



**WAKTU ESTIMASI HASIL PANEN JAGUNG MENGGUNAKAN
ANALISIS INDEKS VEGETASI NDVI DAN CVI BERBASIS CITRA
SATELIT *LANDSAT 8***

SKRIPSI

Oleh:
Fawwaz Baktir
NIM 221510501025

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
JEMBER
2026**



**WAKTU ESTIMASI HASIL PANEN JAGUNG MENGGUNAKAN
ANALISIS INDEKS VEGETASI NDVI DAN CVI BERBASIS CITRA
SATELIT *LANDSAT 8***

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember*

SKRIPSI

**Oleh:
Fawwaz Baktir
NIM 221510501025**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Keluarga penulis yaitu Bapak Haidar Baktir, Ibu Nailah Ubaid, Adik Ramzi Baktir, serta keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa kepada penulis selama menempuh program sarjana.
2. Dosen pembimbing penulis Bapak Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc., yang telah mengarahkan, membimbing dan mendampingi selama pengerjaan skripsi. Terima kasih atas dukungan, doa, dan keikutsertaanya.
3. Segenap dosen, pegawai, karyawan, dan civitas akademika Fakultas Pertanian Universitas Jember khususnya Program Studi Agroteknologi yang telah memberikan wawasan, pengetahuan, ilmu, pengalaman, layanan, dan fasilitas selama menempuh perkuliahan.
4. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi angkatan 2022 yang senantiasa memberikan semangat, bantuan, dan dukungan selama menempuh perkuliahan di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
5. Teman-teman program Pertukaran Mahasiswa Merdeka 3 Universitas Andalas
6. Almamater Fakultas Pertanian dan Universitas Jember

MOTTO

“Apakah orang-orang berpikir mereka akan dibiarkan begitu saja setelah mengatakan 'Kami beriman' tanpa diuji?” (QS Al-Ankabut: 2)

عش عزيزا أو مت شهيدا

“Hidup bermartabat atau mati syahid” (Al-Mutanabbi)

“Percuma saja mencoba mengetahui ke mana jalan itu mengarah. Pikirkan saja langkah pertamamu, sisanya akan mengikuti.” (Shams Tabrizi)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fawwaz Baktir

NIM : 221510501025

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Waktu Estimasi Hasil Panen Jagung Menggunakan Analisis Indeks Vegetasi NDVI Dan CVI Berbasis Citra Satelit *Landsat 8*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan maupun paksaan dari pihak manapun serta saya bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 03 Maret 2026

Yang menyatakan,

Fawwaz Baktir

NIM. 221510501025

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Waktu Estimasi Hasil Panen Jagung Menggunakan Analisis Indeks Vegetasi NDVI Dan CVI Berbasis Citra Satelit *Landsat 8*” telah disetujui oleh Fakultas Pertanian Universitas Jember pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Pembimbing Tanda Tangan

1. Pembimbing Skripsi

Nama : Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc. (.....)
NIP : 198906292019031008

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Subhan Arif Budiman, SP, MP (.....)
NIP : 197702072005011002

2. Penguji 1

Nama : Ir. Suci Ristiyana, S.T.P., M.Sc. (.....)
NIP : 198801212019032011

ABSTRAK

Jagung merupakan tanaman penghasil bahan pangan dan pakan pokok penting selain beras dan kedelai di Indonesia dan salah satu yang terpenting di dunia. Menurut data BPS, luas panen jagung di Indonesia pada tahun 2024 seluas 2.548.654 Ha yang mana semakin berkurang 90.000 hingga 100.000 Ha setiap tahunnya. Upaya yang dapat dilakukan adalah penerapan konsep pertanian presisi yang salah satunya pemetaan dengan citra satelit guna mengetahui kebutuhan aktual tanaman jagung, sehingga penggunaan input dapat tepat sasaran atau berorientasi pada hasil panen. Kegiatan estimasi hasil panen dengan metode pemetaan berbasis citra satelit *Landsat 8* dapat menjadi cara untuk mengetahui kondisi tanaman jagung ketika waktu panen. Hal tersebut memungkinkan karena adanya penggunaan indeks vegetasi yang memiliki sensitivitas pada sejumlah kondisi fisiologis dan indikator biofisik tanaman yang berkorelasi terhadap hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu terbaik dalam memprediksi hasil panen jagung dengan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit *Landsat 8*. Metode penelitian yang digunakan yakni mengumpulkan data lapangan berupa bobot panen jagung dan nilai indeks vegetasi NDVI dan CVI pada empat tanggal yang mewakili fase fenologis jagung tertentu. Data yang diperoleh kemudian diolah pada software QGIS dan selanjutnya dianalisis menggunakan regresi *linear* untuk mengetahui seberapa besar nilai indeks vegetasi menjelaskan variasi bobot panen jagung. Hasil pemetaan menyajikan hasil panen jagung yang bervariasi antara 0,8 hingga 3,9 kg/m², dengan persebaran hasil panen tertinggi di wilayah timur dan terendah di wilayah barat lahan. Meskipun indeks NDVI dan CVI mencapai puncak reflektansi pada 2 Oktober, namun nilai korelasi terkuat untuk estimasi hasil panen justru didapat pada tanggal 7 September. Pada tanggal tersebut, NDVI mendapatkan nilai R^2 sebesar 0.4068 dan CVI sebesar 0.3801. Sehingga dari hasil penelitian diketahui estimasi hasil panen jagung dengan analisis indeks vegetasi NDVI dan CVI berbasis citra satelit *Landsat 8* optimal dilakukan pada fase fenologis jagung V6-V10 yang diwakili tanggal 7 September.

Kata kunci: *Estimasi Hasil Panen, Indeks Vegetasi, Landsat 8*

ABSTRACT

Corn is an essential food and feed crop in Indonesia, ranking alongside rice and soybeans, and is one of the most significant crops globally. According to BPS data, the corn harvest area in Indonesia in 2024 reached 2,548,654 hectares, though it continues to decline by 90,000 to 100,000 hectares annually. One effort to address this is the implementation of precision agriculture, specifically mapping through satellite imagery to determine the actual needs of corn plants, ensuring that inputs are targeted and yield-oriented. Yield estimation using Landsat 8 satellite imagery mapping serves as a method to monitor corn plant conditions during harvest. This is made possible through the use of vegetation indices, which are sensitive to various physiological conditions and biophysical indicators correlated with crop yields. This study aims to determine the optimal timing for predicting corn yields using vegetation index analysis based on Landsat 8 satellite imagery. The research method involved collecting field data, including corn harvest weights and NDVI and CVI vegetation index values, across four dates representing specific phenological phases. The data obtained was then processed using QGIS software and then analyzed using linear regression to determine how much the vegetation index value explains the variation in corn harvest weight. Mapping results showed corn yields varying between 0.8 and 3.9 kg/m², with the highest distribution in the eastern region and the lowest in the western region of the field. Although NDVI and CVI reached peak reflectance on October 2, the strongest correlation for yield estimation was found on September 7. On that date, NDVI achieved an R² value of 0.4068 and CVI reached 0.3801. Consequently, the study concludes that corn yield estimation using NDVI and CVI analysis based on Landsat 8 imagery is most optimal during the V6-V10 phenological phase, as represented by the September 7.

Keywords: Yield Estimation, Vegetation Indices, Landsat 8

RINGKASAN

Waktu Estimasi Hasil Panen Jagung Menggunakan Analisis Indeks Vegetasi NDVI Dan CVI Berbasis Citra Satelit *Landsat 8*

Fawwaz Baktir, 221510501025, Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember

Jagung merupakan tanaman penghasil bahan pangan dan pakan pokok penting selain beras dan kedelai di Indonesia dan salah satu yang terpenting di dunia. Menurut data BPS, luas panen jagung di Indonesia pada tahun 2024 seluas 2.548.654 Ha yang mana semakin berkurang 90.000 hingga 100.000 Ha setiap tahunnya. Dalam rangka mendukung program SDGs yang salah satunya adalah *Zero Hunger* untuk mengentaskan kelaparan dan mewujudkan keamanan pangan. Maka upaya yang dapat dilakukan adalah penerapan konsep pertanian presisi yang salah satunya pemetaan dengan citra satelit guna mengetahui kebutuhan aktual tanaman jagung, sehingga penggunaan input dapat tepat sasaran atau berorientasi pada hasil panen. Kegiatan estimasi hasil panen dengan metode pemetaan berbasis citra satelit *Landsat 8* dapat menjadi cara untuk mengetahui kondisi tanaman jagung ketika waktu panen. Hal tersebut memungkinkan karena adanya penggunaan indeks vegetasi yang memiliki sensitivitas pada sejumlah kondisi fisiologis dan indikator biofisik tanaman yang berkorelasi terhadap hasil panen

Penelitian ini dilaksanakan di lahan jagung milik Kelompok Tani Ngudi Rezeki, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember dengan fokus pada tanaman jagung varietas *Pioneer P27*. Data bobot panen diakuisisi pada masa panen antara tanggal 15 – 21 November, melalui metode *grid sampling* di 25 titik sampel yang masing-masing titik memiliki ukuran 1 m². Selanjutnya data bobot panen diolah dengan teknik *Inverse Distance Weighting Power 2*. Adapun prosedur pengambilan data citra dilakukan dengan metode temporal, yakni mengunduh citra satelit *Landsat 8* pada empat waktu berbeda, yaitu tanggal 15 Agustus, 7 September, 2 Oktober, dan 2 November. Hal tersebut guna mewakili berbagai fase fenologis tanaman jagung. Data citra tersebut kemudian diolah menggunakan perangkat lunak QGIS 3.34 melalui *tool raster calculator* untuk mendapatkan nilai NDVI dan

CVI. Selanjutnya kedua data dianalisis menggunakan uji regresi *linear* dan perhitungan *Root Mean Square Error* untuk mengevaluasi tingkat akurasi serta hubungan antara indeks vegetasi dengan hasil panen aktual.

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa bobot panen jagung di lahan penelitian menunjukkan variasi yang cukup tegas antara 0,8 hingga 3,9 kg/m², di mana bagian timur lahan cenderung memiliki produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan area barat lahan. Adapun hasil pemantauan temporal, tercatat bahwa reflektansi indeks vegetasi NDVI dan CVI mencapai nilai puncak pada tanggal 2 Oktober. Namun, hubungan korelasi terkuat untuk estimasi hasil panen justru didapat pada tanggal 7 September yang mewakili fase fenologis V6-V10. Pada tanggal tersebut, nilai koefisien determinasi untuk NDVI mencapai 0,4068 dan CVI sebesar 0,3801, yang meskipun tergolong kategori lemah ke sedang. Hal tersebut tetap menjadikan tanggal 7 September dengan performa terbaik dibandingkan tanggal akuisisi lainnya. Sementara, pada fase puncak pertumbuhan yang diwakili tanggal 2 Oktober yang disebut sebagai waktu terbaik dalam mengestimasi hasil panen jagung menurut literatur lain tidak menunjukkan adanya hubungan. Hal tersebut memungkinkan terjadi karena diakibatkan anomali cuaca berupa curah hujan tinggi yang memicu genangan air di lahan, sehingga menyebabkan stres tanaman dan busuk batang yang mengganggu konsistensi antara nilai kehijauan daun pada citra dengan bobot tongkol yang dihasilkan pada saat panen.

PRAKATA

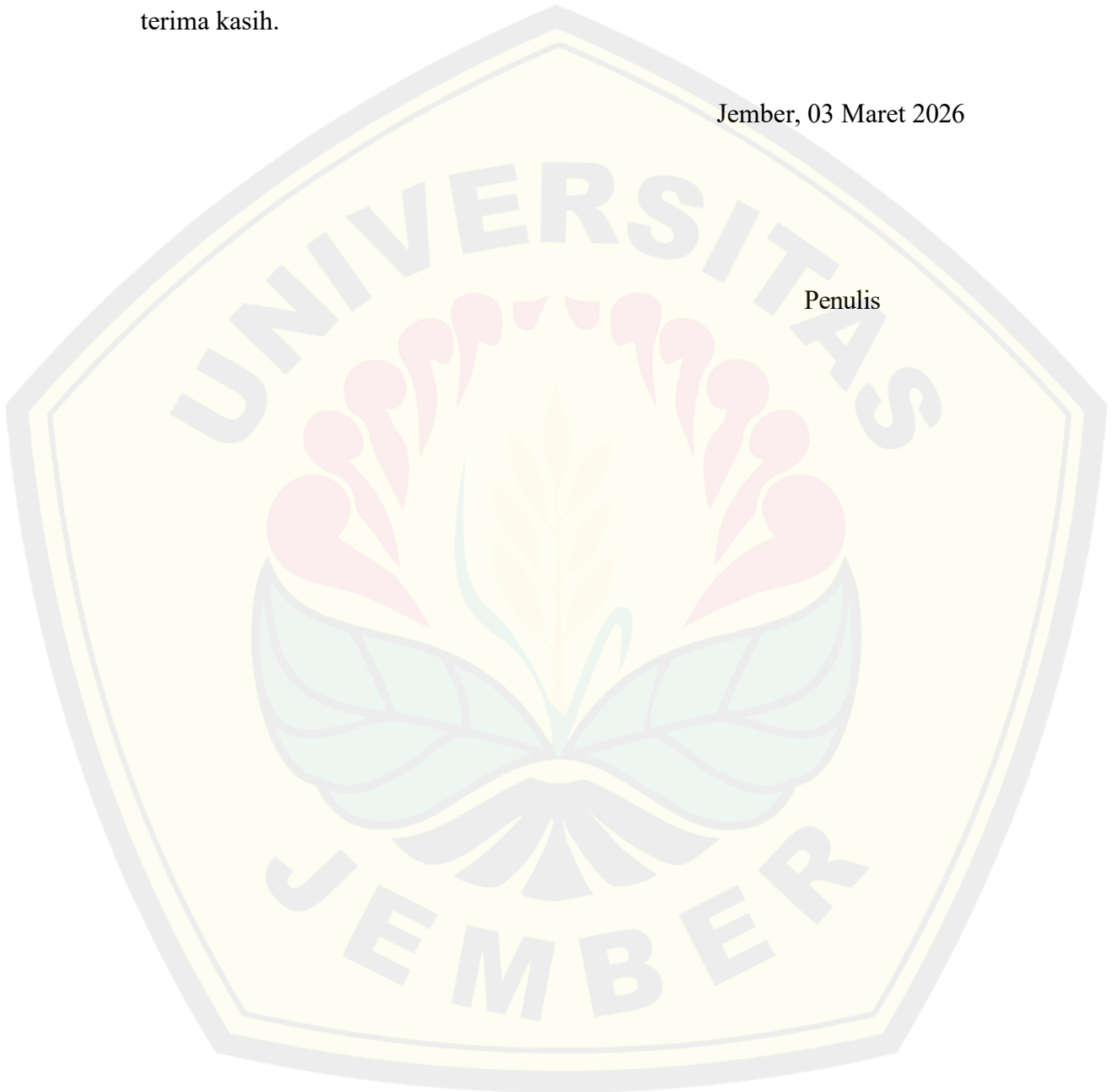
Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul *“Waktu Estimasi Hasil Panen Jagung Menggunakan Analisis Indeks Vegetasi NDVI Dan CVI Berbasis Citra Satelit Landsat 8”*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. M. Rondhi, S.P., M.P., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Drs. Yagus Wijayanto, MA., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Bapak Tri Wahyu Saputra, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan tenaga, waktu, ilmu dan kesabaran dalam membimbing sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Dr. Subhan Arif Budiman, S.P., M.P. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Ir. Suci Ristiyana, S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran, kritik dan evaluasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang tidak dapat disebutkan satu per-satu atas ilmu yang telah diberikan.
6. Staf Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Jember
7. Bapak dan Ibu anggota Kelompok Tani Ngudi Rezeki Kecamatan Rambipuji yang telah membantu selama proses penelitian di lapangan
8. Teman seperjuangan baik di Program Studi, Fakultas, Universitas, serta lintas Universitas yang telah menemani masa-masa kuliah saya.
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu selama dibangku perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis telah melakukan tanggung jawab secara maksimal. Penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan karya tulis berupa skripsi ini. Penulis berharap saran, kritik, serta bantahan atau perbaikan dari hasil yang didapat dalam penelitian ini untuk perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai informasi bagi pembaca. Atas perhatiannya saya mengucapkan terima kasih.

