oleh Wulandari (2024) dengan metode NDVI. Metode NDVI digunakan untuk membandingkan tingkat kehijauan pada vegetasi berdasarkan Citra Satelit (Cheumora *et al.*, 2017). Arini *et al.*, (2022) menggunakan metode NDVI untuk mendeteksi tingkat kesehatan tanaman kelapa sawit dan Marini (2021) juga menggunakan metode NDVI untuk identifikasi pertumbuhan tanaman padi.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, untuk memonitoring fase pertumbuhan dan kesehatan tanaman padi dapat di meminiliasi waktu dan biaya dengan adanya kajian yang menghasilkan output berupa peta kesehatan tanaman padi di seluruh Kabupaten Tulang Bawang Barat yang didapat digunakan pemerintah Kabupaten Tulang Bawang Barat untuk memonitoring kesehatan tanaman padi

melalui analisa sebuah data tanpa berhubungan langsung dengan objek berdasarkan nilai NDVI data citra sentinel -2A

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengaitkan umur tanaman padi dengan ketersediaan bahan citra sentinel -2A?
2. Apakah derajat kesehatan tanaman padi dapat diduga menggunakan cara interpretasi nilai NDVI dari citra sentinel -2A?
3. Apakah citra sentinel -2A dapat digunakan untuk mengevaluasi keseragaman tanam pada area yang luas ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui umur tanaman padi melalui interpretasi citra sentinel -2A .
2. Mendapatkan klasifikasi kesehatan tanaman padi berdasarkan nilai indeks kerapatan vegetasi pada citra sentinel -2A.
3. Mengetahui tingkat keseragaman waktu tanam padi menggunakan teknik interpretasi citra sentinel -2A.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu menghasilkan output peta kesehatan tanaman padi dan keterikatannya dengan fase pertumbuhan yang dapat digunakan Pemerintah Kabupaten Tulang Bawang Barat Untuk Memonitoring Lahan sawah tanaman padi diseluruh Kabupaten Tulang Bawang Barat dengan waktu yang singkat dan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pemantauan secara konvensional.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah yang dijadikan objek penelitian ini yaitu Kabupaten Tulang Bawang Barat. Dengan kecamatan yang memiliki tingkat tutupan lahan sawah yang luas.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada musim tanam 1 dengan asumsi semua areal sawah ditanami (musim hujan).
3. Penentuan lokasi sampling umur tanaman padi dilakukan dengan cara melihat figur tanaman padi secara langsung di lapangan dan wawancara dengan petani, pemilik atau penggarap sawah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

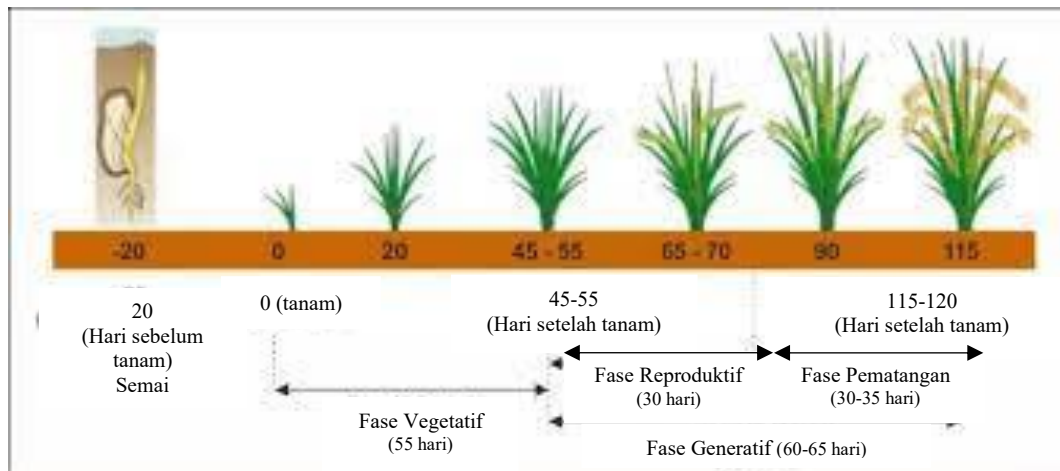
2.1 Tanaman Padi

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Padi

Menurut Soemartono *et al.*, (2004), tanaman padi merupakan tanaman semusim termasuk golongan rumput-rumputan, yang diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub-divisio	: Angiospermae
Clas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Graminales
Familia	: Graminae
<i>Genus</i>	: <i>Oryza</i>
<i>Species</i>	: <i>Oryza sativa L</i>

Tanaman padi termasuk golongan tanaman berumur pendek, yaitu kurang dari satu tahun dan hanya satu kali berproduksi dan setelah berproduksi mati. Fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Pertumbuhan tanaman padi dibagi dalam empat fase, yaitu fase pertumbuhan awal, fase vegetative, fase generative dan fase reproduksi (Gambar 1) (Perum Perindo, 2023).



Gambar 1. Fase pertumbuhan tanaman padi

Sumber : Perum Perindo, 2023

2.1.2 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

1. Fase Pertumbuhan awal

Di fase ini, padi berada pada tahap awal pertumbuhan setelah benih ditanam dilahan persiapan. Padi berkecambah dan menjadi tanaman muda yang masih rapuh. Ciri-ciri padi pertumbuhan awal antara lain:

- Tingginya Tingkat kepekaan terhadap cahaya.
- Tingkat perkembangan akar yang masih terbatas.
- Tumbuhnya daun-daun pertama yang masih kecil dan rapuh.
- Perakaran masih dangkal.

Pada fase ini padi rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian hama dan penyakit secara teratur.

2. Fase Pertumbuhan Vegetatif

Fase pertumbuhan vegetative merupakan fase padi tumbuh dengan cepat yang memiliki ciri-ciri:

- Pertumbuhan cepat pada bagian batang dan daun.
- Pertambahan jumlah daun secara signifikan.
- Pertumbuhan akar lebih kuat dan lebih dalam.
- Peningkatan ukuran dan massa tubuh tanaman.

Fase pertumbuhan vegetative merupakan fase yang sangat penting dalam perkembangan tanaman padi. Pada fase ini, tanaman padi membutuhkan nutrisi

yang cukup, baik dari tanah maupun pupuk tambahan, untuk mendukung pertumbuhannya agar optimal.

3. Fase Pertumbuhan Generatif

Pada fase ini, padi mulai membentuk bunga dan menghasilkan bulir-bulir padi yang siap untuk dipanen. Berikut ciri-ciri fase pertumbuhan generatif:

- Munculnya malai atau tandan bunga pada tanaman padi.
- Pertumbuhan dan pembentukan malai yang cepat.
- Pertumbuhan panjang batang semakin lambat.
- Perkembangan malai menjadi bulir-bulir padi yang siap panen.

Pada fase pertumbuhan generatif perlu mendapatkan perawatan yang baik agar malai bunga dapat berkembang dengan baik dan menghasilkan bulir-bulir padi yang berkualitas. Faktor-faktor yang mendukung pertumbuhan padi pada fase ini yaitu nutrisi, air, sinar matahari, dan iklim.

4. Fase Pertumbuhan Reproduksi

Fase pertumbuhan reproduksi adalah fase terakhir dalam pertumbuhan padi sebelum dipanen. Berikut ciri-ciri fase pertumbuhan reproduksi:

- Pertumbuhan bulir padi yang hampir mencapai ukuran maksimum.
- Perkembangan akhir malai dan bulir padi.
- Pertumbuhan batang dan daun sudah berhenti tanaman padi siap untuk dipanen.

Fase pertumbuhan reproduksi petani perlu memastikan bahwa tanaman padi telah mencapai kematangan penuh sebelum dilakukan panen. Panen yang dilakukan terlalu cepat dapat mengurangi hasil panen sedangkan panen yang dilakukan terlalu lambat dapat menyebabkan kerusakan bulir padi. Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti pertambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, bobot, dan luas daun. Fase reproduktif terjadi saat tanaman berbunga, dengan lama fase reproduktif untuk kebanyakan varietas padi di daerah tropis umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari. Perbedaan masa pertumbuhan ditentukan oleh lamanya fase vegetatif (Perum Perindo, 2023).

