

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, variabilitas iklim dapat dipengaruhi oleh fenomena El Nino dan La Nina, yang secara kolektif disebut sebagai El Nino-Southern Oscillation (ENSO) (Nur'utami & Hidayat, 2016). El Nino ditandai dengan peningkatan suhu ekuator di Pasifik tengah dan timur, sedangkan La Nina ditandai dengan pendinginan suhu permukaan laut di wilayah yang sama (Damette et al., 2024). Dampak dari kedua fenomena ini tersebar luas secara global dan memengaruhi pola curah hujan dan suhu udara di berbagai negara di dunia (Santoso et al., 2017). ENSO telah diakui secara luas sebagai faktor utama dalam ketidakpastian pola musiman, karena dapat menyebabkan curah hujan yang ekstrem selama La Nina dan kekeringan yang berkepanjangan selama El Nino (Arjasakusuma et al., 2018; Kurniadi et al., 2021). Ketidakpastian pola musim akibat ENSO dapat mengganggu stabilitas ekosistem (Wang et al., 2020).

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika melaporkan bahwa pada bulan Juli hingga September 2022, di bawah pengaruh La Nina, curah hujan di Indonesia akan lebih tinggi daripada rata-rata jangka panjang 30 tahunan, dengan awal musim hujan yang lebih awal, terutama di Jawa, Sulawesi, Kalimantan, Maluku, Papua, dan Sumatera bagian selatan (BMKG, 2022). Tahun berikutnya, dari bulan Juli hingga September pada tahun 2023 di bawah pengaruh El Nino, Indonesia mengalami kondisi yang lebih kering daripada kondisi normal, dengan curah hujan turun 30% di bawah normal, terutama di Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Sulawesi (BMKG, 2023). Berdasarkan hal tersebut, Kabupaten Gowa yang terletak di Sulawesi Selatan tentu tidak terlepas dari kedua fase ENSO tersebut yang dapat mempengaruhi variabilitas iklim di wilayah ini. Seiring dengan meningkatnya frekuensi dan intensitas fenomena ENSO akibat perubahan iklim global (Mishra et al., 2022). Pemahaman yang lebih mendalam mengenai bagaimana La Nina dan El Nino mempengaruhi variabilitas iklim secara berbeda di suatu wilayah, terutama di tingkat lokal, sangat penting untuk mengantisipasi dampaknya di masa depan.

Salah satu aspek yang dapat mencerminkan pengaruh ENSO terhadap variabilitas iklim adalah respon yang diberikan oleh ekosistem. Salah satu komponen ekosistem yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap variabilitas iklim adalah vegetasi (Bao et al., 2021). Selain itu, informasi mengenai bagaimana pertumbuhan vegetasi dipengaruhi oleh variabilitas iklim masih sangat dibutuhkan (Le, 2023), karena belum dibahas secara komprehensif, terutama berdasarkan sebaran spasial dan temporal (Sun et al., 2022). Teknologi penginderaan jauh memungkinkan analisis spasial dan temporal yang tidak dapat dilakukan dengan metode konvensional, sehingga dapat memberikan data yang akurat mengenai variabilitas vegetasi (Xu et al., 2024). Metode Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan salah satu pendekatan dalam penginderaan jauh yang banyak digunakan untuk memantau dinamika vegetasi (X. Li et al., 2024). NDVI sangat berguna dalam memahami dinamika vegetasi, seperti memantau kesehatan dan produktivitas tanaman secara spasial dan temporal (Zhihao & Fang, 2024). Oleh karena itu, analisis NDVI dapat digunakan untuk melihat bagaimana dinamika vegetasi merespon variabilitas iklim pada saat fase La Nina dan El Nino di Kabupaten Gowa.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melihat bagaimana ENSO mempengaruhi variabilitas iklim di berbagai wilayah (Zhu et al., 2021; Sarvina, 2023;