Jember, 03 Maret 2026

Penulis



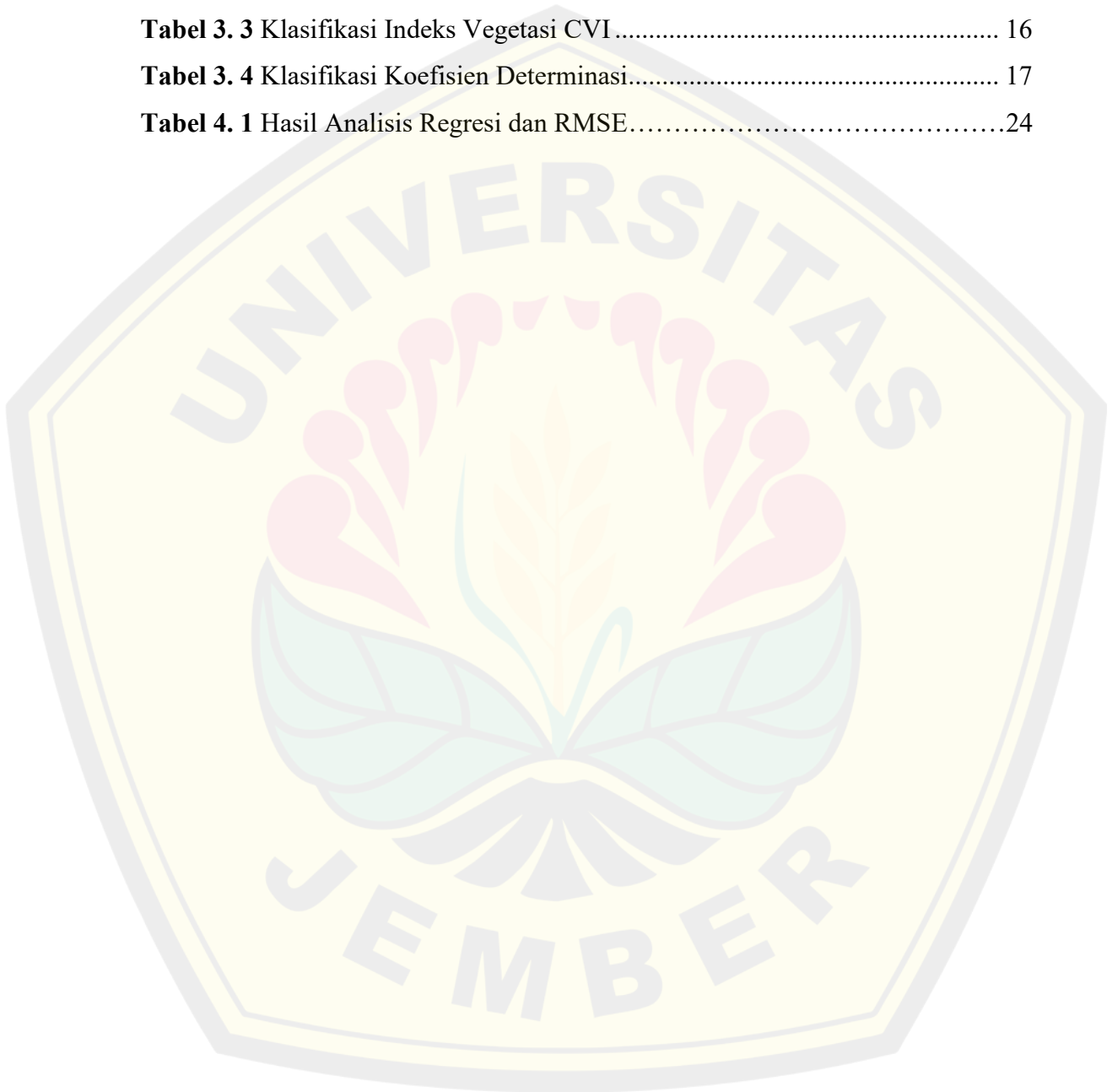
DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Periode Pertumbuhan Tanaman Jagung.....	4
2.2 Hasil Panen Jagung dan Faktor yang Mempengaruhinya.....	6
2.3 Satelit <i>Landsat</i> 8 OLI.....	7
2.4 Indeks Vegetasi NDVI dan CVI	8
2.5 Hipotesis	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Persiapan penelitian	12
3.3.2 Tahap pengambilan data	13
3.4 Variabel Pengamatan	14

3.4.1 Indeks vegetasi	14
3.4.2 Bobot panen jagung.....	15
3.5 Analisis Data	15
3.5.1 Pembuatan Peta	15
3.5.2 Klasifikasi nilai	16
3.5.4 Analisis regresi.....	16
3.5.5 Penggunaan RMSE	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pemetaan Hasil Panen Jagung	18
4.2 Hasil analisis indeks vegetasi NDVI.....	19
4.3 Hasil analisis indeks vegetasi CVI.....	21
4.4 Analisis Regresi Linear pada Citra Satelit	23
4.5 Karakteristik Tanaman Jagung pada Tanggal Terbaik	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Band Landsat 8.....	7
Tabel 3. 1 Fase pertumbuhan dan perkembangan jagung Pioneer P27	13
Tabel 3. 2 Klasifikasi Indeks Vegetasi NDVI.....	16
Tabel 3. 3 Klasifikasi Indeks Vegetasi CVI.....	16
Tabel 3. 4 Klasifikasi Koefisien Determinasi.....	17
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Regresi dan RMSE.....	24

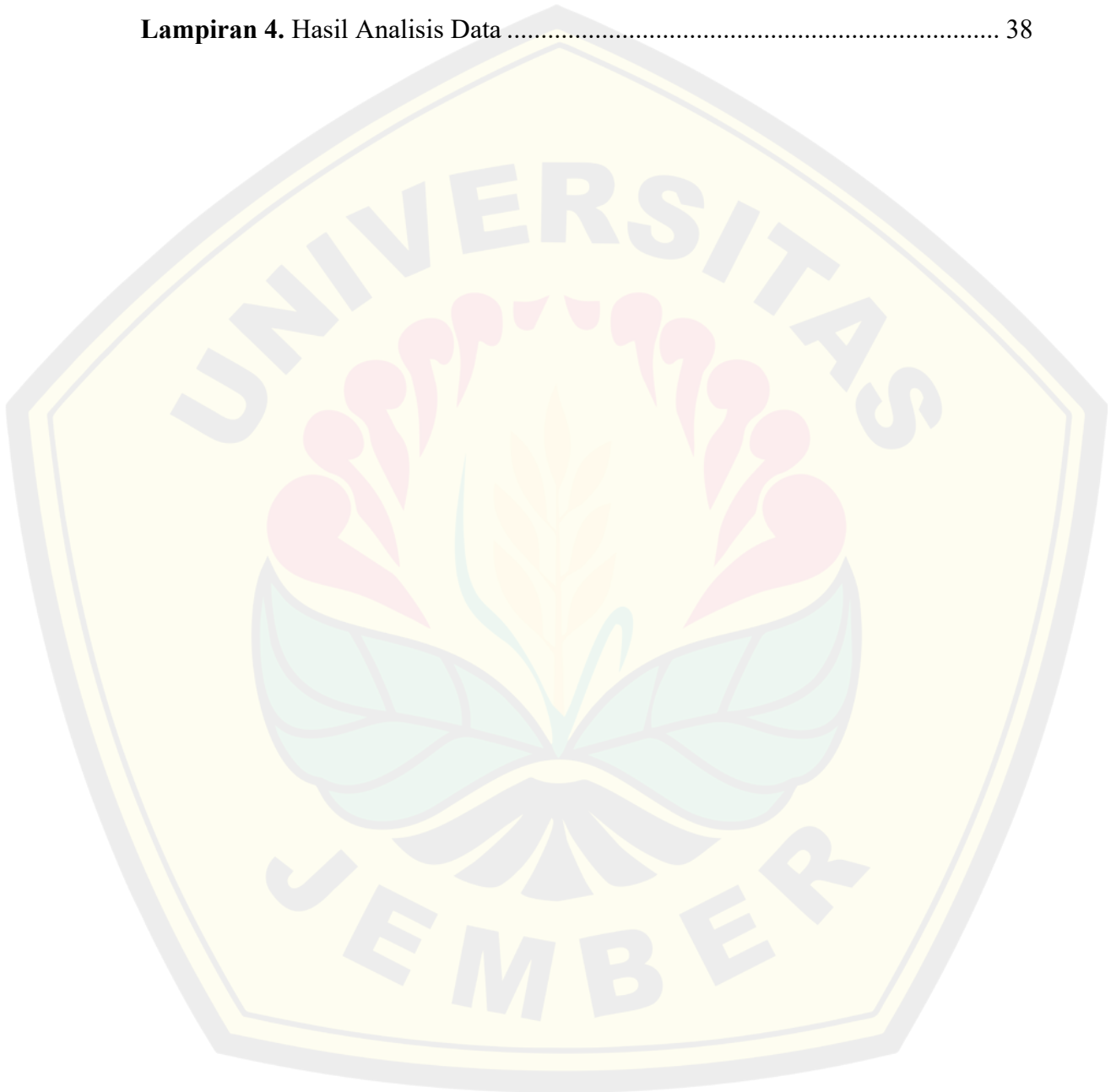


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Periode pertumbuhan jagung	4
Gambar 3. 1 Peta lahan dan titik sampel	11
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian	12
Gambar 3. 4 Pengukuran bobot tongkol jagung	15
Gambar 4. 1 Peta interpolasi bobot jagung	18
Gambar 4. 2 Peta NDVI tanggal 15 Agustus.....	19
Gambar 4. 3 Peta NDVI tanggal 7 September.....	20
Gambar 4. 4 Peta NDVI tanggal 2 Oktober.....	20
Gambar 4. 5 Peta NDVI tanggal 2 November.....	20
Gambar 4. 6 Peta CVI tanggal 15 Agustus.....	21
Gambar 4. 7 Peta CVI tanggal 7 September.....	22
Gambar 4. 8 Peta CVI tanggal 2 Oktober.....	22
Gambar 4. 9 Peta CVI tanggal 2 November	22
Gambar 4. 10 Grafik rata-rata nilai NDVI setiap pengamatan.....	23
Gambar 4. 11 Grafik rata-rata nilai CVI setiap pengamatan.....	23
Gambar 4. 20 Busuk batang jagung	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan.....	34
Lampiran 2. Citra Satelit	35
Lampiran 3. Tabulasi Data	37
Lampiran 4. Hasil Analisis Data	38



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman penghasil bahan pangan dan pakan pokok penting selain beras dan kedelai di Indonesia dan salah satu yang terpenting di dunia. Tercatat pada laporan Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2024 yang menyatakan luas panen jagung di Indonesia mencapai 2.548.654 Ha dengan hasil panen sebesar 15.138.912 ton. Di lain sisi, terdapat penelitian prediksi jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2045 yang menyebutkan akan mengalami kenaikan cukup signifikan hingga mencapai 381,35 juta jiwa, dibanding dengan tahun 2024 yang hanya 282.477.584 jiwa (Abdah *et al.*, 2023; BPS, 2025). Peningkatan jumlah penduduk tersebut diperkirakan akan mendorong peningkatan kebutuhan pangan dan pakan berbasis jagung. Namun, lahan pertanian yang berpotensi digunakan untuk budidaya jagung menghadapi tekanan akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman, industri, maupun infrastruktur (Desmawan *et al.*, 2024). Fenomena ini berpotensi mengurangi ketersediaan lahan tanam jagung dan menjadi tantangan dalam upaya peningkatan produksi jagung nasional. Hal ini sangat bertolak belakang dengan pertumbuhan penduduk yang mengindikasikan bertambahnya kebutuhan pangan nasional terutama berbasis jagung.

Sejumlah fenomena yang telah disebutkan sebelumnya, mendorong perlu adanya peningkatan akan pengetahuan mendalam terkait tanaman budidaya sehingga teknik yang dijalankan dapat berorientasi pada hasil panen. Maka dari itu diperlukan adanya teknik estimasi hasil panen yang direpresentasikan oleh kondisi fisiologis dan biofisik tanaman jagung yang berkorelasi secara langsung pada hasil panen. Menurut Lasut *et al.*, 2024 dalam penelitiannya menyebutkan petani jagung telah lama melakukan prediksi hasil panen, namun bermodalkan observasi secara langsung yang kemudian dianalisis berdasarkan pengalaman atau pengetahuan selama bertani. Hal tersebut sangat rawan terjadi bias subjektif, terlebih mengamati dari beberapa titik lahan saja, sehingga perlu adanya teknologi yang dapat menyajikan kondisi fisiologis jagung aktual berbasis spasial secara objektif. Salah

satu teknologi yang dapat diterapkan pada bidang spasial adalah Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mana memiliki kemampuan untuk mengevaluasi lahan serta mengintegrasikan sejumlah data sehingga dapat menyajikan hasil analisis dalam bentuk peta yang mudah dipahami (Woda & Wijayanto, 2023).

Teknik penginderaan jarak jauh, juga menjadi teknologi spasial yang dapat menyajikan informasi aktual hasil pemrosesan reflektansi energi serta emisi dari permukaan bumi (Sowmya *et al.*, 2017). Satelit *Landsat 8* menjadi salah satu wahana yang dapat mengakomodasi teknik penginderaan jarak jauh dengan pita reflektansi yang sensitif terhadap sejumlah panjang gelombang tertentu seperti warna tampak, infra merah dekat, hingga pita termal (Mondejar & Tongco, 2019). Satelit *Landsat 8* memiliki resolusi temporal 16 hari untuk mengunjungi tempat yang sama, namun pada tahun 2021 diluncurkan kembali *Landsat 9* untuk melengkapi konstelasi sehingga dapat memangkas waktu *revisit* menjadi 8 hari (Jia *et al.*, 2024). Penelitian Tunca *et al.*, 2023, menunjukkan korelasi signifikan secara statistik antara estimasi hasil panen jagung pada waktu tertentu dengan analisis sejumlah indeks vegetasi seperti NDVI, SAVI, dan SR berbasis citra satelit *landsat 8* dengan nilai R^2 secara berturut-turut 0.98, 0.97, dan 0.99. Hal tersebut memungkinkan satelit *Landsat 8* dengan resolusi waktu yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai observasi berkelanjutan yang mendekati waktu nyata.