2.1.3 Kesehatan Tanaman Padi

Kesehatan tanaman sangat berperan penting dalam perkembangan ekosistem dan lingkungannya. Tingkat kesehatan tanaman adalah hasil akhir dari interaksi antara tanaman dan faktor-faktor biotik atau abiotik di sekitarnya. Monitoring dilakukan secara bertahap untuk membantu mengidentifikasi resiko kerusakan yang dapat mengganggu. Pemantauan dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai status kesehatan di masa depan, sehingga upaya perlindungan dapat dilakukan secara optimal. Klasifikasi kesehatan tanaman padi dibagi menjadi empat kelas. Kondisi kesehatan tanaman sangat baik dicirikan oleh rentang nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) antara 0,721-0,92, sementara kesehatan tanaman baik terdapat pada rentang nilai NDVI antara 0,421-0,72. Kesehatan tanaman normal ditentukan oleh nilai NDVI dalam rentang 0,221-0,42, sedangkan kesehatan tanaman yang buruk terlihat pada nilai NDVI antara 0,11-0,22 (Prasetyo, 2013).

Kesehatan tanaman padi dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang mencakup populasi tanaman, fase pertumbuhan tanaman, varietas yang digunakan, kelembaban tanah, dan status hara nitrogen (N) dalam tanah.

1. Populasi Tanaman:

Jumlah tanaman padi yang ditanam dalam satu unit area tertentu dapat memengaruhi ketersediaan sumber daya, termasuk cahaya matahari, nutrisi, dan air. Populasi tanaman yang padat dapat menyebabkan persaingan yang lebih intensif untuk sumber daya ini, yang mungkin berdampak pada tingkat klorofil dan warna daun.

2. Fase Pertumbuhan Tanaman:

Fase pertumbuhan tanaman padi, seperti fase vegetatif awal atau fase generatif saat tanaman membentuk malai dan butir padi, dapat mempengaruhi warna daun. Pada fase vegetatif, fokus utama tanaman mungkin lebih pada pertumbuhan daun dan perkembangan struktur vegetatif, sedangkan pada fase generatif, tanaman mungkin mengalokasikan energi lebih banyak untuk pembentukan dan pematangan butir padi.

3. Varietas Tanaman:

Setiap varietas padi memiliki karakteristik genetik yang unik, termasuk potensi warna daunnya. Beberapa varietas mungkin cenderung memiliki warna daun yang lebih gelap atau lebih terang secara alami. Faktor genetik ini dapat memainkan peran utama dalam menentukan warna daun tanaman.

4. Kelembaban Tanah:

Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil produksi padi adalah kelembaban tanah. Ketika kelembaban tanah menurun maka tanaman akan merasakan stress kondisi kekeringan dan berakibat pada terganggunya fungsi fisiologi tanaman seperti fotosintesis, respirasi, absorpsi ion, proses pembungaan dan penbuahan.

5. Status Hara Nitrogen (N) dalam Tanah:

Nitrogen merupakan unsur hara penting dalam pertumbuhan tanaman dan sintesis klorofil. Status hara nitrogen dalam tanah dapat memengaruhi produksi klorofil dan, oleh karena itu, warna daun. Kekurangan nitrogen dapat menyebabkan daun menjadi kuning (klorosis), sedangkan ketersediaan nitrogen yang cukup dapat mendukung warna hijau yang sehat (Dinas Kesehatan Kabupaten Buleleng, 2018).

2.2 Bagan Warna Daun

2.2.1 Pengertian Bagan Warna Daun

Bagan warna daun (BWD) pertama kali dikembangkan di Jepang, dan kemudian peneliti-peneliti dari Universitas Pertanian Zhejiang-Cina mengembangkan suatu BWD yang lebih baik dan mengkalibrasinya untuk padi indica, japonica dan hibrida. Alat ini kemudiannya menjadi model bagi BWD yang didistribusikan oleh *Crop Resources and Management Network* (CREMNET) - IRRI untuk tanaman padi; suatu alat yang sederhana, mudah digunakan, dan tidak mahal untuk menentukan waktu pemupukan N pada tanaman padi. BWD terdiri dari empat warna hijau, dari hijau kekuningan (No. 2 pada kartu) sampai hijau tua (No. 5 pada kartu). BWD tak dapat menunjukkan perbedaan warna hijau daun yang terlalu kecil sebagaimana pada klorofil meter.

Cara menggunakan bagan warna daun yaitu dengan cara pilih daun termuda yang telah kembang sempurna dan sehat dari suatu tanaman untuk pengukuran warna daun. Warna daun ini sangat berhubungan dengan status N tanaman padi. Dari tiap lahan, pilih 10 daun dari 10 tanaman yang dipilih secara random (lebih banyak lebih baik) dan mewakili daerah penanaman. Pastikan memilih tanaman dalam suatu area dimana populasi tanaman seragam. Ukur warna dari tiap daun yang terpilih dengan memegang BWD dan menempatkan bagian tengah daun di atas standar warna untuk dibandingkan. Selama pengukuran, tutupi daun yang sedang diukur dengan badan karena pembacaan warna daun dipengaruhi oleh sudut matahari dan intensitas cahaya matahari. Jangan memotong ataupun merusak daun, dan bila mungkin sebaiknya pengukuran dilakukan oleh orang yang sama pada waktu yang sama di hari-hari pengamatan.

Bila warna daun nampaknya berada diantara dua standar warna, ambil rata-rata dari keduanya sebagai pembacaan warna daun. Contoh; bila warna suatu daun padi terletak antara No. 3 dan No. 4, maka bacaan warna daun adalah 3,5. Hitung rata-rata dari 10 pembacaan BWD. Bila nilai rata-rata pembacaan warna daun lebih rendah dari batas kritis yang sudah ditetapkan, atau bila lebih dari 5 daun yang mempunyai pembacaan warna daun rendah dari batas kritis yang sudah ditetapkan, segera berikan pupuk N untuk mengoreksi kekurangan N pada pertanaman (MINOLTA, 1989).

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pembacaan BWD

Beberapa faktor dapat memengaruhi pembacaan BWD, di antaranya varietas, kerapatan tanaman, radiasi matahari pada musim kemarau dan musim hujan, kadar hara lain di dalam tanah dan tanaman, serta cekaman biotik dan abiotik yang menyebabkan warna daun berubah (Witt *et al.*, 2005). Tanaman yang mengalami kahat N memperlihatkan gejala pertumbuhan kerdil dan menguning dan daun lebih kecil dibanding daun tanaman sehat. Pada tanaman muda seluruh tanaman menguning, sedangkan pada tanaman dewasa daun bagian bawah berwarna hijau kekuningan hingga kuning (Oroka, 2011).

2.2.3 Implikasi Bagan Warna Daun

Petani umumnya memberikan pupuk N beberapa kali, tetapi interval pemberian, jumlah pupuk N tiap kali pemberian, dan waktu pemberiannya bervariasi. BWD awalnya dikembangkan di Jepang (Buresh, 2007) untuk membantu petani menentukan intensitas warna daun yang berhubungan langsung dengan kandungan klorofil dan status N dalam daun. Peneliti Tiongkok dari Zhejiang Agricultural University kemudian mengembangkan BWD dan mengkalibrasinya untuk padi *indica*, *japonica*, dan padi hibrida (Peng *et al.*, 1993).

Dua jenis BWD digunakan petani dan penyuluh, yaitu BWD dengan enam panel yang menggambarkan enam pita warna dari hijau kekuningan (skala 1) sampai hijau tua (skala 6) dan BWD dengan empat panel (skala 2-5). BWD empat panel mulai diperkenalkan pada tahun 2001 dengan menghilangkan dua panel di dua sisi ekstrem, yaitu skala 1 dan skala 6 untuk skala 2 termasuk kelas kesehatan buruk, 3-4 kelas kesehatan tanaman normal dan skala 5 kelas kesehatan baik (Witt *et al.*, 1999). Bagan warna daun dapat membantu petani untuk mengetahui waktu dan frekuensi pemberian serta takaran pupuk N. Pemberian pupuk N berdasarkan hasil pengukuran warna daun dengan BWD skala 4 dapat menghemat pemakaian pupuk 15-20% dari takaran yang umum digunakan petani tanpa menurunkan hasil (Witt *et al.*, 2005).