Stuecker, 2023). Namun, masih terdapat keterbatasan dalam memahami bagaimana ENSO khususnya pada fase La Nina di tahun 2022 dan El Nino di tahun 2023 mempengaruhi variabilitas iklim secara berbeda di tingkat lokal seperti Kabupaten Gowa dengan melihat dinamika vegetasi melalui NDVI. Hal ini didukung oleh Wiel & Bintanja (2021) penelitiannya menyimpulkan bahwa di banyak wilayah, variabilitas iklim masih belum dipahami dengan baik secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini dapat berkontribusi untuk mengisi kesenjangan tersebut. Memahami bagaimana ENSO mempengaruhi variabilitas iklim di tingkat lokal menjadi penting karena dapat mempengaruhi pola curah hujan dan suhu udara yang dapat berimplikasi pada ketidakstabilan ekosistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika vegetasi berbasis NDVI yang dapat menjadi indikator perbedaan variabilitas iklim pada saat fase La Nina dan El Nino di Kabupaten Gowa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris bagaimana pengaruh ENSO khususnya La Nina dan El Nino mempengaruhi variabilitas iklim di Kabupaten Gowa secara berbeda, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menyusun strategi mitigasi dan adaptasi di masa mendatang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana dinamika vegetasi berdasarkan NDVI sebagai indikator perbedaan variabilitas iklim pada saat La Nina tahun 2022 dan El Nino tahun 2023 di Kabupaten Gowa?
2. Bagaimana hubungan antara variabilitas iklim dengan vegetasi berdasarkan NDVI pada saat La Nina tahun 2022 dan El Nino Tahun 2023 di Kabupaten Gowa?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dinamika vegetasi berdasarkan NDVI sebagai indikator perbedaan variabilitas iklim pada saat La Nina tahun 2022 dan El Nino tahun 2023 di Kabupaten Gowa.
2. Menganalisis hubungan antara variabilitas iklim terhadap vegetasi berdasarkan NDVI pada saat La Nina tahun 2022 dan El Nino Tahun 2023 di Kabupaten Gowa.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

1. Parameter Iklim yang Dianalisis
Penelitian ini berfokus pada suhu dan curah hujan sebagai variabel utama untuk menggambarkan variabilitas iklim dalam memahami dinamika vegetasi.
2. Metode Penggunaan NDVI
Studi ini menggunakan metode NDVI sebagai pendekatan utama dalam menilai dinamika vegetasi.
3. Fokus Geografis dan Temporal
Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Manuju dan Parangloe sebagai representatif Kabupaten Gowa, dengan analisis dilakukan pada dua fase ENSO, yaitu La Nina 2022 dan El Nino 2023, masing-masing selama tiga bulan.

1.5. Batasan Penelitian

1. Keterbatasan Variabel yang Dipertimbangkan

Studi ini tidak memasukkan faktor lingkungan lain seperti elevasi, kelembaban udara, dan lama penyinaran matahari, yang berpotensi memengaruhi dinamika vegetasi.

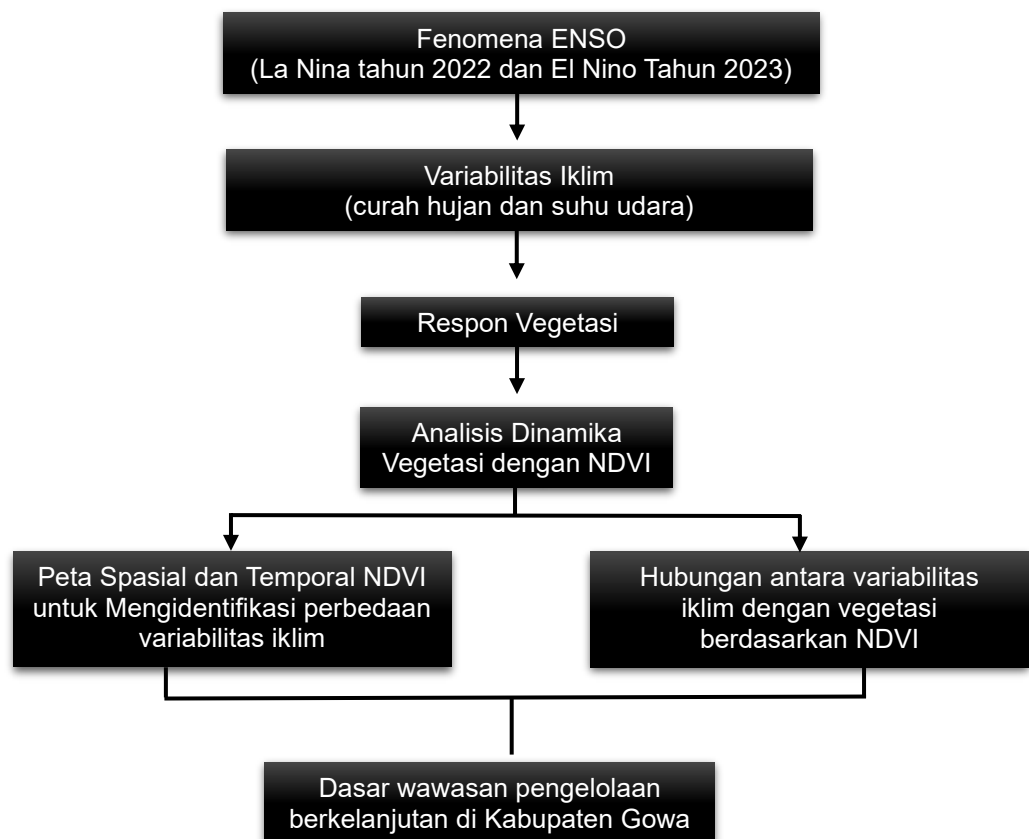
2. Tidak Ada Validasi Lapangan

Hasil analisis NDVI dalam penelitian ini bersifat estimatif, karena tidak dilakukan validasi data lapangan untuk meningkatkan akurasi dan reliabilitas hasil.