Estimasi hasil panen jagung, dapat dilakukan dengan bantuan indeks vegetasi untuk memproses hasil citra satelit dalam bentuk persamaan matematika dari sejumlah band yang memiliki sensitifitas terhadap sifat komposit klorofil daun, ukuran optik kehijauan, serta struktur kanopi pada tanaman. Dalam memprediksi produktivitas jagung, maka diperlukan adanya indeks vegetasi yang memiliki sensitivitas terhadap faktor fisiologis dan biofisik yang berkorelasi pada hasil panen. Dalam penelitian Ghimire *et al.*, 2015 menyebutkan kandungan klorofil daun tanaman jagung menjadi salah satu indikator fisiologis yang memiliki korelasi positif dan menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap produktivitas atau hasil panen. Sejumlah indeks vegetasi yang dipengaruhi kuat oleh tingkat kehijauan yang dipengaruhi kandungan klorofil diantaranya NDVI dan CVI. Penelitian sebelumnya menunjukkan adanya pengaruh yang kuat antara nilai pembacaan

sejumlah indeks vegetasi termasuk NDVI dan CVI dengan nilai klorofil jagung menggunakan *model random forest* dengan R^2 berkisar antara 0.75 – 0.90 (Brewer *et al.*, 2022). Namun kapan waktu terbaik yang mewakili fase pertumbuhan untuk mengestimasi hasil panen jagung menggunakan indeks vegetasi yang akan diangkat sebagai permasalahan pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik hasil analisis indeks vegetasi NDVI dan CVI pada setiap tanggal akuisisi citra satelit?
2. Kapan waktu terbaik untuk memprediksi hasil panen jagung dengan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit *Landsat 8*?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui karakteristik hasil analisis indeks vegetasi NDVI dan CVI pada setiap tanggal akuisisi citra satelit
2. Mengetahui waktu terbaik untuk memprediksi hasil panen jagung dengan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit *Landsat 8*.

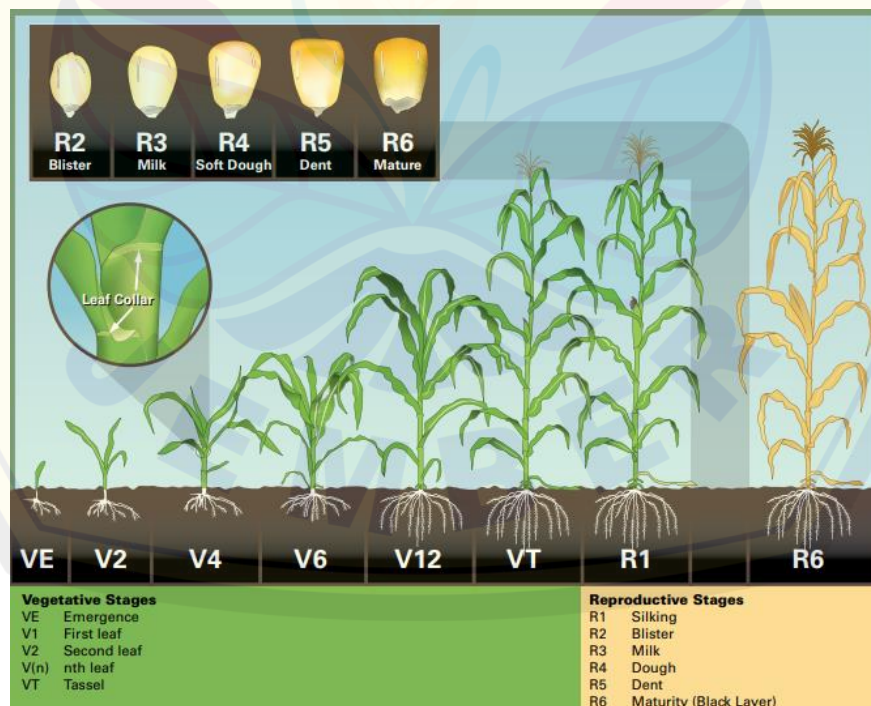
1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi waktu estimasi hasil panen jagung dengan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit *Landsat 8* guna mendukung upaya manajemen *on farm* presisi yang sesuai dengan kebutuhan pembentukan hasil panen optimal pada lahan pertanian jagung.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Periode Pertumbuhan Tanaman Jagung

Perlakuan yang disesuaikan dengan periode pertumbuhan memiliki dampak penting terhadap hasil yang diperoleh pada saat panen jagung. Menurut (Wulandari & Jaelani, 2019), jagung memiliki empat fase penting dalam periode hidupnya yang dimulai dengan fase perkecambahan, fase vegetatif, fase generatif, dan fase masak. Lebih detail, menurut Nleya *et al.*, 2019, jika ditinjau dari jumlah kerah daun yang muncul, maka tahap pertumbuhan dapat dibagi menjadi masa vegetatif (V) dan reproduktif (R). Tahap vegetatif dimulai dengan *vegetative emergence* atau VE yang ditandai dengan kemunculan koleoptil yang menembus permukaan tanah. Selanjutnya memasuki tahap vegetatif yang ditandai kemunculan sejumlah daun berkerah hingga kemunculan malai, dimana penamaan mengikuti jumlah daun seperti V1, V2, ..., V(n), dan VT atau vegetatif malai. Sementara tahap reproduktif dimulai dari R1 yang ditandai dengan kemunculan *silk* atau rambut jagung dari kelobotnya dan diakhiri tahap masak yang ditandai dengan adanya lapisan absisi hitam.



Gambar 2. 1 Periode pertumbuhan jagung

Tanaman jagung memiliki sejumlah fase kritis yang berkontribusi pada pembentukan hasil, dimana terjadi perubahan *dry matter* serta biomassa total jagung pada berbagai fase fenologis. Penelitian Koca & Ereku, 2016, Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi biomassa jagung tidak berlangsung linier sepanjang siklus pertumbuhan, melainkan mengalami percepatan dan perlambatan pada fase tertentu. Seperti pada fase V6-V8 yang menunjukkan akumulasi biomassa cenderung masih rendah, meskipun terjadi peningkatan luas daun dan tinggi tanaman. Sehingga pada fase ini hanya berfokus pada pembentukan struktur awal tanaman dan belum memiliki korelasi kuat terhadap hasil panen. Selanjutnya pada masa vegetatif Tengah yakni V10-VT, hasil penelitian menunjukkan peningkatan biomassa dan bahan kering yang sangat tajam dan signifikan secara statistik ($p < 0,01$). Tanaman jagung berada pada kondisi fisiologis optimal dengan aktivitas fotosintesis maksimum dan luas kanopi terbesar, hal tersebut menjadi fondasi utama bagi pembentukan organ generatif selanjutnya. Sehingga, fase vegetatif akhir diidentifikasi sebagai fase kritis utama pembentukan biomassa yang menentukan potensi hasil jagung.

Fase reproduktif juga memiliki karakteristik yang berkaitan dengan biomassa dan *dry matter*, dimana perubahan cenderung menunjukkan penurunan nilai bahkan berhenti (Koca & Ereku, 2016). Fase reproduktif awal R1 atau *silking* masih menunjukkan peningkatan total biomassa meskipun terjadi penurunan laju pertumbuhan. Diketahui pada fase tersebut terjadi pergeseran alokasi biomassa dari organ vegetatif ke organ generatif seperti tongkol dan bakal biji. Pada fase *silking* dapat dikatakan sebagai titik transisi kritis, hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan akumulasi bahan kering antar fase sebelum dan sesudah *silking* yang signifikan ($p < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi biomassa dan *dry matter* yang telah terbentuk sebelum dan pada awal fase reproduktif sangat berpengaruh terhadap pembentukan hasil. Sedangkan pada fase reproduktif tengah hingga akhir (R3–R6), peningkatan biomassa vegetatif relatif berhenti dan biomassa yang telah terbentuk sebelumnya sebagian besar dialokasikan untuk pengisian biji.

2.2 Hasil Panen Jagung dan Faktor yang Mempengaruhinya

Hasil Panen Jagung ditentukan oleh interaksi antara sejumlah indikator fisiologis dan biofisik tanaman yang mengontrol proses pertumbuhan dan pembentukan hasil. Beberapa faktor diantaranya kandungan klorofil daun sebagai indikator kapasitas fotosintesis, struktur kanopi yang direpresentasikan oleh luas daun, serta status ketersediaan air tanaman yang mempengaruhi aktivitas fisiologis dan efisiensi penggunaan radiasi. Dalam penelitian Ghimire *et al.*, 2015, yang mengukur korelasi antara klorofil dengan sejumlah atribut hasil panen yang salah satunya berat tongkol, didapati nilai $r = 0,51$ dengan kesimpulan bahwa tanaman yang memiliki kandungan klorofil lebih tinggi mampu mengalokasikan hasil fotosintesis lebih besar ke organ generatif, sehingga tongkol berkembang lebih berat dan produktif.

Faktor luas daun dan status air juga menjadi faktor biofisik paling krusial yang mempengaruhi produktivitas jagung. Dalam penelitian Vennam *et al.*, 2023 yang mengamati sejumlah parameter status air tanaman, seperti kandungan air tanah, evapotranspirasi, atau indikator stres air tanaman, memiliki hubungan yang signifikan dengan hasil panen jagung. Analisis regresi yang dilakukan menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara kecukupan air dan hasil panen, dengan nilai koefisien determinasi yang dilaporkan berada pada kisaran sedang hingga tinggi, yaitu sekitar 0,60–0,80, tergantung pada fase pertumbuhan dan indikator status air yang digunakan. Sedangkan pada indikator luas area daun, dalam penelitian Mustafa *et al.*, 2024, menunjukkan hubungan positif antara luas daun dengan hampir seluruh atribut hasil panen jagung. Analisis regresi menunjukkan bahwa *leaf area* mampu menjelaskan variasi hasil panen bobot tongkol jagung dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,695. Selain itu hasil penelitian tersebut terhadap sejumlah atribut panen lainnya juga menunjukan adanya korelasi kuat seperti jumlah biji per baris ($R^2 = 0,755$), jumlah baris biji per tongkol ($R^2 = 0,638$), serta diameter tongkol ($R^2 = 0,566$). Penelitian tersebut dilakukan berdasarkan dua kondisi musim yakni semi dan gugur dimana didapati nilai korelasi kuat pada musim gugur, pengaruh *leaf area* terhadap hasil panen

jagung bersifat kontekstual dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta musim tanam.

2.3 Satelit *Landsat 8* OLI

Satelit *Landsat 8* merupakan alat penginderaan jauh yang dapat mendeteksi dan mengkarakterisasi secara kuantitatif perubahan pada permukaan bumi global, melalui sejumlah sensor sensitif terhadap energi elektromagnetik yang dipantulkan dan dipancarkan oleh permukaan bumi (Loveland & Irons, 2016). Sejumlah penelitian menunjukkan adanya kapabilitas satelit *Landsat 8* dalam merepresentasikan kondisi vegetasi dan biomassa tanaman baik secara spasial maupun temporal, khususnya untuk keperluan estimasi produktivitas tanaman budidaya. Dalam penelitian (Ke *et al.*, 2015) yang menggunakan satelit *landsat 8* dengan resolusi spasial 30 meter, dapat menunjukkan adanya hubungan antara indeks vegetasi berbasis *Landsat 8* khususnya NDVI dengan parameter biofisik tanaman. Adapun nilai korelasi yang didapat cukup kuat dengan nilai koefisien determinasi berkisar antara 0,70 hingga 0,86.

Tabel 2. 1 Band Landsat 8

Sensor	Band	Deskripsi	Panjang Gelombang (µm)	Resolusi Spasial (m)
OLI	Band 1	Coastal Aerosol	0.43 – 0.45	30
OLI	Band 2	Blue	0.45 – 0.51	30
OLI	Band 3	Green	0.53 – 0.59	30
OLI	Band 4	Red	0.64 – 0.67	30
OLI	Band 5	Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
OLI	Band 6	Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.57 – 1.65	30
OLI	Band 7	Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.11 – 2.29	30
OLI	Band 8	Panchromatic	0.50 – 0.68	15
OLI	Band 9	Cirrus	1.36 – 1.38	30
TIRS	Band 10	Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
TIRS	Band 11	Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

Secara temporal, *Landsat* 8 memiliki waktu revisit 16 hari sekali, yang kemudian dibantu *Landsat* 9 dengan jalur orbit yang sama, maka didapat waktu *revisit* setiap 8 hari sekali. Meskipun secara teori lebih jarang dari *Sentinel-2A*, namun sejumlah penelitian tidak menunjukkan adanya penurunan kemampuan khususnya dalam estimasi hasil panen. Penelitian Tunca *et al.*, 2023, mendapati penggunaan *Landsat* 8 OLI mampu memberikan hubungan yang kuat saat estimasi hasil panen jagung pada HST 32–33 antara indeks vegetasi dan hasil panen dengan nilai R^2 sebesar 0,79. Hasil penelitian tersebut juga mendapatkan kenaikan nilai akurasi antara estimasi indeks vegetasi berbasis *Landsat* 8 dan hasil panen yang dilakukan pada HST 73–80 dengan nilai R^2 mencapai 0,97–0,99. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan proses estimasi didasarkan pada ketepatan waktu akuisisi citra satelit.

2.4 Indeks Vegetasi NDVI dan CVI

Indeks vegetasi merupakan alat analitik penting dalam aktivitas *remote sensing* yang mampu untuk mengevaluasi vegetasi serta kondisi tutupan lahan yang sangat efisien (Purnamasari, 2025). *Normalized Difference Vegetation Index* atau NDVI merupakan salah satu index yang pertama kali digunakan dalam penginderaan jarak jauh untuk menganalisis citra satelit multi spektral yang diusulkan oleh Kriegler pada tahun 1969. NDVI menggunakan prinsip transformasi dari sejumlah pita/ *band* yakni radiasi infra merah dekat (*NIR*) dikurang dengan radiasi merah (*RED*) dan dibagi dengan penjumlahan kedua pita tersebut sehingga menghasilkan citra baru yang telah disederhanakan (Huang *et al.*, 2021). Sementara, *Chlorophyll Vegetation Index* atau CVI memiliki prinsip kerja dengan memanfaatkan pantulan cahaya pada tiga saluran spektral utama yakni inframerah dekat (*NIR*), merah (*RED*), dan hijau (*GREEN*). CVI memiliki kelebihan berupa sensitivitas tinggi terhadap perubahan klorofil bahkan pada tingkat klorofil yang tinggi dikarenakan adanya band hijau, sedangkan NDVI cenderung jenuh pada tanaman yang sudah rimbun (Vincini *et al.*, 2008).

Penelitian terdahulu, melaporkan adanya sensitivitas dari kedua indeks vegetasi terhadap sejumlah indikator fisiologis dan biofisik tanaman yang memiliki

korelasi pada hasil panen. Dalam penelitian Gao *et al.*, 2024, yang mengukur klorofil pada hutan pinus monokultur menggunakan indeks vegetasi CVI, mendapatkan nilai $R^2 = 0,97$, yang menunjukkan adanya sensitivitas pengukuran yang baik pada indikator fisiologis tersebut. Adapun pada indikator biofisik tanaman seperti luas area daun, sejumlah penelitian menunjukkan adanya sensitivitas yang baik pada kedua indeks vegetasi tersebut dalam pengukurannya. Penelitian Furlanetto *et al.*, 2023, menunjukkan bahwa variasi luas area daun jagung dapat dijelaskan melalui analisis indeks vegetasi NDVI dengan nilai R^2 sebesar 0.86. Tamás *et al.*, 2023, dalam penelitiannya menggunakan analisis indeks vegetasi NDVI berbasis penginderaan jauh untuk memprediksi hasil panen sejumlah varietas jagung hibrida dengan nilai korelasi terkuat pada fase vegetatif akhir hingga generatif awal. Adapun Korelasi positif yang sangat kuat ditemukan pada hari ke-77, 90, dan 105 setelah tanam dengan nilai koefisien korelasi $r = 0,80$ hingga 0,84.