Gambar 2. Bagan warna daun tampak depan

 Cara penggunaan BWD (Bagan Warna Daun) saat pemupukan susulan, yaitu sekitar 25 hari setelah tanam (hst) atau fase anakan aktif dan 35 hst atau primordia :				
1. Bandingkan warna daun padi teratas yang telah membuka penuh dengan BWD. 2. Pakai takaran pupuk urea sesuai nilai warna daun dan tingkat hasil yang biasanya diperoleh (5,6,7, atau 8 t/ha) dengan cara budi daya yang dewasa ini diterapkan.				
Nilai warna daun dengan BWD	Tingkat hasil (GKG)			
	5 t/ha	6 t/ha	7 t/ha	8 t/ha
Takaran urea (kg/ha)				
 2 - 3	75	100	125	150
 Antara 3 dan 4	50	75	100	125
 4 - 5	0	0 atau 50	50	50

Gambar 3. Bagan warna daun tampak belakang

2.3 Konsep Penginderaan Jauh

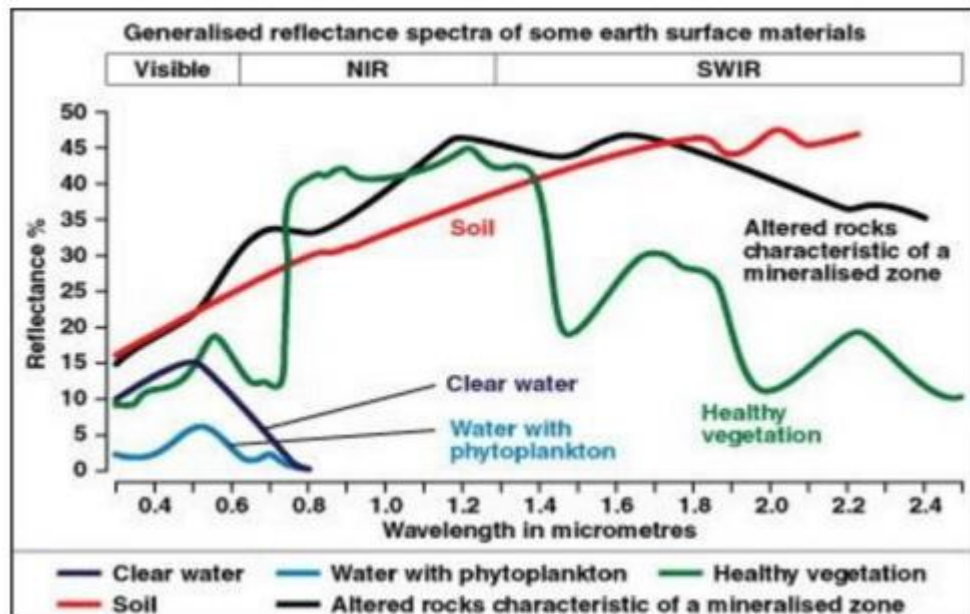
Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni dalam memperoleh informasi mengenai suatu obyek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa suatu kontak langsung (Lillesand *et al.*, 2008). Sementara menurut *American Society of Photogrammetry* penginderaan jauh merupakan pengukuran atau perolehan informasi dari beberapa sifat obyek atau fenomena dengan menggunakan alat tertentu untuk menghindari kontak fisik dengan obyek atau fenomena yang diteliti. Keunggulan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dibandingkan dengan pemotretan foto udara diantaranya dari segi harga, periode ulang terhadap perekaman daerah yang sama, pemilihan spectrum panjang gelombang untuk mengatasi hambatan atmosfer, serta kombinasi saluran spectral (spectral band) yang dapat diatur sesuai dengan tujuan pengguna. Teknologi penginderaan jauh dengan Sistem Informasi Geografi pada perkembangannya memiliki keterkaitan yang sangat kuat dalam melakukan analisis dan pengolahan terhadap data-data spasial. Integrasi antara teknologi penginderaan jauh dengan SIG bermanfaat dalam meningkatkan efisiensi perolehan data serta akurasi hasil pemetaan sebagai masukan dalam proses perencanaan dan pengelolaan wilayah (Danoedoro, 2012).

Sistem penginderaan jauh memiliki domain elektromagnetik dan domain ruang. Pada dasarnya setiap benda memiliki dan memancarkan gelombang elektromagnetik. Keberadaan setiap benda dapat dideteksi berdasarkan pantulan

atau pancaran elektromagnetik yang dilakukan oleh benda asalakan karakteristik pantulan ataupun pancarannya diketahui. Cara benda memberikan respons terhadap gelombang elektromagnetik yang mengenanya berbeda-beda. Setiap obyek ternyata mempunyai respon yang relatif serupa pada tiap spektrum, maka respon elektromagnetik obyek sering disebut sebagai respon spektral. Penggunaan beberapa spektral sangat membantu proses pengenalan obyek melalui proses pembandingan kenampakan antar saluran (Hadi *et al.*, 2019).

Pengenalan pola spektral sangatlah penting di dalam penginderaan jauh dikarenakan dengan memahami pantulan spektral suatu obyek dapat memberikan kemudahan bagi user untuk memahami konsep dan analisis dalam penginderaan jauh. Sebagai contohnya adalah vegetasi memiliki pantulan dengan nilai yang cukup rendah pada spektrum biru sementara di sisi lain vegetasi memiliki pantulan spektrum sangat tinggi pada spektrum hijau, kondisi inilah yang menyebabkan vegetasi memiliki nilai pantulan tinggi pada panjang gelombang hijau sehingga yang tampak pada manusia vegetasi memiliki warna hijau.

Sementara nilai pantulan dari obyek vegetasi akan mengalami penurunan pada spektrum merah dan kembali mengalami kenaikan yang signifikan pada panjang gelombang inframerah dekat (Bapelitbang, 2019). Pemahaman dan distribusi nilai spektral setiap obyek terhadap panjang gelombang tertentu disajikan sebagaimana gambar berikut:



Gambar 4. Pola Respon Spektral Obyek, Sumber : Bapelitbang, 2019

2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografi merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi, dan geografi. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi. SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur informasi geografi (Prahasta, 2014).

Istilah geografis merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian atau tertukar hingga timbul istilah yang ketiga, geospasial. Ketiga istilah ini mengandung pengertian yang sama di dalam konteks SIG. Penggunaan kata geografis mengandung pengertian suatu persoalan mengenai bumi permukaan dua atau tiga dimensi. Istilah "informasi geografis" mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi dimana suatu objek terletak di permukaan bumi, dan informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) yang

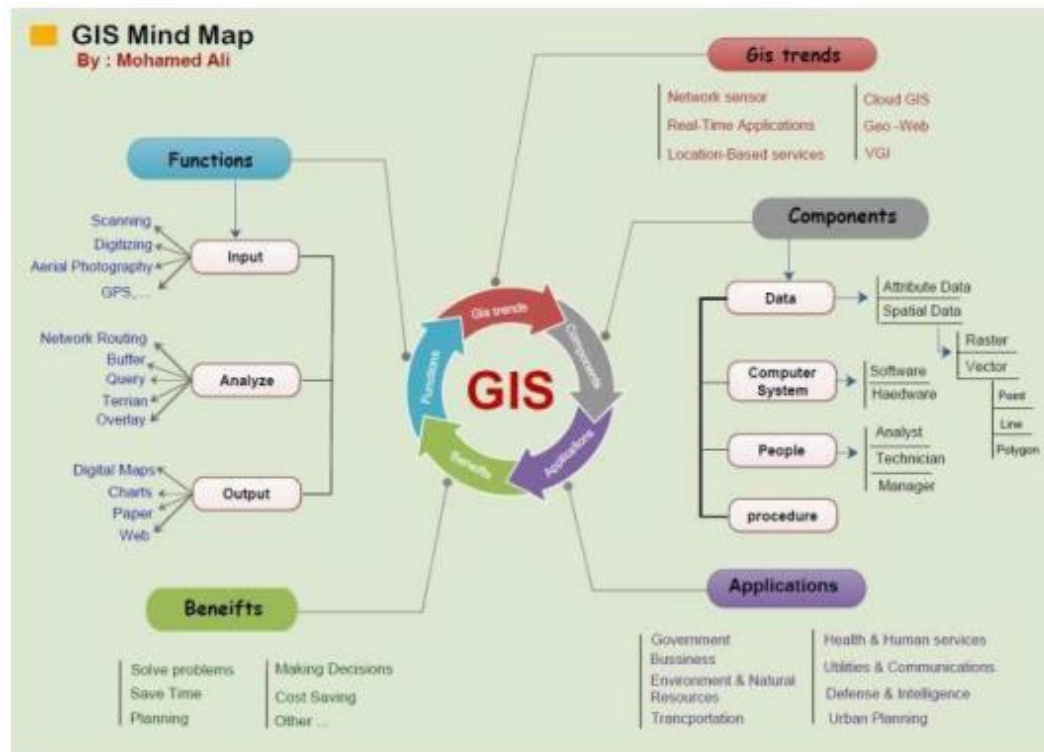
terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui (Pratama dan Razaq, 2023).

Dalam pengoperasiannya, GIS memiliki empat subsistem pemfungsian pokok yaitu:

- Subsistem input data
- Subsistem penyimpanan dan pengambilan kembali data
- Subsistem manipulasi dan analisa data
- Subsistem output dan menampilkan data

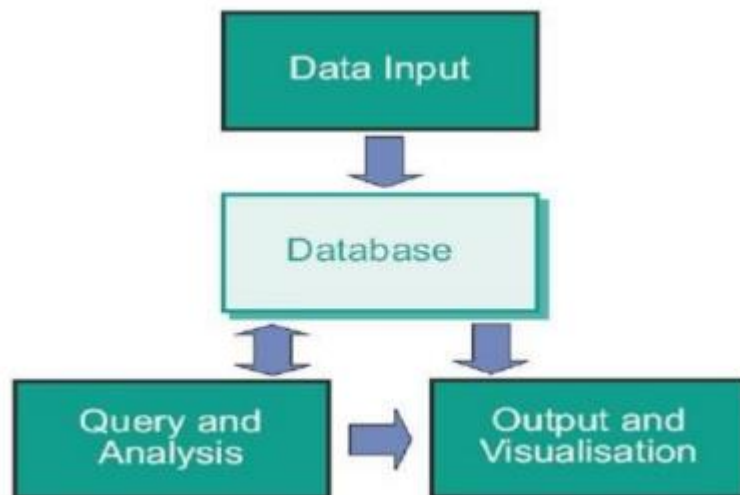
Sistem informasi geografis melakukan pemetaan dan penelitian terhadap fenomena-fenomena yang terjadi di permukaan bumi dan berbasis komputer. Operasi yang dilakukan oleh sistem informasi geografis yaitu mengintegrasikan operasi database umum seperti query dan analisis statistik dikombinasikan dengan visualisasi yang unik serta memberi informasi mengenai analisa mengenai ilmu bumi yang ditawarkan oleh peta. Kapasitas yang ditawarkan menjadi pembeda sistem informasi geografis dibandingkan dengan sistem lainnya yang sangat berguna dalam suatu ranah perusahaan swasta dan instansi pemerintahan untuk mendeskripsikan suatu peristiwa, memprediksi hasil dan strategi perencanaan (Farda, 2015).

Dalam SIG diimplementasikan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul program (*.exe) yang dapat dieksekusi sendiri. Salah satu perangkat lunak SIG diantaranya yaitu ArcGIS. ArcGIS adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science dan Research Institute) sebagai platform teknologi yang dapat membantu pengguna menciptakan, berbagi dan mengakses peta, aplikasi dan data. ArcGIS menyediakan alat kontekstual untuk pemetaan dan analisis spasial sehingga pengguna dapat menjelajahi data berbasis lokasi. Produk utama ArcGIS adalah ArcGIS Desktop, dimana ArcGIS Desktop terdiri atas 4 aplikasi dasar yakni: *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcGlobe*, *ArcScene*, *ArcToolbox* (Karina, 2022).



Gambar 5. Konsep GIS, Sumber : Farda, 2015.

SIG memiliki keunggulan dalam menyajikan data-data spasial tersebut sehingga lebih mudah untuk dianalisis dan diketahui polanya. Salah satu keunggulan yang dimiliki oleh SIG adalah kemampuan untuk melakukan overlay atau tumpang tindih, metode overlay yaitu menganalisis dan mengintegrasikan dua atau lebih data spasial yang berbeda. Sub sistem ini juga berisi proses transformasi data spasial yang berbeda jenisnya, misalnya dari peta kontur menjadi titik ketinggian. SIG mempunyai subsistem penyimpanan dan pemanggilan data yang memungkinkan data spasial untuk dipanggil, diedit, dan diperbaharui (Wibowo, 2015). Proses overlay atau tumpang tindih pada SIG biasa digunakan untuk menganalisis dan menghasilkan informasi baru berdasarkan data-data spasial dan atribut yang telah ada. Misalnya dalam menghasilkan peta kesesuaian lahan untuk tanaman tertentu, overlay dari beberapa data atribut seperti elevasi lahan, kemiringan lereng, dan data curah hujan dapat digunakan untuk menentukan kesesuaian lahan untuk ditanami jenis tanaman tertentu (Fenando, 2021).

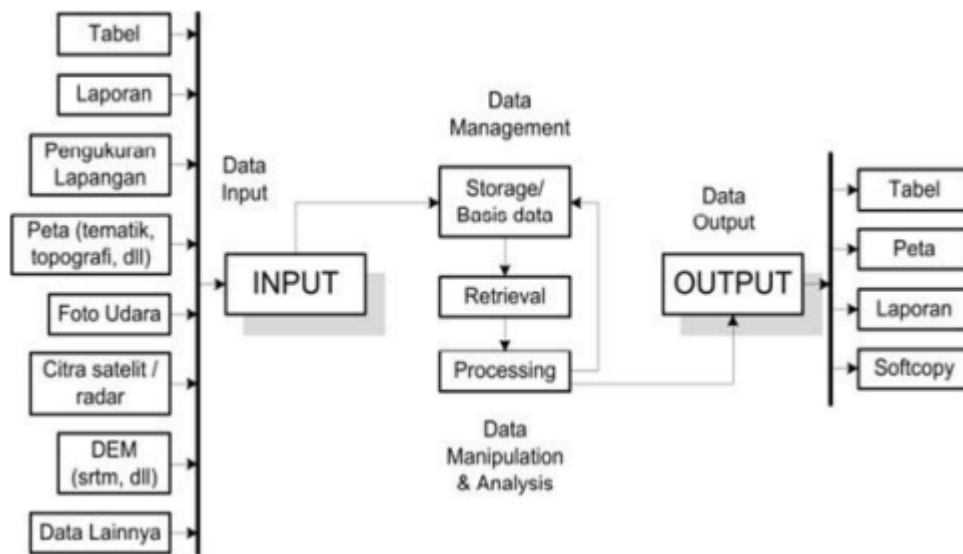


Gambar 6. Komponen Fungsi GIS, Sumber : Farda, 2015.

Sub-Sistem SIG

Sistem informasi geografis terdiri dari beberapa sub-sistem sebagai berikut:

1. **Data input** :sub-sistem ini memiliki tugas untuk menghimpun, menyiapkan, dan menyimpan data spasial beserta atributnya dari berbagai sumber. Selain tugas diatas, data input juga memiliki tanggung jawab untuk mengkonversi format dari data asli ke format (native) yang bisa digunakan dalam perangkat SIG.
2. **Data management**: sub-sistem ini mempunyai tugas untuk mengorganisir data spasial maupun tabel-tabel yang terkait sebagai atribut ke dalam sebuah sistem basis data sehingga mudah untuk dibuka kembali.
3. **Data manipulation dan analysis**: sub-sistem ini memiliki tanggung jawab untuk menentukan informasi-informasi yang dihasilkan oleh SIG. Terdapat tugas lain dari sub-sistem ini yaitu melakukan sebuah evaluasi (evaluasi terhadap fungsi-fungsi dan operator matematis dan logika) serta melakukan pemodelan data dalam rangka menghasilkan informasi yang diinginkan.
4. **Data output** : sub-sistem yang memiliki tugas untuk menampilkan keluaran (termasuk proses mengekspor format yang diinginkan) baik dalam bentuk softcopy dan hardcopy seperti dalam tabel, grafik, peta, dan sebagainya (Prahasta, 2014).



Gambar 7. Sub-Sistem GIS, Sumber : Prahasta, 2014

2. 5 Citra Sentinel 2-A

Citra Sentinel-2 terdiri dari dua satelit konstelasi yaitu Sentinel-2A dan Sentinel-2B yang mengorbit kutub pada orbit sun-synchronous pada ketinggian 786 km. Dua satelit identik tersebut berjarak 180 derajat satu sama lain. Satelit tersebut merupakan satelit resolusi menengah dengan resolusi temporal 10 hari untuk satu satelit atau 5 hari dengan dua satelit. Satelit ini dapat digunakan untuk pengamatan operasional seperti peta tutupan lahan, peta deteksi perubahan lahan dan variabel geofisika. Sentinel 2-A mempunyai 13 band dimana 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band beresolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Citra sentinel 2-A memiliki keunggulan pada resolusi spasial yang lebih tinggi (Kawamuna *et al.*, 2017).