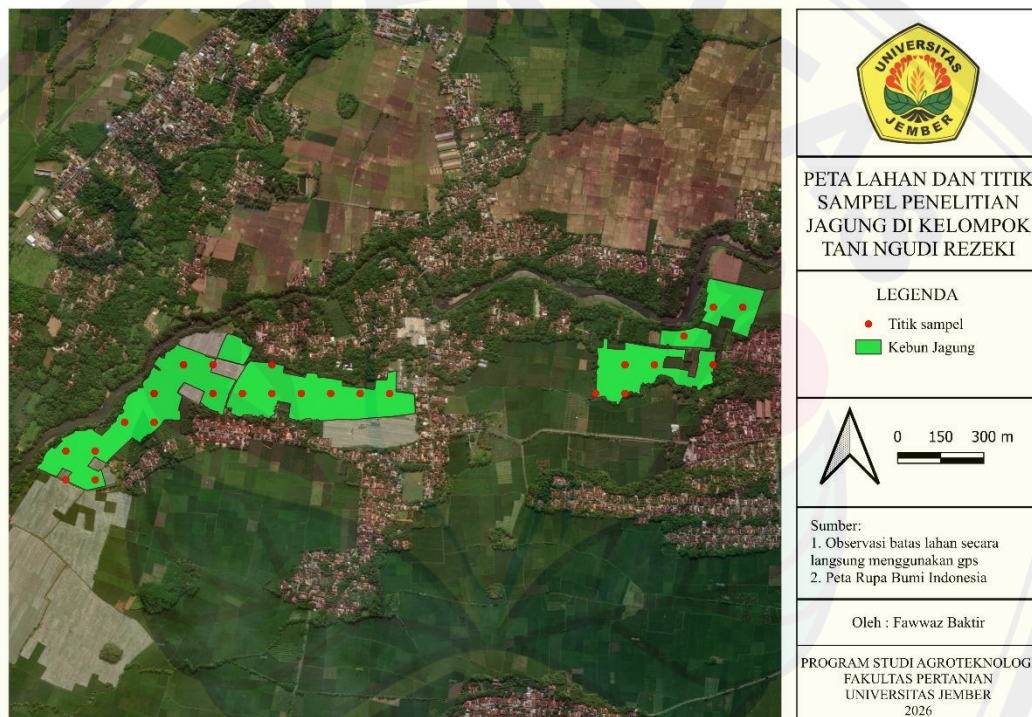
2.5 Hipotesis

1. H_0 = Tidak terdapat hubungan antara waktu estimasi hasil panen jagung menggunakan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit dengan hasil panen jagung
2. H_1 = Terdapat hubungan antara waktu estimasi hasil panen jagung menggunakan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit dengan hasil panen jagung

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada Bulan November 2025 sampai dengan selesai. Tempat penelitian berlokasi di lahan jagung Kelompok Tani Ngudi Rezeki, Kecamatan Rambipuji, Kabupaten Jember dengan luas 28,74 hektar yang berada di ketinggian 70 mdpl. Lokasi yang akan diteliti ditanami jagung (*Zea mays*) varietas *Pioneer P27* yang mulai ditanam pada tanggal 5 – 15 Agustus dan di panen mulai tanggal 15 – 21 November.



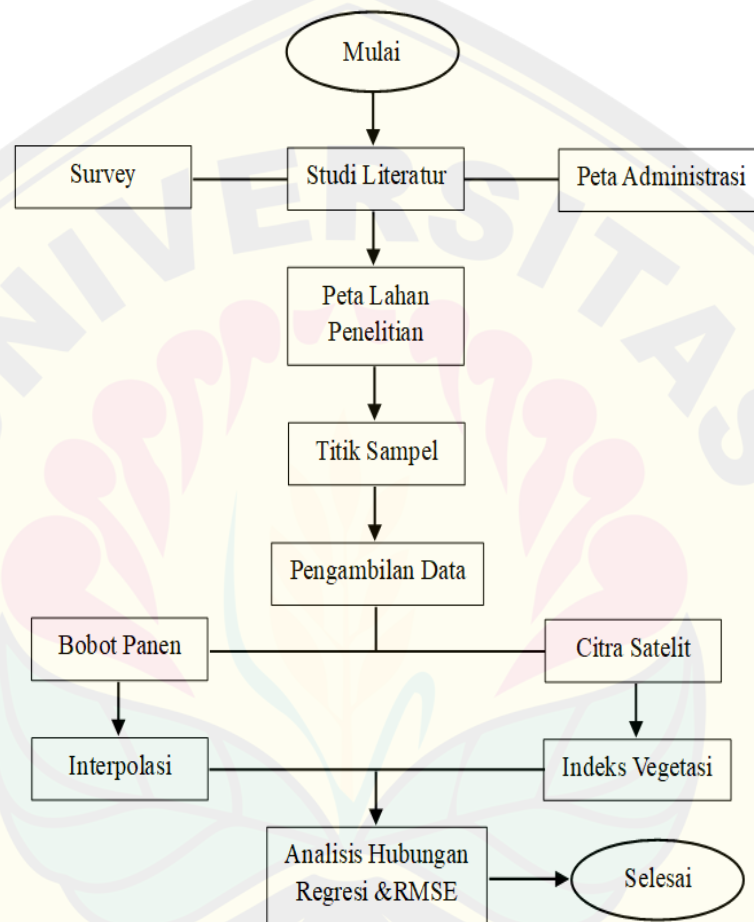
Gambar 3. 1 Peta lahan dan titik sampel

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian ini adalah *smartphone*, meteran, timbangan digital, kantong plastik, kertas label, Satelit *Landsat 8 OLI*, komputer yang telah terinstal *Software Microsoft Office 2019*, *Microsoft Excel 2019*, *Google Drive* dan *QGIS 3.34*. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi lahan pertanian jagung milik Kelompok Tani Ngudi Rezeki, tongkol jagung segar

tanpa kelobot yang berada di lahan Kelompok Tani Ngudi Rezeki, *Google Satellite*, peta lahan dan titik sampel, *Website USGS*, Data Satelit *Landsat 8* dengan opsi data *Landsat 8 OLI* pada empat tanggal yang ditentukan.

3.3 Prosedur Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan penelitian

Penelitian diawali dengan studi literatur terkait penelitian yang akan dilakukan guna memberikan pemahaman serta mendukung pengetahuan pada peneliti dari referensi penelitian yang telah dilakukan peneliti lain sebelumnya. Selanjutnya dilakukan survey pada lahan jagung penelitian milik Kelompok Tani Ngudi Rezeki dengan menyusuri kebun dan wawancara dengan ketua kelompok tani dan petugas pengatur air yang memahami detail informasi lahan. Wawancara

dilakukan guna mengetahui informasi yang dibutuhkan seperti jenis varietas, tanggal penanaman, batas administrasi lahan serta kondisi selama budidaya. Tahap berikutnya melakukan pembuatan Peta lapangan untuk penentuan titik sampel dengan menggunakan *Google Satellite* yang diolah pada aplikasi QGIS 3.34, dan dilanjutkan pembuatan titik sampel sesuai dengan peta batas lahan.

3.3.2 Tahap pengambilan data

a. Pengambilan citra satelit

Data citra satelit yang akan digunakan diperoleh dari *website* www.usgs.gov dengan menentukan pengunduhan wilayah hasil citra, serta tanggal citra satelit yang digunakan. Pengambilan data pada citra satelit menggunakan saluran kanal 3, 4, dan 5. Data yang didapatkan dari citra satelit Landsat 8 kemudian diolah menggunakan software QGIS 3.34 menggunakan *tools raster calculator* dengan memasukkan formula NDVI dan CVI yang nantinya akan diperoleh output indeks vegetasi.

Tabel 3. 1 Fase pertumbuhan dan perkembangan jagung *Pioneer P27*

Fase Utama	Stadia	Deskripsi	Kisaran HST	Durasi (Hari)
Perkecambahan	VE	Benih berkecambah hingga kemunculan koleoptil di permukaan tanah	0–7	7
Vegetatif Awal	V1–V6	Pembentukan daun awal dan perkembangan akar	8–30	23
Vegetatif Lanjut	V7–V12	Pertumbuhan batang dan peningkatan luas tajuk	31–50	20
Vegetatif Malai	V13–VT	Pembentukan malai hingga tasseling	51–60	10
Generatif Awal	R1	Muncul rambut tongkol (silking) dan penyerbukan	61–68	8
Generatif I	R2	Blister, awal pembentukan biji	69–75	7
Generatif II	R3	<i>Milk</i> , biji mulai terisi cairan susu	76–82	7
Generatif III	R4	<i>Dough</i> , pengisian pati berlangsung intensif	83–89	7
Generatif IV	R5	<i>Dent</i> , biji mulai mengeras	90–96	7

Masak Fisiologis	R6	<i>Black layer</i> terbentuk	97–100	4
------------------	----	------------------------------	--------	---

Tabel diatas merupakan estimasi kisaran hari pada setiap fase yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan budidaya. Penelitian ini bersifat temporal untuk menilai waktu terbaik, sehingga dilakukan pengunduhan pada empat tanggal keluarnya citra satelit yang mewakili empat fase utama tanaman jagung. Adapun 4 tanggal tersebut terdiri dari 15 Agustus, 7 September, 2 Oktober, dan 2 November. Secara fenologis, masing-masing tanggal tersebut secara berurutan mewakili fase VE tepatnya 5 HST, vegetatif awal tepatnya 28 HST, vegetatif malai tepatnya 53 HST, dan generatif III tepatnya 84 HST.

b. Penentuan bobot panen jagung

Penentuan bobot panen disesuaikan pada titik sampel yang telah dibuat pada peta lapang dengan menggunakan metode *grid sampling* yang berjumlah 25 titik sampel. Dikarenakan adanya perbedaan manajemen budidaya, maka dilakukan pengelompokan titik sampel berdasarkan kerapatan individu dalam 1m², menjadi kelas ideal yang berisi 6-8 tanaman, kelas rapat yang berisi 10-12 tanaman, dan kelas sangat rapat yang berisi 13-16 tanaman. Pada setiap titik sampel dibuat *space* dalam bentuk persegi dengan ukuran 1m², kemudian mengambil semua tongkol jagung pada seluruh tanaman yang terdapat di dalamnya. Jagung yang diambil, dipisahkan dari kulitnya yang kemudian ditimbang bobotnya menggunakan timbangan digital.

3.4 Variabel Pengamatan

3.4.1 Indeks vegetasi

Indeks vegetasi dianalisis dengan menggunakan rumus NDVI dan CVI pada ke empat tanggal citra satelit untuk mengetahui nilai reflektansinya. Adapun persamaan yang digunakan sebagai berikut,

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

$$CVI = NIR \times \frac{RED}{GREEN^2} \dots \dots \dots (2)$$

3.4.2 Bobot panen jagung

Data bobot panen jagung diakuisisi pada waktu panen yang dimulai tanggal 15 – 21 November. Penimbangan dilakukan pada tongkol segar tanpa kelobot dengan timbangan duduk digital menggunakan satuan kg sehingga dapat diketahui produktivitasnya dalam satuan kg/m^2 .



Gambar 3. 3 Pengukuran bobot tongkol jagung

3.5 Analisis Data

3.5.1 Pembuatan Peta

Data yang diperoleh diolah menggunakan software QGIS 3.34 dan *Ms Excel* yang selanjutnya dilakukan ekstraksi nilai indeks vegetasi NDVI dan CVI berdasarkan peta lahan. Sedangkan peta nilai bobot panen jagung diolah dengan metode IDW Power 2. Menurut Bahtiar *et al.*, 2022, IDW merupakan teknik interpolasi geostatistik yang memiliki formulasi paling sederhana, serta mudah untuk dipahami dan diimplementasikan. Adapun proses pengolahan peta sebagai berikut:

1. Memasukkan band hasil citra satelit Landsat 8 OLI dari setiap tanggal yang diunduh dari *Web USGS Earth Explorer*
2. Menjumlahkan setiap band yang dibutuhkan sesuai dengan persamaan masing-masing indeks vegetasi
3. Memotong peta hasil perhitungan indeks vegetasi dengan peta raster batas lahan dengan ukuran pixel yang telah disesuaikan dengan pixel citra satelit.
4. Mengekstrak nilai indeks vegetasi dari setiap pixel sesuai batas lahan
5. Mengeksport hasil nilai dari setiap ekstrak indeks vegetasi dari setiap tanggal

ke dalam format excel

6. Membuat layer titik berdasarkan format Excel csv yang telah diinput nilai bobot panen jagung dan sudah dilengkapi informasi koordinat
7. Interpolasi bobot panen jagung dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW = 2) bersama raster batas lahan dengan ukuran pixel yang telah disesuaikan
8. Mengekstrak nilai interpolasi dari setiap pixel sesuai batas lahan
9. Mengeksport hasil nilai interpolasi dari setiap tanggal ke dalam format excel

Data yang telah diolah disajikan dalam bentuk peta dan diagram, peta yang dihasilkan diolah menggunakan software QGIS 3.34.

3.5.2 Klasifikasi nilai

a. Klasifikasi Indeks Vegetasi NDVI dan CVI

Klasifikasi Tingkat kehijauan berdasarkan kelas NDVI dan CVI tersebut merupakan nilai yang telah terdistribusi normal, dengan semakin tinggi nilai maka tingkat kehijauan semakin tinggi dan disesuaikan kondisi di lapangan. Berikut adalah klasifikasi indeks vegetasi NDVI dan CVI

Tabel 3. 2 Klasifikasi Indeks Vegetasi NDVI

Kelas	Tingkat Kehijauan	Kisaran Nilai NDVI
1	Sangat Rendah	-1 – 0,12
2	Rendah	0,12 – 0,22
3	Sedang	0,22 – 0,42
4	Tinggi	0,42 – 0,72
5	Sangat Tinggi	0,72 – 1

Sumber: (Awaliyan & Sulistioadi, 2018)

Tabel 3. 3 Klasifikasi Indeks Vegetasi CVI

Kelas	Tingkat Kehijauan	Kisaran Nilai CVI
1	Awan/ Air	$\leq 1,18$
2	Rendah	1,18 – 2,02
3	Sedang	2,02 – 2,56
4	Tinggi	$\geq 2,56$

3.5.4 Analisis regresi

Analisis regresi adalah teknik yang digunakan untuk memperkirakan hubungan antara satu variabel terikat dan satu atau lebih variabel tidak terikat, guna

memahami pengaruh variabel terikat terhadap variabel tidak terikat. Adapun rumus dari analisis regresi sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

X = Variabel tidak terikat (Variabel Prediktor)

Y = Variabel terikat (Variabel yang akan diprediksi)

β_0 = Intercept, yaitu nilai dari Y ketika X = 0

β_1 = Slope koefisien regresi, yang mengindikasikan perubahan rata-rata dalam Y untuk satu unit perubahan dalam X

ϵ = *Error term* (juga dikenal sebagai residu), yang menyatakan dari garis regresi

Tabel 3. 4 Klasifikasi Koefisien Determinasi

Interval Koefisien Determinasi	Tingkat Hubungan
< 0,1	Tidak ada
0,1 - 0,7	Lemah hingga sedang
> 0,7	Kuat

Sumber: (Ross, 2017)

3.5.5 Penggunaan RMSE

Nilai sebaran bobot panen dinilai dengan RMSE untuk mengetahui seberapa akurat data spasial. Semakin kecil atau mendekati 0 nilai yang diperoleh maka semakin akurat nilai sebaran yang didapat saat interpolasi,

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - p_i)^2}}{n} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

a_i = Nilai aktual/ nilai observasi

p_i = Nilai prediksi

N = Banyak sampel

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemetaan Hasil Panen Jagung

Hasil panen jagung pada setiap titik sampel yang tersebar diseluruh lahan selatan kelompok tani Ngudi Rezeki memiliki nilai yang bervariasi. Didapatkan nilai bobot panen tertinggi di angka 3,9 kg/m² pada titik sampel ke-2, sedangkan 0,8 kg/m² untuk nilai terendah yakni pada titik sampel ke-21. Adanya perbedaan nilai yang ditunjukkan saat pengukuran hasil panen, dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Adapun faktor yang mempengaruhi seperti perbedaan jumlah tanaman dalam 1m², jumlah bonggol yang dihasilkan setiap tanaman dalam 1m², serta faktor cuaca yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman jagung. Pada faktor perbedaan jumlah tanaman, disebabkan oleh perbedaan kepemilikan lahan sehingga mempengaruhi keputusan untuk menggunakan metode tanam. Selain itu, cuaca hujan yang tidak mendukung selama masa budidaya, turut mempengaruhi perbedaan nilai hasil panen, terlebih pada letak petak yang lebih rendah, sehingga rawan tergenang air.