Citra sentinel dapat dimanfaatkan untuk menyajikan data dalam rangka memenuhi kebutuhan beberapa hal, diantaranya monitoring lahan, dan dapat dijadikan sebagai data dasar yang dapat diaplikasikan dalam berbagai hal, seperti pertanian hingga perhutanan, juga monitoring lingkungan, hingga perencanaan perkotaan. Selain itu dapat juga digunakan untuk deteksi tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan bencana, dan aplikasi lainnya (Syifa *et al.*, 2021). Untuk melakukan analisis vegetasi menggunakan metode NDVI, komposit band yang dibutuhkan ialah band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED pada citra sentinel-2.

Interpretasi citra sentinel-2 dengan menghitung indeks kerapatan vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* diperoleh dengan melakukan perhitungan gelombang near infrared dengan gelombang red yang dipantulkan oleh tumbuhan (Wahrudin *et al.*, 2019).

Tabel 1. Daftar Spesifikasi Citra Sentinel-2A

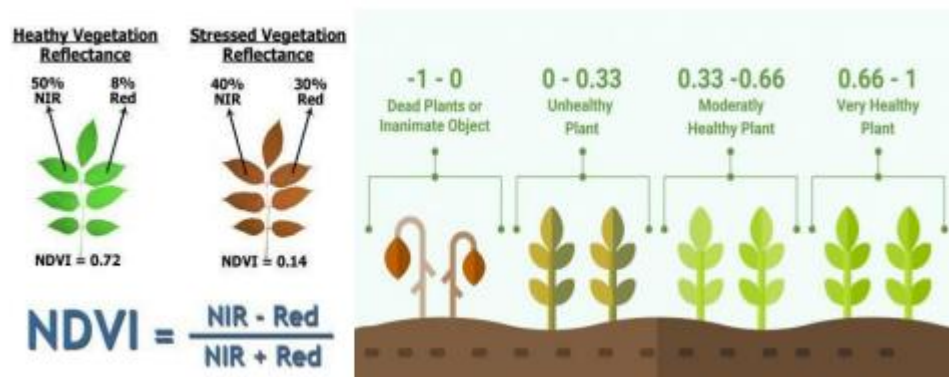
Band Spektral	Panjang Gelombang (μ)	Resolusi Spasial (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0,443	60
Band 2 - Blue	0,49	10
Band 3 - Green	0,56	10
Band 4 - Red	0,665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0,705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0,74	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0,783	20
Band 8 - NIR	0,842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0,865	20
Band 9 - Water vapour	0,945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1,375	60
Band 11 - SWIR	1,61	20
Band 12 - SWIR	2,19	20

Sumber : (USGS, 2019)

Citra Sentinel dapat lebih baik dalam hal identifikasi obyek di lapangan karena bias dan error pada Citra Sentinel relatif lebih kecil dibandingkan citra Landsat. Hal ini dapat dilihat pada Koefisien korelasi yang akan menghasilkan hubungan yang kuat pada beberapa penelitian karena kesehatan tanaman padi terkait dengan tingkat kehijauan daun (Philiani *et al.*, 2016) .

2.6 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan teknik yang digunakan untuk membandingkan tingkat kehijauan pada vegetasi berdasarkan citra satelit. Rentang nilai NDVI berkisar antara -1 hingga +1, dimana nilai negatif menunjukkan obyek air atau lahan basah, sementara nilai positif menunjukkan obyek vegetasi. Algoritma NDVI memanfaatkan fenomena fisik pantulan gelombang cahaya yang berasal dari dedaunan. Pengukuran ini didasarkan pada ekstraksi nilai spektral dari band infra merah dan band merah pada citra satelit yang direkam. NDVI adalah parameter dasar yang dihasilkan dari data optik penginderaan jauh, seperti citra satelit Landsat *Thematic Mapper* (TM), yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kehijauan vegetasi. Informasi tentang NDVI ini dapat digunakan untuk menduga karakteristik tanaman yang menentukan produksi tanaman dan produktivitas tanam, termasuk produktivitas tanaman padi (Chemura *et al.*, 2017).



Gambar 8. Metode NDVI, Sumber : GeoTekno, 2015

Tahapan pengolahan citra sentinel 2- A menggunakan algoritma NDVI yaitu dengan mencocokkan band-band yang tersedia pada citra tersebut diketahui bahwa citra sentinel 2-A memiliki 13 band. Pada citra sentinel 2-A untuk menentukan nilai NDVI digunakan band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED dengan persamaan algoritma (Kawamuna, 2017) sebagai berikut: Algoritma NDVI untuk citra Sentinel 2-A.

$$NDVI = \frac{NIR (Band 8) - RED (Band 4)}{NIR (Band 8) + RED (Band 4)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

NIR = kanal radiasi inframerah dekat dari piksel,

Red = kanal radiasi cahaya merah dari piksel,

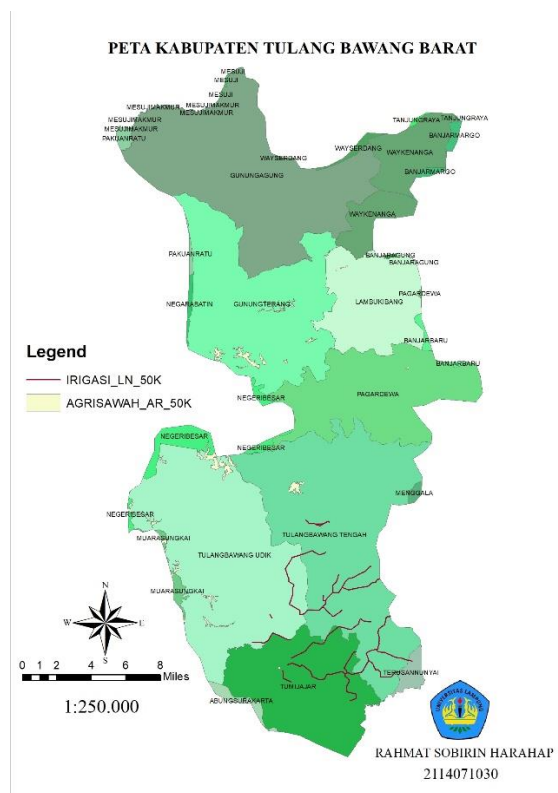
Nilai NDVI berkisar dari -1 (lahan tidak bervegetasi) sampai +1 (vegetasi lebat dan rapat).

Dalam berbagai sistem tanam, khususnya sistem produksi padi yang rentan terhadap tekanan nitrogen (N), hubungan antara biomassa, potensi hasil panen, dan tingkat NDVI telah banyak diteliti. Para peneliti menemukan hubungan yang kuat antara hasil panen akhir di akhir musim tanam dan pembacaan NDVI yang dikumpulkan selama fase pertumbuhan vegetatif awal. Karena area daun hijau mewakili energi cahaya yang menggerakkan fotosintesis, yang secara langsung menyebabkan pengisian dan pertumbuhan bulir padi, area daun hijau merupakan prediktor yang sangat akurat untuk potensi hasil panen. Sebagian besar teknik untuk memprediksi hasil panen berdasarkan NDVI menganalisis kumpulan data NDVI dan data hasil panen aktual dengan menggunakan model regresi. Kesehatan tanaman dapat diprediksi dengan metode NDVI untuk mengidentifikasi penyakit di lahan yang luas sebelum menyebar ke area lain di lahan tersebut jika dipasangkan dengan informasi lain, seperti indeks luas daun atau kandungan klorofil (Que et al, 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan bulan Maret tahun 2025. Di Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Area penelitian dilakukan pada Kabupaten Tulang Bawang Barat. Kabupaten Tulang Bawang Barat secara geografis di antara koordinat $104^{\circ}55' - 105^{\circ}10'$ Bujur Timur dan $3^{\circ}35' - 4^{\circ}15'$ Lintang Selatan.



Gambar 9. Peta Administrasi Kabupaten Tulang Bawang Barat

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras SIG adalah perangkat fisik yang merupakan bagian yang mendukung untuk proses analisis geografi dan pemetaan.

Perangkat SIG terdiri dari:

- Laptop Asus Vivobook i3 gen 10 dengan RAM 8GB, SSD 512GB digunakan sebagai media untuk menjalankan perangkat lunak (software).
- Kamera *handphone*, digunakan sebagai alat dokumentasi pada tahap penelitian *Ground Check*.
- Input *Device* seperti Mouse dll.
- Output *Device* seperti Printer.
- Bagan warna daun

b. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan terdiri dari:

- Sistem operasi Windows 11
- Microsoft Office 2010 digunakan untuk menulis hasil penelitian
- Microsoft Excell 2010 digunakan sebagai media dalam mengolah data dan pembuatan grafik hasil penelitian.
- Software Arcgis 10.8 digunakan untuk mengolah data spasial dan melakukan pemetaan kesehatan tanaman padi.
- Citra Sentinel 2-A

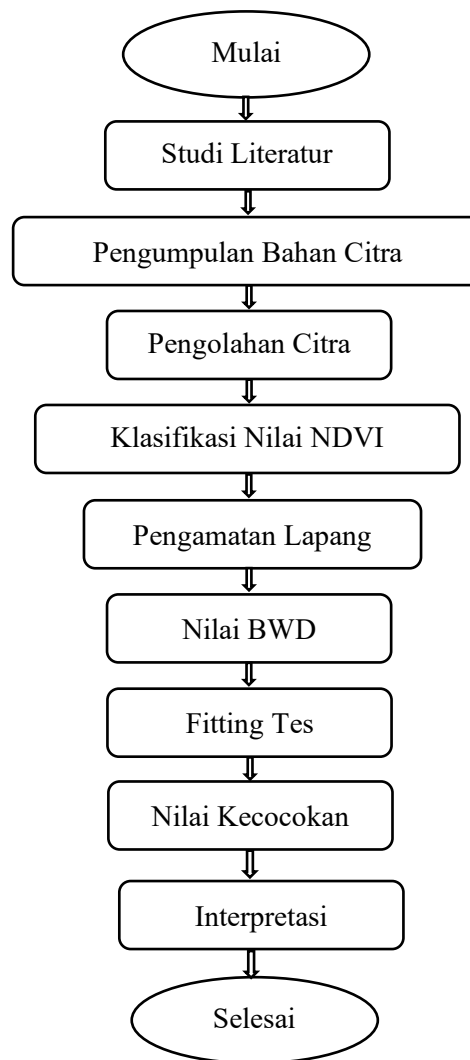
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder dan data primer yaitu pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis dan Sumber Data Penelitian

No.	Jenis Data	Sumber Data	Keterangan
1.	Administrasi Kabupaten Tulang Bawang Barat	Indonesia Geospasial Skala Kabupaten Portal https: tanahan 1:250.000 Tulang Bawang Barat indonesia, go id portal-web download perwilayah	1:250.000
2.	Citra Sentinel 2-A	<i>Copernicus Data Space Ecosystem</i>	Rekaman tahun 2025
3.	Umur dan fase tumbuhan tanaman padi	Data primer hasil wawancara dengan petani sebagai narasumber	MT-1 tahun 2025
4.	Hasil kesehatan tanaman padi	Data primer hasil wawancara dengan petani sebagai narasumber	MT-1 tahun 2025

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang dijelaskan menggunakan diagram alir yang ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 10.
Diagram alir
penelitian

Prosedur penelitian dilakukan sesuai dengan diagram alir penelitian sebagaimana disajikan pada Gambar 8. Adapun penjelasan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut:

3.3.1 Tahap Persiapan

Tahapan awal melibatkan dua proses utama, yaitu studi literatur dan pengumpulan bahan dan data.

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pencarian dan pengumpulan sumber bacaan yang relevan dengan penelitian. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai topik penelitian dan kerangka kerja yang telah ada.

2. Pengumpulan Bahan citra

Tahap pengumpulan Bahan:

Pengumpulan informasi yang diperlukan untuk pembuatan peta yaitu dari *Copernicus Data Space Ecosystem* dan data range yang diambil pada bulan Januari-Maret 2025 (Band 4-8) dan data range citra sentinel 2-A tahun 2024/2025 terakhir pada MT-1 tanaman padi dalam rentang tanggal yang sama.

Tahap pengumpulan data:

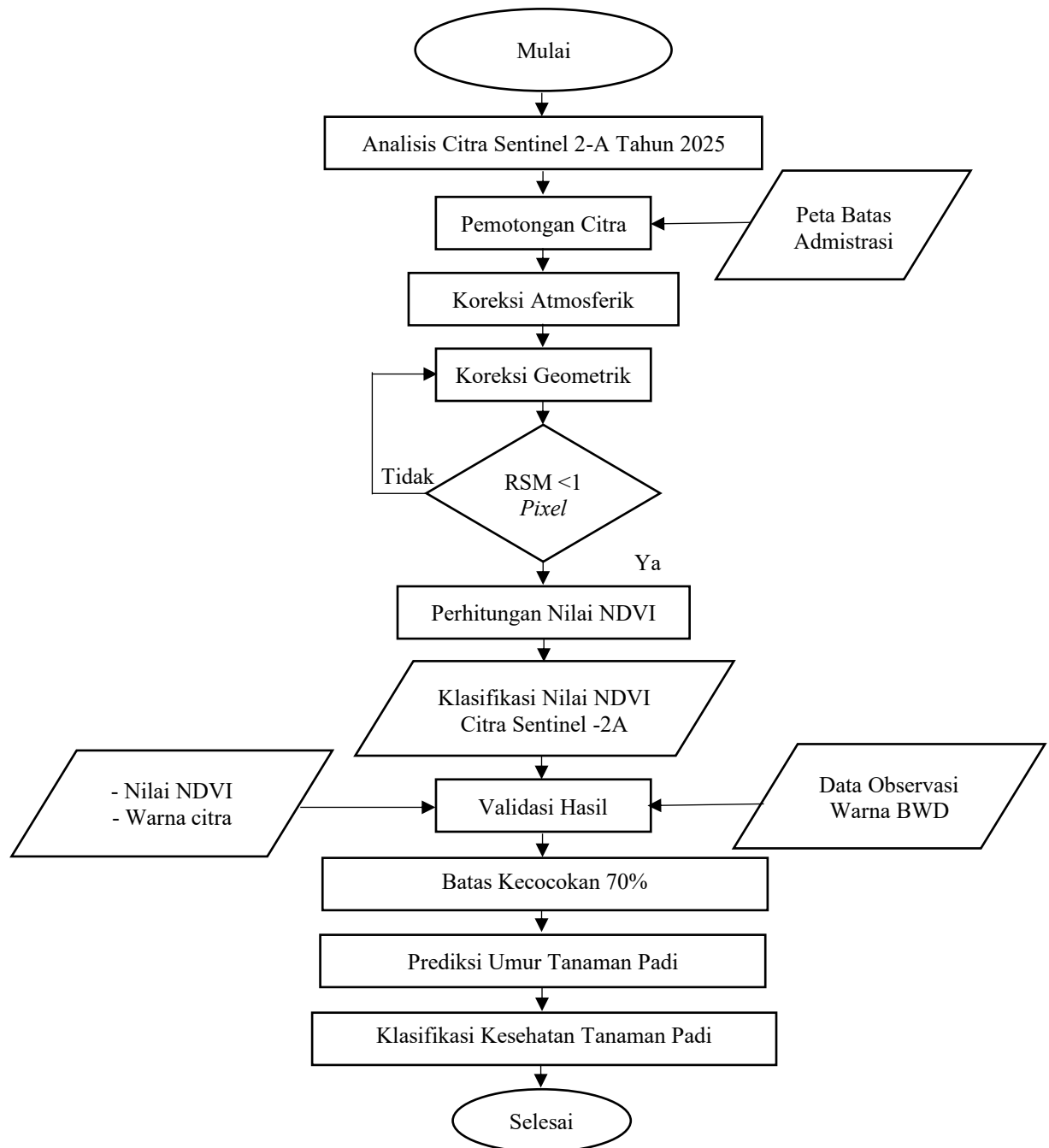
- 1). Peta administrasi, sumber (GADM data version 4.1)
- 2). Peta sebaran Sawah di Kabupaten Tulang Bawang Barat.

3.3.2 Tahap Pengolahan

1). Pengolahan Citra

Pada tahap ini seluruh data yang telah didapatkan akan diproses menjadi peta digital menggunakan software ArcGIS 10.8. Peta-peta yang akan dibuat yaitu :

1. Peta Kerapatan Vegetasi. Peta kerapatan vegetasi diperoleh dengan cara pengolahan Citra Sentinel 2-A menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)
2. Peta kesehatan tanaman padi musimtanam ke-1 di Kabupaten Tulang Bawang Barat.