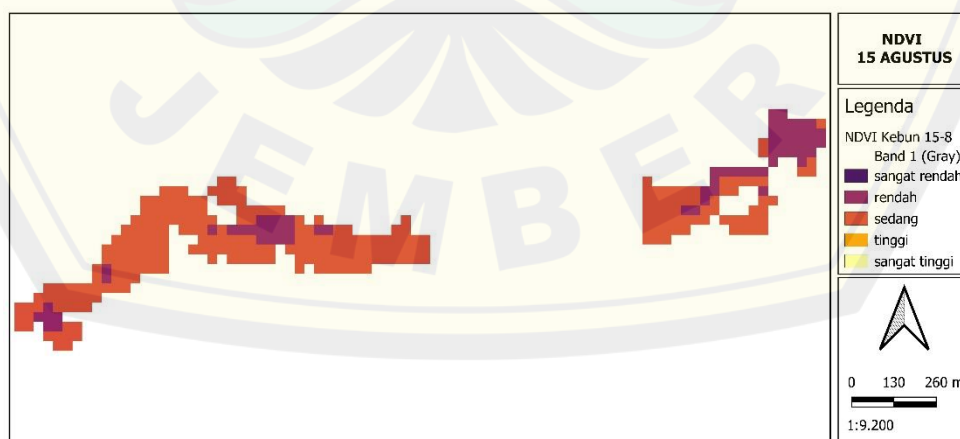
Gambar 4. 1 Peta interpolasi bobot jagung

Hasil interpolasi dengan metode IDW=2, menunjukkan pola ketidakseragaman hasil panen jagung yang tegas sesuai dengan data *groundtruth* yang telah diakuisisi. Area dengan hasil panen tinggi, nampak terkonsentrasi pada sekelompok lahan di sebelah timur, yang diwakili oleh warna biru muda dengan rentang 2,67 - 3,28

kg/m² dan biru dengan rentang diatas 3,28 kg/m². Pada area tersebut terdapat lokasi titik sampel 1, 2, 3, 4, dan 5 yang masing-masing memiliki nilai hasil panen dalam kg/ m² secara berurutan adalah 3.15, 3.90, 3.05, 2.85, dan 2.95. Adapun untuk area dengan hasil panen rendah, nampak terkonsentrasi di sebagian wilayah barat lahan yang diwakili warna merah. Adapun titik sampel yang menunjukkan hasil panen kurang dari 1,45 kg/m² yakni titik 9, 19, 21, 22, dan 23. Secara spasial, peta interpolasi yang dihasilkan dengan metode IDW=2 berdasarkan data bobot jagung, tidak menunjukkan adanya perubahan ekstrem pada gradasi warna legenda. Hal tersebut menunjukkan, pendekatan metode interpolasi dengan IDW=2 lebih mempertimbangkan nilai lokal atau nilai titik terdekat dibanding nilai global, sehingga menyajikan persebaran yang logis pada peta (Wijayanto *et al.*, 2022).

4.2 Hasil analisis indeks vegetasi NDVI

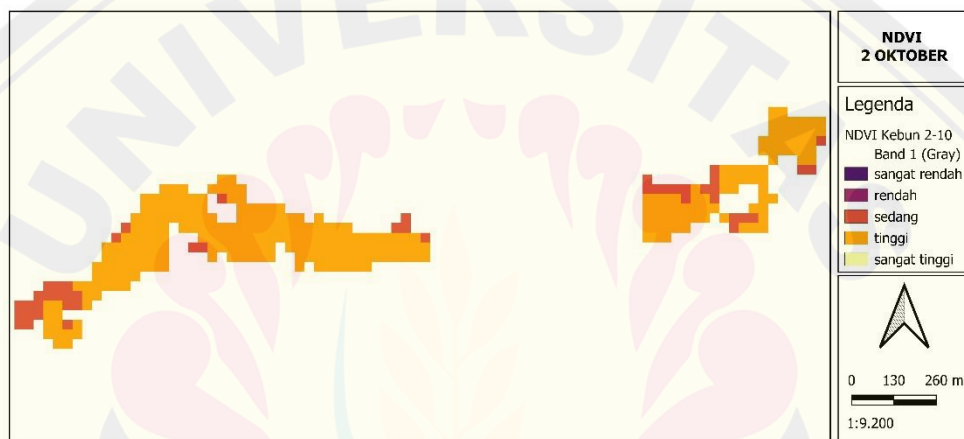
Citra satelit *Landsat 8* menjadi produk penginderaan jauh yang digunakan selama analisis indeks vegetasi yang mampu memberikan informasi fisiologis serta biofisik berupa gelombang cahaya yang dipantulkan kembali ke atmosfer. Untuk menerjemahkan pada suatu indikator fisiologis dan biofisik tanaman, maka dibutuhkan indeks vegetasi yang memiliki sensitivitas yang dipengaruhi oleh indikator tersebut. Penelitian ini menggunakan NDVI dan CVI sebagai perangkat informasi dari setiap band yang dibutuhkan dan kemudian dianalisis pada setiap tanggal yang menjadi variabel temporal terkait reflektansi dan korelasinya terhadap hasil pada masa panen.



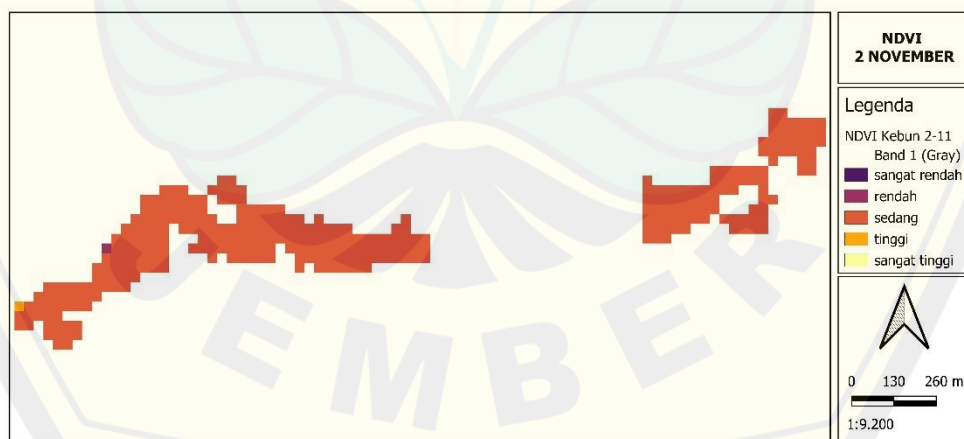
Gambar 4. 2 Peta NDVI tanggal 15 Agustus



Gambar 4. 3 Peta NDVI tanggal 7 September



Gambar 4. 4 Peta NDVI tanggal 2 Oktober



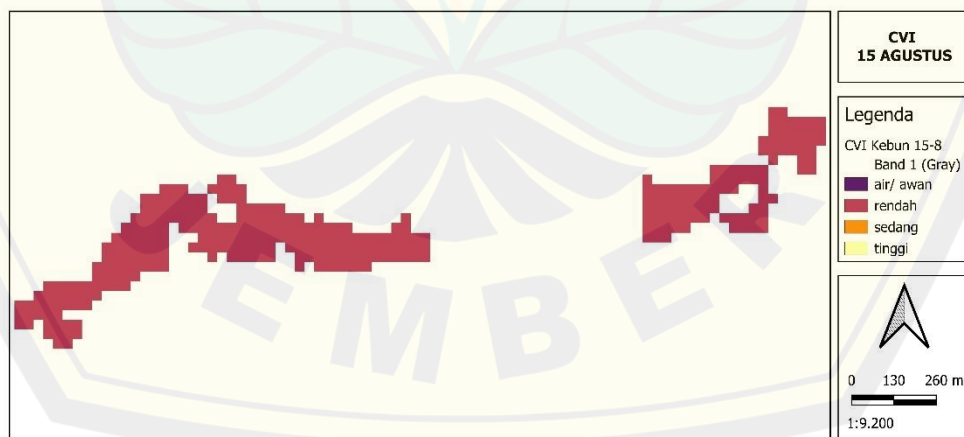
Gambar 4. 5 Peta NDVI tanggal 2 November

Hasil analisis indeks vegetasi secara spasial pada setiap tanggalnya, memiliki pola warna yang berbeda, dan menunjukkan adanya perubahan baik kenaikan nilai

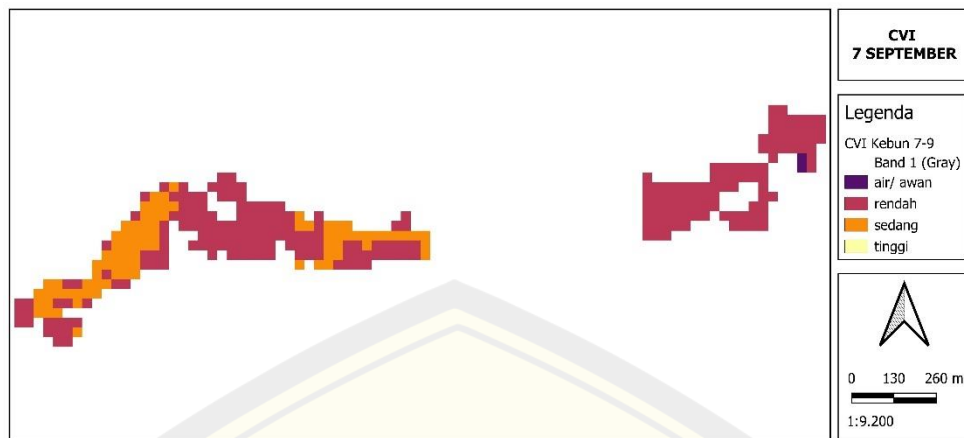
maupun penurunan dari kedua indeks vegetasi. Pada NDVI, nilai pada tanggal pertama menunjukkan sebaran warna yang didominasi oleh nilai NDVI sedang dan sebagian yang lebih kecil rendah. Tanggal selanjutnya yaitu 7 September terdapat kenaikan nilai pada wilayah barat lahan yang menunjukkan nilai NDVI tinggi, dan sebagian nilai sedang pada area tengah, dan nilai rendah yang mendominasi wilayah timur lahan. Tanggal 2 Oktober atau fase selanjutnya, reflektansi menunjukkan kenaikan nilai NDVI, dimana hampir sebagian besar lahan menunjukkan nilai tinggi yang diwakili warna oranye. Selanjutnya mengalami penurunan nilai ke sedang pada tanggal 2 November.

4.3 Hasil analisis indeks vegetasi CVI

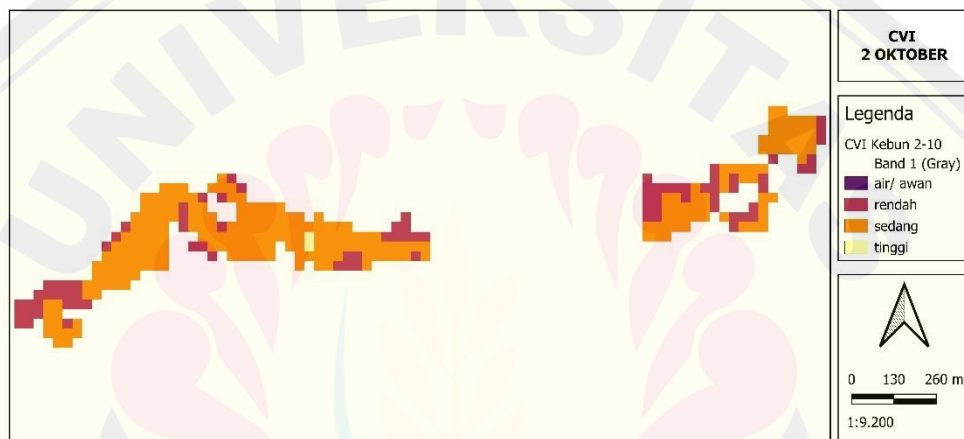
Hasil pada analisis indeks vegetasi CVI, menunjukkan adanya kemiripan antara pola nilai spasial pada setiap tanggalnya dengan NDVI. Pada peta tanggal pertama terlihat sebagai besar area lahan didominasi dengan klasifikasi nilai rendah. Selanjutnya, pada peta tanggal kedua mulai terlihat sebaran nilai sedang yang terkonsentrasi di bagian barat serta sebagian area tengah lahan, sementara nilai rendah masih mendominasi area barat lainnya dan sebagian besar wilayah timur lahan. Pada tanggal ke tiga juga menunjukkan pola yang sama dimana terjadi nilai puncak CVI yang mendominasi seluruh area lahan dan kembali menurun ke nilai sedang pada tanggal terakhir.