Gambar 11. Diagram alir pengolahan data

Jika:

$\geq 70\%$ cocok /sama maka citra dapat dipakai, sedangkan apabila $< 70\%$ cocok makas citra tidak dapat digunakan.

2.) Klasifikasi nilai NDVI

Klasifikasi Nilai NDVI Untuk melihat pola reflektan tiap fase pertumbuhan dilakukan pengelompokkan sebagai *Quadrat Area*. Tahapan Klasifikasi nilai NDVI citra sentinel 2-A ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kesehatan tanaman padi. Proses pengolahan indeks vegetasi NDVI pada citra sentinel 2-A dilakukan dengan menggunakan kombinasi band 8 sebagai NIR dan band 4 sebagai RED

(persamaan 2).

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{band 8} - \text{band 4})}{(\text{band 8} + \text{band 4})} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

NIR = kanal radiasi inframerah dekat dari piksel,

Red = kanal radiasi cahaya merah dari piksel,

Nilai NDVI berkisar dari -1 (lahan tidak bervegetasi) sampai +1 (vegetasi lebat dan rapat). Setelah didapatkan rentang nilai NDVI dapat diketahui hubungannya dengan tingkat kesehatan tanaman sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3 (Rahaldi *et al*, 2013).

Tabel 3. Hubungan Nilai NDVI dengan kesehatan tanaman

Kelas Kesehatan Tanaman	NDVI
Perairan dan Awan	-1 s/d 0
Buruk	0,1 s/d 0,22
Normal	0,23 s/d 0,42
Baik	0,43 s/d 0,92

3.) Pengamatan Lapang

Ground Check (pengecekan lapangan) dilakukan dengan cara pengambilan data secara langsung di lapangan. Pengecekan dilapangan dilakukan untuk

mengevaluasi kualitas dari interpretasi citra dibandingkan dengan kondisi lapangan sebenarnya. Survei ini dilakukan dengan cara menentukan lokasi titiktitik sampel yang mewakili seluruh kelas lahan yang sudah terklasifikasi metode indeks vegetasi. Pada penelitian ini banyaknya sampel ditentukan berdasarkan skala peta yang digunakan yaitu 1:250.000.

Pengumpulan data pertumbuhan dan kesehatan tanaman padi dilakukan dengan cara survei lapang melihat pertumbuhan tanaman padi pada petak sawah. Pada kegiatan ini dilakukan wawancara dengan petani pemilik sawah untuk memperoleh data jenis atau varietas padi yang ditanam dan umur tanam sesuai gambar 1. Pada setiap petak sawah yang diamati dilakukan penentuan titik lokasi koordinat menggunakan alat GPS dan pengukuran indeks warna daun menggunakan bagan warna daun (gambar 2).

Jumlah sampel untuk setiap umur tanaman diambil secara acak di beberapa wilayah kecamatan dalam Kabupaten Tulang Bawang Barat dengan ketentuan sebagai mana disajikan pada tabel 3.

Tabel 4. Total Sampel minimal berdasarkan Skala Peta

Skala	Kelas Kerapatan (Kr)	Min. Plot	Total Sampel Minimal (TSM)
1:25.000	5	30	50
1:50.000	3	20	30
1:250.000	2	10	20

Sumber : Badan Informasi Geospasial (2014)

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel minimal menurut Badan Informasi Geospasial (2014) adalah sebagai berikut:

$$N = TSM + \frac{luas(ha)}{1500} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

N = Jumlah Sampel

TSM = Total Sampel Minimal

4.) Nilai BWD

Kemudian tingkat kesehatan tanaman pada titik koordinat sampel dilakukan pengecekan secara langsung pada daun tanaman padi yang disesuaikan dengan bagan warna daun (BWD) sebagai proses validasi. Petak sawah pada titik sampel penelitian memiliki perbedaan warna daun yang dibagi menjadi tiga kelas kesehatan, untuk kelas kesehatan buruk ditandai dengan skala warna daun 2 atau < 2 (kekuningan), kelas kesehatan normal ditandai dengan skala warna daun antara 3 dan 4 (hijau muda), dan kelas kesehatan baik ditandai dengan skala warna daun 5 atau > 5 (hijau tua). Pada Gambar 2.

3.3.3 Tahap Akhir

Pengecekan lapangan dilakukan dengan membuat matriks konfusi (*confussion matrix*) untuk mendapatkan nilai akurasi total (*overall accuracy*) sesuai dengan ketentuan Badan Informasi Geospasial dengan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{(\sum_{t=1}^r X_{ii})}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

A = Akurasi Total

Xii = Matriks Diagonal

N = Jumlah Sampel

Analisis dilakukan pada area sawah di Kabupaten Tulang Bawang Barat yang disebut sebagai *region of interest* (ROI). Lokasi pengambilan sampel atau Sampling Area (SA) terletak pada lahan sawah fungsi (sawah yang ditanami padi). Pemilihan lokasi dilakukan secara acak pada padi umur 0-115 hari setelah tanam. Tanamn padi dibagi menjadi 6 kelompok hari setelah tanam yaitu 0 sampai 20 hari setelah tanam, 20 sampai 45 hari setelah tanam, 45 sampai 55 hari setelah tanam, 65 sampai 70 setelah tanam, 90 hari setelah tanam dan 115 hari setelah tanam.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bahwa umur tanaman padi dapat diinterpretasikan berdasarkan nilai indeks (NDVI) dengan tingkat ketepatan prediksi untuk umur tanaman 0 hari setelah tanam sebesar 70%, 20-45 HST 100%, selanjutnya 45-55 HST 87%, selanjutnya 65-70 HST 100%, selanjutnya 90 HST 75% dan 115 HST 50%.
2. Analisis kesehatan tanaman padi menggunakan indeks kerapatan vegetasi pada citra sentinel-2A di wilayah Kabupaten Tulang Bawang Barat menghasilkan tiga kelas kesehatan yaitu kelas kesehatan buruk sebesar 2925 Ha, kelas kesehatan normal 5827 Ha, dan kelas kesehatan baik 8382 Ha dengan nilai akurasi total yaitu 82,85 %.
3. Tingkat keseragaman waktu tanam padi musim tanam 1 2025, diketahui keterlambatan tanam padi pada Kecamatan Tulang Bawang Tengah didapatkan umur tanam padi 0 sampai 20 hari sedangkan di Kecamatan Tumijajar umur tanam padi berkisar 60-70 hari setelah tanam dan Kecamatan Tulang Bawang Udik sudah memasuki usia tanam padi siap panen, bahkan dalam satu kecamatan juga terjadi keterlambatan tanam padi pada Kecamatan Tulang Bawang Tengah dan Kecamatan Tumijajar.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian ini, pemerintah daerah, khususnya Dinas Pertanian Kabupaten Tulang Bawang Barat, disarankan untuk memanfaatkan teknologi penginderaan jauh seperti citra Sentinel-2A secara rutin dalam memantau perkembangan tanaman padi. Hal ini dapat menjadi solusi efisien untuk pengawasan lahan pertanian skala luas secara berkala.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- AAK. (2003). *Budidaya Tanaman Padi*. Kanisius. Yogyakarta. 43 hal.
- Arini, D., Sari, S. M., dan Driptufany, D. M. (2022). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Kabupaten Bengkalis Kecamatan Mandau. *EL-JUGHRAFIYAH*, 2(2), 50-60.
- Anasi, P. T., Tampubolon, B., Arini, A. C., dan Anugrah, F. (2021). Analisis Potensi Desa Parit Keladi Kecamatan Sungai Kakap. *JPPG: Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 6(2), 104–112.
- Badan Pemeriksa Keuangan Republik Indonesia. (2011). *Kabupaten Tulang bawang Barat*. 14 januari 2023. <http://tulangbawangbarat.go.id>.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Sementara)*. 09 November 2023. <https://www.bps.go.id/id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023-angka-sementara-.html>.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulang Bawang Barat. (2021). *Luas areal Tanam Perkebunan Menurut Kecamatan dan Jenis Tanaman di Kabupaten Tulang Bawang Barat (ribu ha), 2021*. 14 Januari 2025. <https://www.bps.go.id/id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023-angka-sementara-.html>.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tulang Bawang Barat. (2023). *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi di Kabupaten Tulang Bawang Barat tahun 2018-2022*. 09 November 2024. <https://tubabakab.bps.go.id/id/id/statistics-table/1/NTMjMQ=/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-padi-di-kabupaten-tulang-bawang-barat-tahun-2018-2022.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. (2015). *Luas Lahan Sawah, 2015*. 14 Januari 2025. <https://lampung.bps.go.id/>.

- Bappeda Litbang Kabupaten Banyuasin. Kajian Sosial Dan Pemerintahan Berbasis Geospasial Bidang Pendidikan (Sistem Informasi Pendidikan Berbasis Geospasial). 2019. Kabupaten Banyuasin
- Buresh, R.J. (2007). Fertile progress. *Rice Today*. July–Sept. 2007: 32–33.
- Chang, K.-T. (2019). *Introduction to Geographic Information Systems*. Boston: Mcgraw-hill, 1-10.
- Chemura, A., Mutanga, O. and Dube, T. (2017). Integrating age in the detection and mapping of incongruous patches in coffee (*Coffea arabica*) plantations using multi-temporal Landsat 8 NDVI anomalies. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 5(7) : 1-13.
- Danoedoro, Projo (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Demers, MN. (2003). *Fundamental of geographic information system*. Second Edition, New Mexico State University, USA.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Buleleng. (2018). *Laporan Tahun 2018 Binkes*. Buleleng: Dinas Kesehatan Kabupaten Buleleng.
- Ensiklopedia Dunia. (2024). Kabupaten Tulang Bawang Barat. 11 Desember 2024.
https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Kabupaten_Tulang_Bawang_Barat.
- Fahreza, F. D., Aulia, A., Fauzan, F. S., Somantri, L., dan Ridwana, R. (2022). Pemanfaatan Citra sentinel-2 dengan metode ndvi untuk perubahan kerapatan vegetasi mangrove di kabupaten Indramayu. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 10(2), 155-165.
- Farda. 2015. Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor Lahan Di Kabupaten Temanggung. Prosiding Simposium Nasional Sains Geoinformasi IV 2015. Yogyakarta: PUSPICS Fakultas Geografi UGM. 751-758.
- Geotekno. (2015). Cara Melakukan Analisa NDVI di ArcGIS 10.3. Jakarta.
- Gunawan, G. (2011). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi Untuk Analisa Potensi Sumber Daya Lahan Pertanian di Kabupaten Kudus. *Jurnal Sains dan Teknologi* 4: 122-132.
- Hadi RMP, T Sutikto dan C Bowo. 2019. Indeks Produktivitas Dasar Berbasis Soil Taxonomy dan Korelasinya dengan Produktivitas Kopi pada Beberapa Ordo Tanah. *Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan* 21(1): 7-12.

- Hanum, L., Windusari, Y., Setiawan, A., Hidayat, M. R., Adriansyah, F., Mubarak, A. A., dan Pratama, R. (2018). *Morfologi dan Molekuler Padi Lokal Sumatera Selatan*. Noer Fikri. Palembang.
- Hasanah, I. (2007). *Bercocok Tanam Padi*. Azka Mulia Media. Jakarta. 68 hal.
- Indra. (2018). *Kekurangan Unsur Hara Pada Daun Padi*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Karina, S. 2022. Pengembangan Geographic Information System (GIS) Guna Pengelolaan Komoditas Tanaman Cabai. *Jurnal Informatika Terpadu* 8(1) : 78-84.
- Karoly, L. A., Ruehlman, L. S., dan Pincus, T. (2004). *The role of early childhood settings for 4–5 year old children in early academic skills and later achievement in Australia*. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 1–14.
- Kawamuna, A. Suprayogi, Andri. dan Wijaya, Arwan. (2017). Analisis Kesehatan Hutan Mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada citra Sentinel 2A-2. *Jurnal Geodesi*. 6 (1) : 277-284.
- Kurniawan, T. R. (2023). *Potensi Hasil Lima Galur Padi (Oryza Sativa L.) Dengan Dua Varietas Pembanding Rakitan Politeknik Negeri Lampung*. Skripsi. Politeknik Negeri Lampung.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., and Chipman, J. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation, Sixth Edition*. John Wiley and Sons Inc.
- Marwan, M., Wirandha, F. S., Husna, M., Saria, C. O., Nizzamuddin, N., dan Yanis, M. (2021). Analisis normalized difference vegetation index pada unmanned aerial vehicle untuk identifikasi pertumbuhan tanaman padi di kabupaten Aceh besar provinsi Aceh. *POSITRON*, 11(2), 121-125.
- Minolta., K. (1989). *Chlorophyll Meter SPAD-502 Manual*. Konica Minolta Sensing, Inc. Japan
- Muzaky, H., dan Jaelani, L. M. (2019). Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Distribusi Suhu Permukaan Kajian Urban Heat Island di Jakarta, Bandung dan Surabaya. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(2), 45-54.
- Oroka, F.O. (2011). Responses of rice and cowpea intercropping to nitrogen fertilizer and plant population: Vegetative growth and correlates of yield and yield components. *Libyan Agric. Res. Center J. Int'l*. 2(4): 174–179.
- Peng, S., F.V. Garcia, M.R.C. Laza, and K.G. Cassman. (1993). Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. *Agron. J.* 85: 987–990.

- Perum Perindo. (2023). *Fase Pertumbuhan Tanaman*. 15 Januari 2025. Perumperindo.co.id.
- Philiani, I., Saputra, L., Harvianto, L., dan Muzaki, A.A. 2016. Pemetaan Vegetasi Hutan Mangrove Menggunakan Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di Desa Arakan, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Sscience dan Technology* 1(2) : 211–222.
- Prasetyo. (2013). Analisa Kesehatan Tanaman Padi Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra Aster. *Jurnal GEOID* 8(2) : 107-115.
- Pratama, A. Y., dan Razaq, J. A. 2023. Integrasi Sistem Informasi Akademik Dan Elearning Moodle Dengan Rest Api. *Jurnal Manajemen Informatika Dan Sistem Informasi*. 6(1), 26–38.
- Rahaldi, P., Handayani, H. H., dan Wibowo, A. (2013). Analisa Kesehatan Tanaman Padi Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra Aster (Studi Kasus: Kabupaten Indramayu-Jawa Barat). *Geoid*, 8(2), 107-117.
- Salim, B. S., Ivander, F., dan Cahyadi, A. (2023). Kesiapan dan Dampak Penggunaan Teknologi Metaverse dalam Pendidikan. *Kesatria: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, 4(1), 48–57.
- Semedi, B., Rijal, S. S., Sambah, A. B., dan Isdianto, A. (2021). *Pengantar Pengindraan Jauh Kelautan*. Universitas Brawijaya Press.
- Soemartono, Bahrin, S., dan Harjono. (2004). *Bercocok Tanam Padi*. Yasaguna, Jakarta.
- Sophan, I., Wahyuni, R. S., Redjeki, F., Herlina, H., dan Purnama, S. A. (2023). SANTRI DIGITAL BERINOVASI DALAM BERWIRAUSAHA di DESA BENJOT CUGENANG CIANJUR JAWA BARAT (Rumah Tahfidz Baitul Qur'an Al-Karim Benjot). *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 18–24.
- U.S. Geological Survey. (2019). *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Department of the Interior U.S. Geological Survey. Sioux Falls.
- Wiranatha, I. M. A., Nuarsa, I. W., dan Sardiana, I. K. (2021). Pendugaan Produksi Padi Menggunakan Citra Sentinel-2A di Kabupaten Tabanan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* ISSN, 2301, 6515.
- Witt, C., A. Dobermann, S. Abdulrachman, H.C. Gines; W. Guanghai, R. Nagarajan, S. Satawatananont, T.T. Son, P.S. Tan, L.V. Tiem, G.C. Simbahan, and D.C. Olk. (1999). Internal nutrient efficiencies of irrigated

lowland rice in tropical and subtropical Asia. *Field Crops Res.* 26(7): 113–128.

Witt, C., J.M.C.A. Pasuquin, R. Mutters, and R.J. Buresh. (2005). New leaf color chart for effective nitrogen management in rice. *Better Crops* 89(1): 36–39.

Wulandari, S. (2024). *Analisis Kesehatan Dan Produksi Tanaman Padi Di Kecamatan Gading Rejo Kabupaten Pringsewu Berbasis Interpretasi Citra Sentinel -2A*. Skripsi. Bandar Lampung.