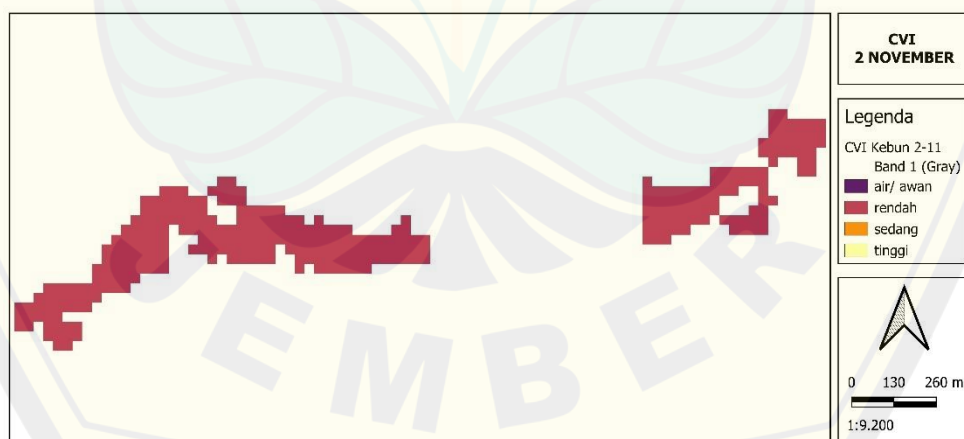
Gambar 4. 6 Peta CVI tanggal 15 Agustus



Gambar 4. 7 Peta CVI tanggal 7 September



Gambar 4. 8 Peta CVI tanggal 2 Oktober



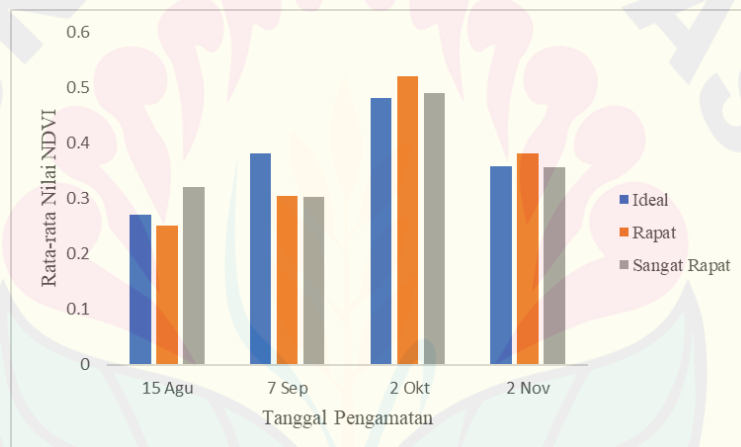
Gambar 4. 9 Peta CVI tanggal 2 November

Secara spasial, kedua peta indeks vegetasi baik NDVI maupun CVI, pada setiap tanggalnya menunjukkan pola persebaran kelas yang identik dimana tanggal

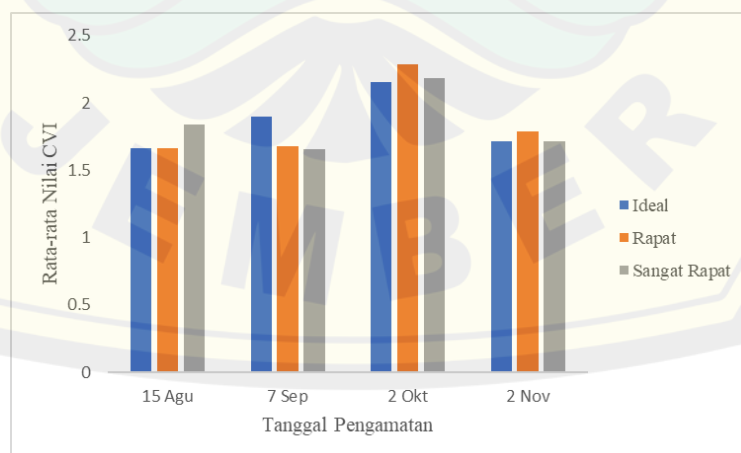
15 Agustus memiliki nilai reflektansi terendah, dan meningkat hingga 2 Oktober dan mengalami penurunan di tanggal 2 November.

4.4 Analisis Regresi Linear pada Citra Satelit

Hasil dari analisis indeks vegetasi secara temporal pada setiap tanggal terhadap tiga kelas kerapatan individu tanaman jagung, menunjukkan pola pergerakan yang identik. Tanggal 15 Agustus yang merupakan tanggal pertama pada setiap indeks vegetasi menunjukkan rata-rata nilai terendah, yang kemudian disusul kenaikan nilai pada tanggal ke dua dan tanggal ke tiga menjadi puncaknya. Pada tanggal ke empat yakni 2 November, nilai rata-rata semua indeks vegetasi menunjukkan penurunan dimana telah mendekati masa pemanenan jagung, hal tersebut sesuai dengan ciri fase fenologis jagung pada penelitian Koca & Erekul, 2016.



Gambar 4. 10 Grafik rata-rata nilai NDVI setiap pengamatan



Gambar 4. 11 Grafik rata-rata nilai CVI setiap pengamatan

Hasil analisis regresi antara NDVI di setiap tanggalnya terhadap bobot panen jagung pada masing-masing kelas kerapatan individu, menunjukkan adanya hasil konsisten pada tanggal 7 September. Pada kelas kerapatan ideal, hasil koefisien determinasi terbaik, didapatkan pada tanggal 7 September dengan nilai R^2 0,3188. Selanjutnya pada kelas kerapatan individu rapat, juga ditemukan adanya hasil regresi terbaik, yakni 0,4171 di tanggal 7 September dan disusul 0,1875 di tanggal 2 November. Sedangkan pada kelas kerapatan individu sangat rapat, ditemukan adanya hasil terbaik yakni pada tanggal 2 November dengan nilai R^2 0,415 dan disusul tanggal 7 September dengan nilai R^2 0,3131.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Regresi dan RMSE

Indeks Vegetasi	Kelas Kerapatan Individu	Tanggal	R^2	RMSE
NDVI	Ideal	15 Agu	0,0088	0,419
		7 Sep	0,3188	0,348
		2 Okt	0,002	0,417
		2 Nov	0,0004	0,421
	Rapat	15 Agu	0,0003	0,743
		7 Sep	0,4171	0,567
		2 Okt	0,0051	0,741
		2 Nov	0,1875	0,670
	Sangat Rapat	15 Agu	0,0818	0,749
		7 Sep	0,3131	0,648
		2 Okt	0,0962	0,744
		2 Nov	0,415	0,598
CVI	Ideal	15 Agu	0,1925	0,379
		7 Sep	0,2731	0,359
		2 Okt	0,0217	0,417
		2 Nov	8E-05	0,421
	Rapat	15 Agu	0,0065	0,740
		7 Sep	0,462	0,545
		2 Okt	0,0717	0,716
		2 Nov	0,2076	0,661
	Sangat Rapat	15 Agu	0,0038	0,781
		7 Sep	0,2264	0,688
		2 Okt	0,2291	0,687
		2 Nov	0,4558	0,577

Hasil analisis regresi antara CVI di setiap tanggalnya terhadap bobot panen jagung pada masing-masing kelas kerapatan individu, menunjukkan adanya perbedaan tanggal terbaik pada setiap kelasnya. Pada kelas ideal, didapati adanya koefisien determinasi terbaik pada tanggal 7 September dengan R^2 0,2731 dan disusul tanggal 15 Agustus dengan R^2 0,1925. Selanjutnya kelas kerapatan individu rapat, juga ditemukan adanya hubungan terbaik yakni pada tanggal 7 September dengan R^2 0,462 dan disusul 2 November dengan R^2 0,2076. Sedangkan untuk kelas kerapatan sangat rapat, ditemukan adanya hubungan terbaik yakni pada tanggal 2 November dengan R^2 0,4558, diikuti tanggal 2 Oktober dan 7 September dengan masing-masing R^2 0,2291 dan 0,2264.

Pada tanggal 7 September, kedua indeks vegetasi baik NDVI maupun CVI pada setiap kelas kerapatan menunjukkan hubungan terbaik terhadap bobot panen dibandingkan tanggal pengamatan lainnya. Tanggal 2 November juga menunjukkan hasil yang terbaik, khususnya pada kelas kerapatan sangat rapat di kedua indeks vegetasi. sehingga ini menunjukkan adanya potensi untuk digunakan sebagai alat estimasi hasil panen yang dipengaruhi oleh sejumlah indikator tersebut. Dengan perbandingan nilai yang telah disajikan sebelumnya, juga menunjukkan tidak adanya performa dari satu indeks yang mengungguli indeks lain, dikarenakan perbedaan yang relatif kecil pada nilai R^2 di kedua indeks vegetasi pada masing-masing tanggal terbaiknya.

4.5 Karakteristik Tanaman Jagung pada Tanggal Terbaik

Berdasarkan hasil analisis statistik, didapatkan tanggal 7 September sebagai tanggal terbaik untuk mengestimasi hasil panen dari kelas kerapatan individu tanaman ideal dan rapat menggunakan analisis indeks vegetasi berbasis citra satelit. Hal tersebut ditemukan adanya hubungan yang paling kuat, namun kekuatan hubungannya tergolong dalam klasifikasi lemah ke sedang diantara tanggal lainnya pada kedua indeks vegetasi NDVI dan CVI dengan hasil panen jagung.

Berdasarkan informasi waktu tanam yang dimulai pada tanggal 5 - 15 Agustus 2025, jagung varietas P27 yang dibudidayakan memasuki umur 28 HST pada tanggal 7 September 2025. Diketahui jagung varietas P27 memiliki usia pemanenan

di umur 100 hari dan pada saat di lapangan, jagung dipanen pada tanggal 15 - 21 November 2025. Menurut klasifikasi stadia pertumbuhan jagung Nleya *et al.*, 2019, jagung P27 pada umur HST 20-40 memasuki fase fenologis V6-V10 atau ditandai dengan keberadaan daun ke 6 hingga ke 10. Pada usia tersebut, jagung berada pada fase pertumbuhan vegetatif aktif atau fase pertumbuhan awal hingga menengah, dimana tanaman jagung mengalami peningkatan pesat dalam pertumbuhan daun dan batang. Secara umum, pada fase fenologis jagung tersebut, dicirikan dengan ekspansi luas area daun sehingga mendorong peningkatan aktivitas fotosintesis, serta akumulasi biomassa vegetatif yang signifikan (Ciampitti *et al.*, 2016).

Fase fenologis jagung V6-V10 menurut sejumlah literatur telah memiliki peran dalam menentukan sejumlah atribut hasil panen. Menurut Ciampitti *et al.*, 2016, diantara V6 hingga V10, jumlah baris potensial pada jagung atau lingkaran tongkol ditentukan yang mana juga dipengaruhi oleh genetika dan kondisi lingkungan serta dapat berkurang jika terjadi stres. Menurut Nleya *et al.*, 2019, pada fase tersebut merupakan waktu kritis melakukan pengamatan untuk menentukan apakah pupuk tambahan diperlukan, karena pemupukan nitrogen tambahan paling efektif jika diberikan khususnya antara V6 dan V8. Selanjutnya diantara V8 dan V10 merupakan waktu terbentuknya tunas yang menjadi calon tongkol awal namun belum menentukan jumlah biji potensial dan ukuran tongkol (Ciampitti *et al.*, 2016; Nleya *et al.*, 2019). Adapun kebutuhan nutrisi dan air ketika fase ini yang baik adalah jumlah $K > N > P$ dan air 0,25 inci/ hari (Ciampitti *et al.*, 2016). Apabila terjadi kekurangan makronutrien dan mikronutrien maka dapat mudah terlihat pada tahap ini, sehingga jika tidak diperbaiki, kekurangan nutrisi dapat sangat membatasi pertumbuhan daun dan menghambat perkembangan (Nleya *et al.*, 2019). Pada dasarnya, fase ini belum menentukan atribut hasil panen utama yang digunakan dalam penelitian ini yakni bobot panen tongkol per m^2 .

Adanya performa pada fase fenologis vegetatif awal untuk mengestimasi dini hasil panen jagung atau *early yield estimation*, telah dibuktikan dalam penelitian Tunca *et al.*, 2023, Dalam penelitian tersebut, peneliti melakukan estimasi hasil panen jagung menggunakan indeks vegetasi berbasis satelit pada 33 HST dan mendapatkan hasil statistik $R^2 = 0.79$ dan $RMSE = 3.40$. Hal tersebut menunjukkan

performa estimasi pada fase tersebut memiliki akurasi moderat tetapi cukup berguna untuk pengambilan keputusan awal. Sedangkan banyak literatur menyebutkan bahwa fase penentu ukuran tongkol final yang mempengaruhi bobot adalah VT atau *tassel* (Ciampitti *et al.*, 2016; Nleya *et al.*, 2019). Penelitian yang sama dari Tunca *et al.*, 2023, menyajikan hasil bahwa fase untuk estimasi hasil panen yang paling akurat, terjadi pada 73-76 HST yang berarti jagung memasuki fase VT dengan nilai $R^2 = 0.99$ dan RMSE = 0.33. Fase vegetatif *tassel* sesuai dengan fenologis pada tanaman jagung yang diamati yakni P27, terjadi pada usia tanaman 45-60 HST yang pada rentang fase tersebut diwakili oleh tanggal akuisisi citra 2 Oktober. Namun hasil analisis regresi dan RMSE menunjukkan tidak adanya hubungan, meskipun data spasial menunjukkan tingginya nilai indeks vegetasi yang dipengaruhi kuat oleh indikator fisiologis dan biofisik tanaman.



Gambar 4. 12 Busuk batang jagung

Salah satu faktor yang dapat menjadi penyebab ketidaksinkronan tersebut adalah cuaca hujan. Berdasarkan hasil wawancara, petani menuturkan bahwa hujan turun hampir setiap hari mulai bulan Oktober hingga masa pemanenan. Tidak sedikit yang menyatakan jika lahan sering terendam 1 hingga 2 hari jika intensitas lebat hingga menyebabkan busuk batang. Dalam penelitian (Vennam *et al.*, 2023), percobaan budidaya jagung yang dilakukan pada tiga musim berbeda yakni curah hujan sangat tinggi, tahun sangat kering, dan tahun dengan cuaca rata-rata terhadap hasil panen, menunjukkan perbedaan menonjol pada tahun dengan curah hujan sangat tinggi. Pada penelitian tersebut didapati penurunan hasil biji sebesar 7,6% akibat stres yang disebabkan oleh kelebihan air. Hasil penelitian tersebut juga

mengukur kadar nitrogen tanah yang menunjukkan bahwa terjadi kehilangan nitrat akibat pencucian yang paling tinggi pada kondisi cuaca tersebut. Sehingga seperti pada gambar 4.1 yang menggambarkan persebaran hasil panen, khususnya pada area barat lahan menunjukkan hasil panen yang rendah, dikarenakan terjadi stres kelebihan air pada fase transisi hingga panen.

Kelas kerapatan individu tanaman jagung sangat rapat, hasil regresi terbaik justru diperoleh pada tanggal 2 November baik pada indeks NDVI maupun CVI. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan tutupan kanopi tanaman yang lebih rapat dibandingkan kelas lainnya, sehingga adanya variasi kondisi antar titik sampel masih dapat direkam oleh indeks vegetasi meskipun tanggal pengamatan mendekati masa panen. Pada fase generatif akhir tepatnya generatif III pada 84 HST, tanaman telah mencapai perkembangan kanopi yang maksimal dan sebagian besar komponen hasil telah terbentuk. Oleh karena itu, nilai indeks vegetasi yang didapat pada fase tersebut cenderung lebih merepresentasikan kondisi aktual tanaman yang mempengaruhi bobot panen. Akibatnya, hubungan antara indeks vegetasi dan bobot panen pada kelas kerapatan sangat rapat menjadi lebih kuat dibandingkan tanggal lainnya. Demikian, hasil ini menunjukkan bahwa waktu pengamatan terbaik dapat berbeda pada setiap kelas kerapatan individu, sehingga hubungan antara indeks vegetasi dan bobot panen tidak hanya dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tanaman, tetapi juga oleh kerapatan individu tanaman.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pemetaan menyajikan hasil panen jagung berupa bobot tongkol segar yang bervariasi antara 0,8 hingga 3,9 kg/m² atau setara dengan 8 hingga 39 ton/ha, dengan persebaran hasil panen tertinggi di wilayah timur dan terendah di wilayah barat lahan. Adapun hasil kedua peta indeks vegetasi baik NDVI dan CVI menunjukkan karakteristik yang identik dengan kenaikan nilai reflektansi hingga fase fenologis VT atau vegetatif malai dan menurun ketika memasuki fase reproduktif.
2. Nilai yang dihasilkan kedua indeks vegetasi pada tanggal 7 September yang mewakili usia 28 HST memiliki nilai regresi terbaik untuk estimasi hasil panen jagung P27 pada kelas kerapatan individu ideal dan rapat. Pada tanggal tersebut, NDVI mendapatkan nilai R² sebesar 0.3188 pada kelas ideal dan 0,4171 pada kelas rapat. Indeks vegetasi CVI mendapatkan nilai R² sebesar 0.2731 pada kelas ideal dan 0,462 pada kelas rapat.
3. Kelas kerapatan individu sangat rapat, pada kedua indeks vegetasi didapati nilai regresi terbaik yakni pada tanggal 2 November. NDVI mendapatkan nilai R² sebesar 0,415 dan CVI mendapatkan nilai R² sebesar 0,4558.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan lebih banyak tanggal pengamatan yang mencakup fase antara vegetatif awal (V6-V10) hingga vegetatif *tassel* (VT). Hal tersebut guna mengevaluasi perubahan arah dan kekuatan hubungan indeks vegetasi dengan hasil panen pada sejumlah kelas kerapatan individu secara lebih komprehensif. Serta perlu adanya penelitian estimasi hasil panen di sejumlah situasi cuaca guna memvalidasi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdah, M. N. R., Ichtiari, F. A., & Aulia, A. (2023). Proyeksi Penduduk Menuju Indonesia Emas Tahun 2045 Melalui Penerapan Teori Malthus. *Jurnal Arjuna : Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 2(1), 15–29. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i1.375>
- Awaliyan, M. R., & Sulistioadi, Y. B. (2018). Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2A Dengan Metode Tree Algorithm. *Jurnal Hutan Tropis*, 2(2), 98–104.
- Bahtiar, R., Wijayanto, Y., Budiman, S. A., & Saputra, T. W. (2022). Perbedaan Karakteristik Sebaran Spasial Hujan di Kabupaten Jember Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dan Poligon Thiessen Differences in the Spatial Distribution Characteristics of Rainfall in Jember Regency Using the Inverse Distance Weighted (IDW) and Thiessen Polygon Methods. *Berkala Ilmiah PERTANIAN*, 5(1), 1–5.
- BPS, B. P. S. J. P. (2025). *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2024*.
- Brewer, K., Clulow, A., Sibanda, M., Gokool, S., Naiken, V., & Mabhaudhi, T. (2022). Predicting the Chlorophyll Content of Maize over Phenotyping as a Proxy for Crop Health in Smallholder Farming Systems. *Remote Sensing*, 14(3), 518–538. <https://doi.org/10.3390/rs14030518>
- Ciampitti, I. A., Elmore, R. W., & Lauer, J. (2016). Corn Growth and Development. In *K-State Research and Extension*.
- Desmawan, D., Nuraisah, A., Mumtaz, A., Fadhilah, M. F., & Aufa, F. S. (2024). Dampak Pengalihan Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Lahan Permukiman dan Industri Di Kawasan Kabupaten Bekasi. *Bursa: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 3(2), 115–121.
- Furlanetto, J., Dal Ferro, N., Longo, M., Sartori, L., Polese, R., Caceffo, D., Nicoli, L., & Morari, F. (2023). LAI estimation through remotely sensed NDVI following hail defoliation in maize (*Zea mays* L.) using Sentinel-2 and UAV imagery. *Precision Agriculture*, 24(4), 1355–1379. <https://doi.org/10.1007/s11119-023-09993-9>
- Gao, S., Yan, K., Liu, J., Pu, J., Zou, D., Qi, J., Mu, X., & Yan, G. (2024). Assessment of remote-sensed vegetation indices for estimating forest chlorophyll concentration. *Ecological Indicators*, 162, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112001>

- Ghimire, B., Timsina, D., & Nepal, J. (2015). Analysis of chlorophyll content and its correlation with yield attributing traits on early varieties of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Maize Research and Development*, 1(1), 134–145. <https://doi.org/10.5281/zenodo.34263>
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. In *Journal of Forestry Research* (Vol. 32, Number 1, pp. 1–6). Northeast Forestry University. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Jia, K., Hasan, U., Jiang, H., Qin, B., Chen, S., Li, D., Wang, C., Deng, Y., & Shen, J. (2024). How frequent the Landsat 8/9-Sentinel 2A/B virtual constellation observed the earth for continuous time series monitoring. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 130(103899), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103899>
- Ke, Y., Im, J., Lee, J., Gong, H., & Ryu, Y. (2015). Characteristics of Landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in-situ observations. *Remote Sensing of Environment*, 164, 298–313. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.04.004>
- Koca, Y. O., & Ereku, O. (2016). Changes of Dry Matter, Biomass and Relative Growth Rate with Different Phenological Stages of Corn. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.015>
- Lasut, R. C. I., Oslan, Y., & Wibowo, A. (2024). Program Bantu Perkiraan Hasil Panen Tanaman Jagung Berbasis Web Studi Kasus: Kelompok Tani Mutiara Desa Maunggal Karya. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(4), 609–620. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i4.1253>
- Loveland, T. R., & Irons, J. R. (2016). Landsat 8: The plans, the reality, and the legacy. *Remote Sensing of Environment*, 185, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.07.033>
- Mondejar, J. P., & Tongco, A. F. (2019). Near infrared band of landsat 8 as water index: A case study around Cordova and Lapu-Lapu City, Cebu, Philippines. *Sustainable Environment Research*, 1(29). <https://doi.org/10.1186/s42834-019-0016-5>
- Mustafa, B. S., Ismael, N. B., Mustafa, N. R., Kakarash, S. A., & Abdulazeez, S. D. (2024). Chlorophyll content and leaf area correlated with corn (*Zea mays*) yield components in F₁ hybrids. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 94(4), 352–357. <https://doi.org/10.56093/ijas.v94i4.140666>

- Nleya, T., Chungu, C., & Kleinjan, J. (2019). Chapter 5: Corn Growth and Development. In *Best Management Practices for Corn Production* (pp. 5.1-5.10).
- Purnamasari, I. (2025). Tinjauan Pustaka: Pendekatan Penginderaan Jauh dalam Analisis Dampak Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Kopi. *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.12962/jpji.v5i1.8319>
- Ross, S. (2017). *Introductory Statistics* (3rd ed.). Academic Press.
- Sowmya, D. R., Shenoy, P. D., & Venugopal, K. R. (2017). Remote Sensing Satellite Image Processing Techniques for Image Classification: A Comprehensive Survey. *International Journal of Computer Applications*, 161(11), 24–37.
- Tamás, A., Kovács, E., Horváth, É., Juhász, C., Radócz, L., Rátonyi, T., & Ragán, P. (2023). Assessment of NDVI Dynamics of Maize (*Zea mays* L.) and Its Relation to Grain Yield in a Polyfactorial Experiment Based on Remote Sensing. *Agriculture (Switzerland)*, 13(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030689>
- Tunca, E., Köksal, E. S., & Taner, S. Ç. (2023). Silage maize yield estimation by using planetscope, sentinel-2A and landsat 8 OLI satellite images. *Smart Agricultural Technology*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100165>
- Vennam, R. R., Ramamoorthy, P., Poudel, S., Reddy, K. R., Henry, W. B., & Bheemanahalli, R. (2023). Developing Functional Relationships between Soil Moisture Content and Corn Early-Season Physiology, Growth, and Development. *Plants*, 12(13), 1–14. <https://doi.org/10.3390/plants12132471>
- Vincini, M., Frazzi, E., & D'Alessio, P. (2008). A broad-band leaf chlorophyll vegetation index at the canopy scale. *Precision Agriculture*, 9(5), 303–319. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9075-z>
- Wijayanto, Y., Anggreini, R. A. P., Purnamasari, I., & Ristiyan, S. (2022). Temporal Changes in Spatial Patterns of Soil Properties During a Period of Rice Growth. *JOURNAL OF TROPICAL SOILS*, 28(1), 1–8. <https://doi.org/10.5400/jts.2023.v28i1.1-8>
- Woda, T. N., & Wijayanto, Y. (2023). Analisis Variabilitas Total Nitrogen Tanah dengan Menggunakan Geostatistika pada Lahan Perkebunan Tebu Studi Kasus di Tanggul Kulon Kabupaten Jember Analysis of Total Soil Nitrogen Variability Using Geostatistics on Sugarcane Plantation Land: A Case Study In The Tanggul Kulon, Jember Regency. *Berkalah Ilmu Pertanian*, 155(1), 155–158.

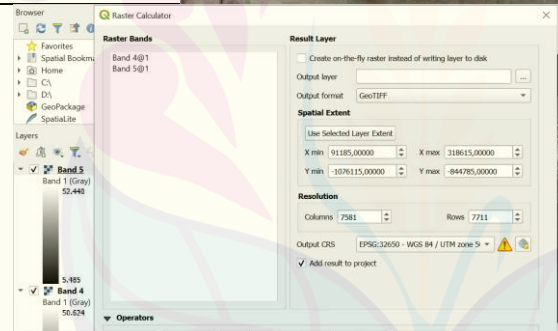
Wulandari, B. A., & Jaelani, L. M. (2019). Artikel ini dapat ditemukan di Identifikasi Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Menggunakan Citra SAR Sentinel-1A (Studi Kasus: Kecamatan Gerung, Lombok Barat, NTB). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 01(2), 52–59. <http://jurnal.mapin.or.id/index.php/jpji/issue/archive>



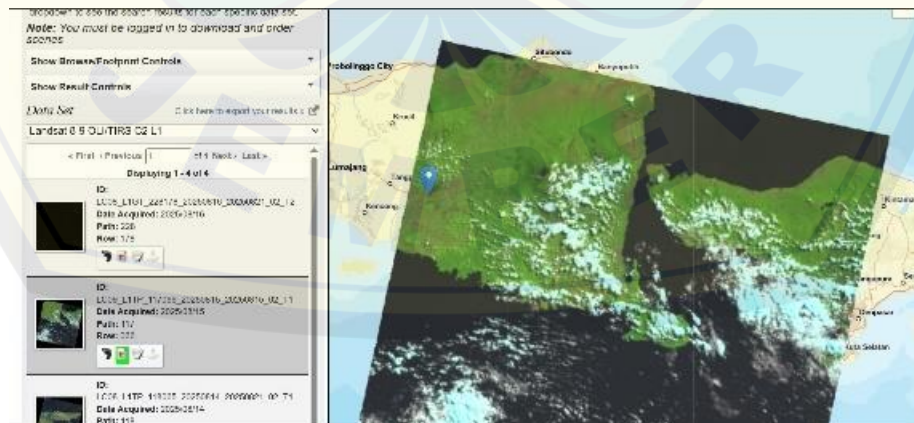
LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan

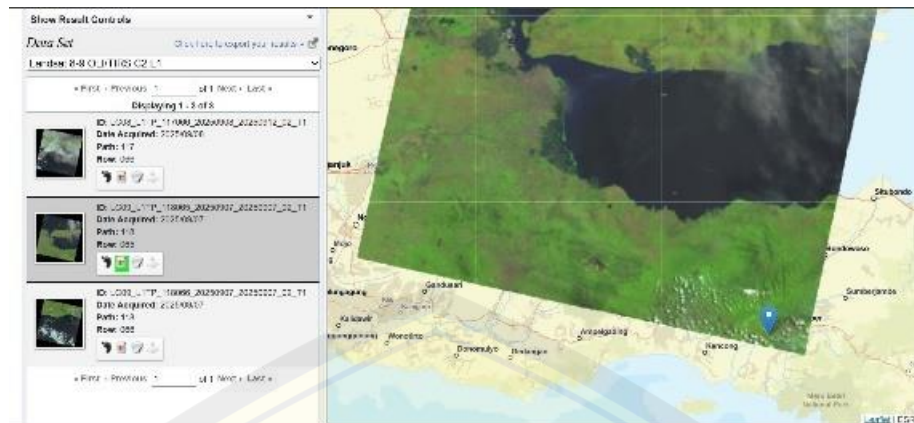
No	Gambar	Keterangan
1		Mengamati peta titik sampel
2		Membuat batas dengan ajir
3		Memanen tanaman jagung

4		Mengumpulkan Hasil Panen setiap titik
5		Menimbang hasil panen per titik sampel
6		Analisis citra menggunakan raster calculator

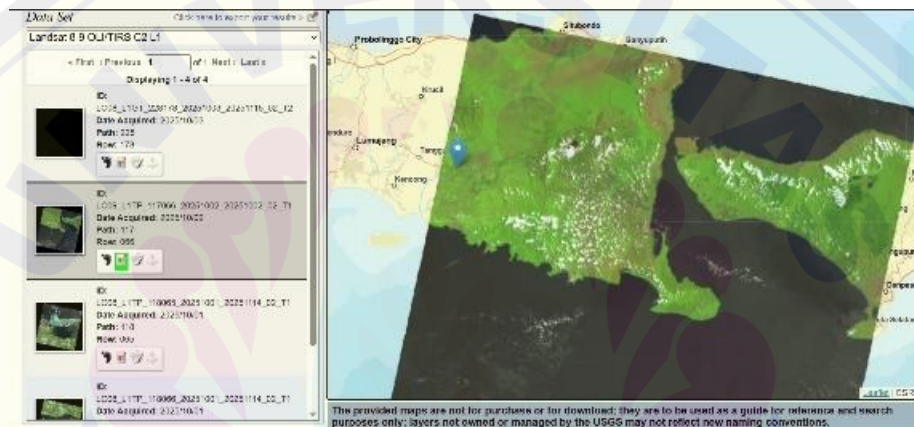
Lampiran 2. Citra Satelit



Citra Satelit Landsat 8 tanggal 15 Agustus



Citra Satelit *Landsat* 8 tanggal 7 September



Citra Satelit *Landsat* 8 tanggal 2 Oktober



Citra Satelit *Landsat* 8 tanggal 2 November

Lampiran 3. Tabulasi Data

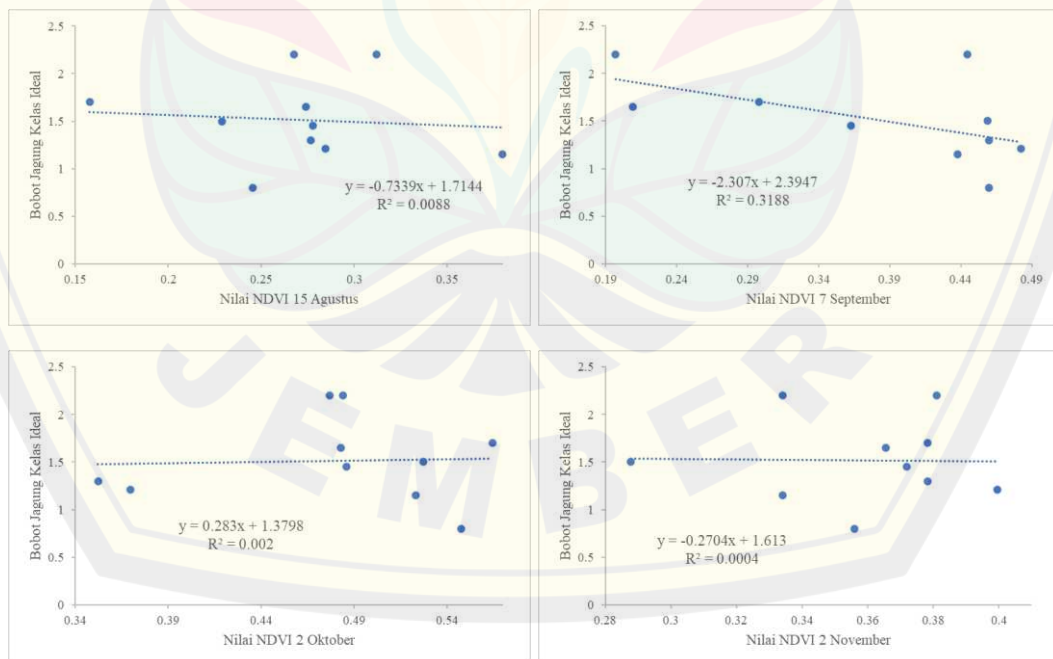
Data Groudtruth Tanaman Jagung				
Titik	Jumlah Tanaman	Jumlah Bonggol	Bobot Jagung (Kg/m)	Klasifikasi Kerapatan Individu
6	6	9	2.2	Ideal
8	7	7	1.45	
9	7	7	1.15	
10	8	9	1.65	
12	8	8	2.2	
14	8	8	1.5	
16	8	8	1.7	
19	8	8	0.8	
22	8	8	1.21	
23	8	8	1.3	
1	12	12	3.15	Rapat
3	12	12	3.05	
5	10	10	2.95	
17	12	12	3.35	
18	11	11	2.2	
20	11	11	1.6	
21	10	10	1.14	
24	12	12	2.65	
2	16	16	3.9	Sangat Rapat
4	14	14	2.85	
7	10	10	1.45	
11	13	13	1.75	
13	14	14	1.8	
15	14	14	2.75	
25	14	14	2.6	

Tabel Nilai NDVI pada Setiap Tanggal Pengamatan					
Titik	Nilai NDVI 15/8	Nilai NDVI 7/9	Nilai NDVI 2/10	Nilai NDVI 2/11	Klasifikasi Kerapatan Individu
6	0.267463297	0.197084725	0.483895272	0.38110885	Ideal
8	0.277752668	0.362794638	0.485667497	0.371922582	
9	0.379459143	0.437545806	0.523095608	0.334110081	
10	0.274150193	0.20896396	0.482586116	0.365433246	
12	0.311899364	0.444264561	0.476768166	0.334093094	
14	0.228992864	0.458903104	0.527149379	0.287743419	
16	0.157693177	0.297771156	0.564244509	0.378326416	
19	0.245273858	0.459519744	0.547425091	0.3560386	
22	0.284470677	0.482159376	0.369536787	0.39952749	
23	0.276671708	0.45985356	0.352133095	0.378280878	
1	0.173441261	0.180344254	0.53880918	0.373640358	Rapat
3	0.19564335	0.166591257	0.50161016	0.374731302	
5	0.200917035	0.201662838	0.478119135	0.3774575	
17	0.352838606	0.333982974	0.562579632	0.385136485	
18	0.322647929	0.244058371	0.505846441	0.354090512	
20	0.298280329	0.448286831	0.526009142	0.376404852	
21	0.19825469	0.423609585	0.526546419	0.417468756	
24	0.268086404	0.433522433	0.52532059	0.385956258	
2	0.306973666	0.17163159	0.543690205	0.398125917	Sangat Rapat
4	0.37209487	0.208427519	0.496943176	0.368648559	
7	0.399844408	0.364074558	0.518788397	0.34579891	
11	0.31973511	0.218397319	0.445318222	0.371210545	
13	0.283713609	0.436983973	0.47900635	0.309232712	
15	0.236946121	0.378969908	0.559560418	0.340272158	
25	0.32458514	0.340049714	0.383882672	0.356813669	

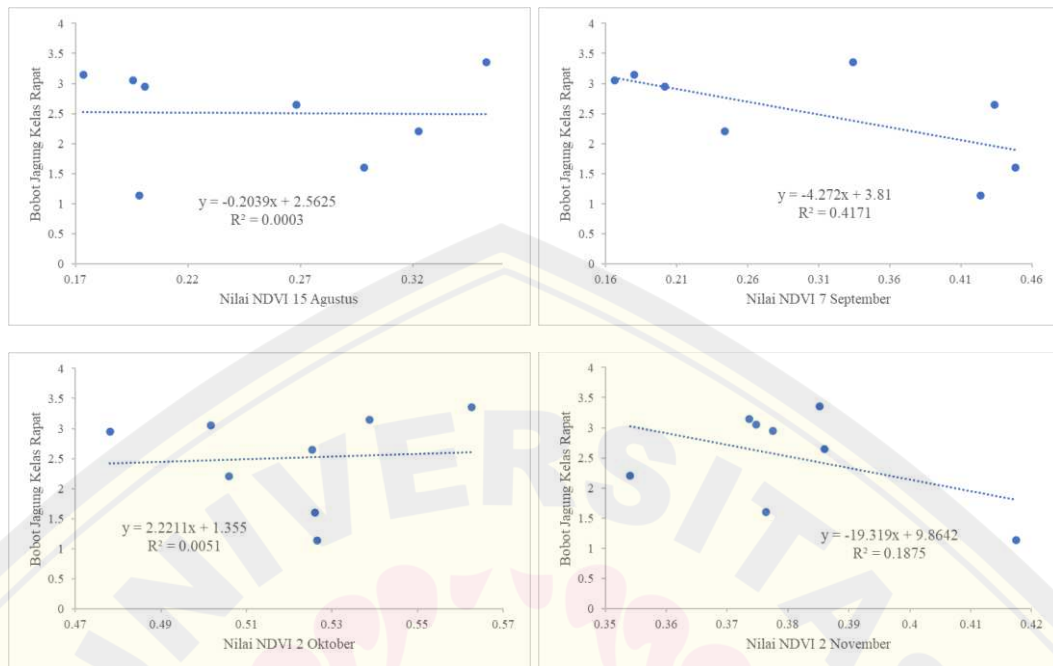
Tabel Nilai NDVI pada Setiap Tanggal Pengamatan					
Titik	Nilai CVI 15/8	Nilai CVI 7/9	Nilai CVI 2/11	Nilai CVI 2/10	Klasifikasi Kerapatan Individu
6	1.635439396	1.294989467	2.141757488	1.799363136	Ideal
8	1.713655472	1.771774888	2.030424833	1.721396327	Ideal
9	1.710428834	1.989076018	2.249631643	1.652257919	Ideal
10	1.659344196	1.455667257	2.089429855	1.695624828	Ideal
12	1.8158077	2.154535294	2.004802465	1.640557289	Ideal
14	1.7628088	2.126709461	2.363918066	1.545845151	Ideal
16	1.539093018	1.718817592	2.488851547	1.783308268	Ideal
19	1.518550634	2.147242308	2.42871809	1.711127639	Ideal
22	1.626625419	2.18745923	1.916001201	1.816270947	Ideal
23	1.622036099	2.102372169	1.796459436	1.765287519	Ideal
1	1.637812734	1.237752914	2.377240896	1.771097064	Rapat
3	1.692648053	1.231782079	2.251497507	1.767012954	Rapat
5	1.593286991	1.242622733	2.168082952	1.767356753	Rapat
17	1.700481772	1.821752548	2.473806858	1.797601342	Rapat
18	1.764400482	1.553826094	2.108061075	1.697130919	Rapat
20	1.685469866	2.088615179	2.258235455	1.772747993	Rapat
21	1.600790977	2.170465469	2.328720331	1.914538383	Rapat
24	1.611864924	2.060530901	2.325921297	1.793917775	Rapat
2	1.877513647	1.286910534	2.417246819	1.874926925	Sangat Rapat
4	1.832400441	1.276759505	2.212752581	1.734109521	Sangat Rapat
7	1.912177324	1.837798834	2.22133112	1.672459483	Sangat Rapat
11	1.911664844	1.352713346	1.896913648	1.762915373	Sangat Rapat
13	1.728302836	2.071557522	2.126239777	1.573977828	Sangat Rapat
15	1.760227919	1.941794753	2.54975605	1.654222488	Sangat Rapat
25	1.840499163	1.820174098	1.859750867	1.733499289	Sangat Rapat

Lampiran 4. Hasil Analisis Data

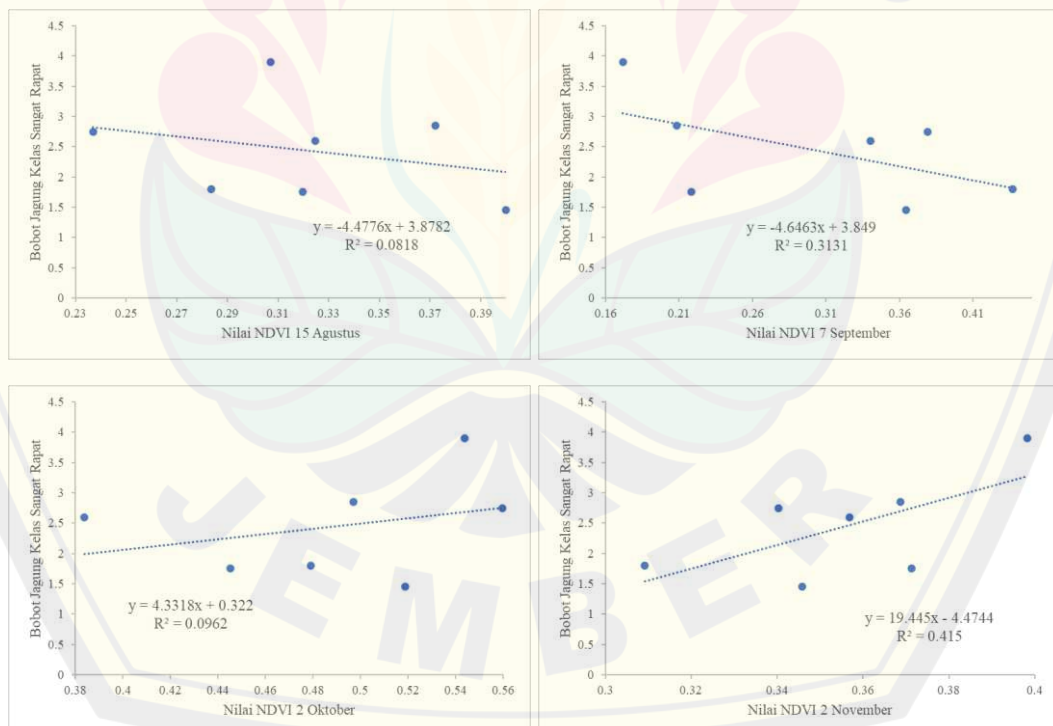
a. Grafik regresi linear NDVI terhadap bobot jagung kelas ideal



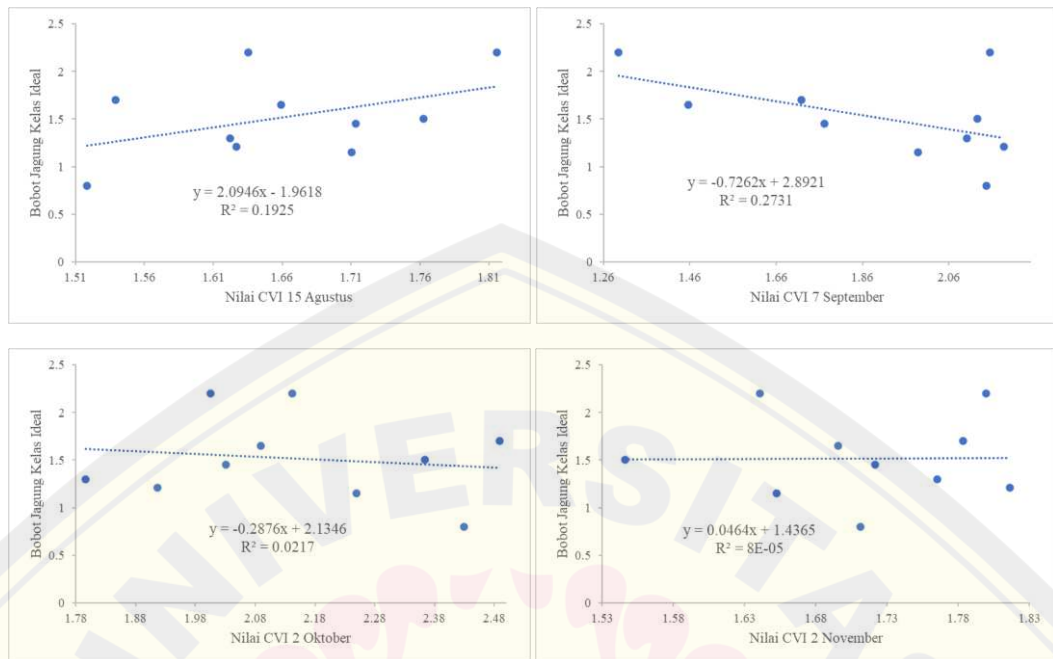
b. Grafik regresi linear NDVI terhadap bobot jagung kelas rapat



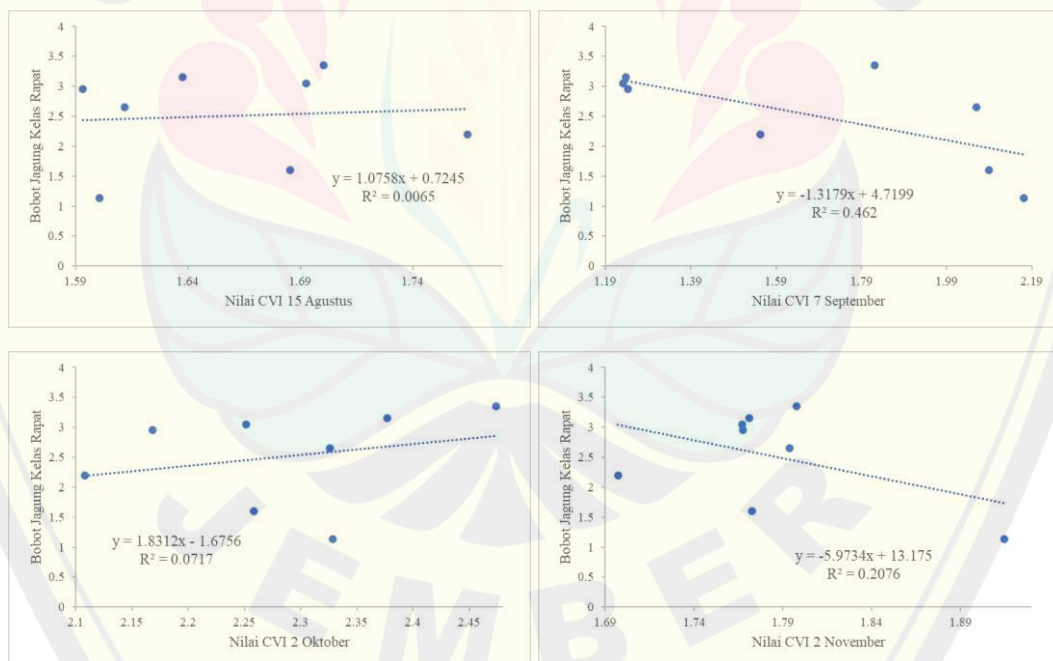
c. Grafik regresi linear NDVI terhadap bobot jagung kelas sangat rapat



d. Grafik regresi linear CVI terhadap bobot jagung kelas ideal



e. Grafik regresi linear CVI terhadap bobot jagung kelas rapat



f. Grafik regresi linear CVI terhadap bobot jagung kelas sangat rapat