3. Keterbatasan Periode Pengamatan

Data yang digunakan hanya mencakup tiga bulan dalam setiap fase ENSO, sehingga tidak sepenuhnya menangkap dinamika vegetasi dalam jangka waktu yang lebih panjang.

1.6. Kerangka Konseptual

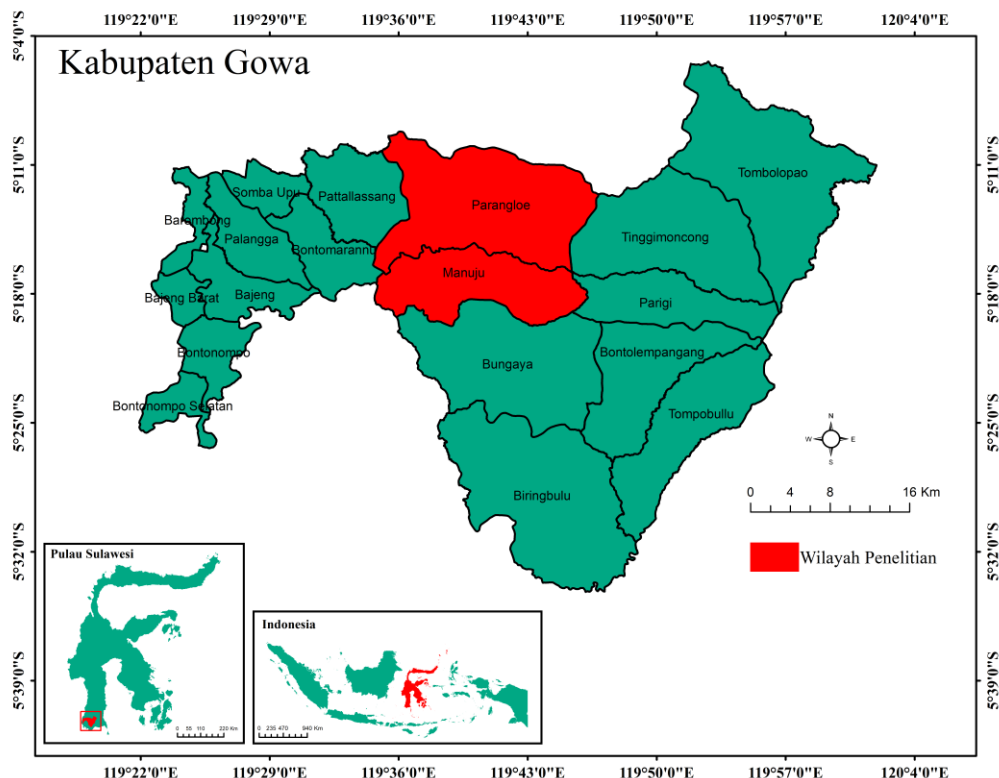


Gambar 1. Kerangka konseptual

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai Desember 2024. Kabupaten Gowa merupakan salah satu wilayah Indonesia yang terkena dampak dari fenomena iklim ENSO, yaitu La Nina pada tahun 2022 dan El Nino pada tahun 2023 berdasarkan informasi yang dikeluarkan oleh BMKG. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. sebagai bagian dari Kabupaten Gowa, Kecamatan Manuju dan Parangloe yang menjadi wilayah fokus penelitian terletak pada koordinat 5°20'45" LS, 119°43'06" BT dan 5°18'12" LS, 119°47'48" BT. Kabupaten Gowa terdiri dari 18 kecamatan. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam cakupan wilayah studi yang perlu diperhatikan. Penelitian ini hanya mencakup dua kecamatan, yaitu Kecamatan Manuju dan Kecamatan Parangloe. Hal ini didasarkan pada dua alasan utama. Pertama, citra satelit Sentinel-2A yang digunakan dalam penelitian ini, pada fase La Nina tahun 2022 (Juli-September) dan fase El Nino tahun 2023 (Juli-September), menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan di Kabupaten Gowa tertutup awan, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan analisis spasial dan temporal NDVI di seluruh kecamatan secara akurat dan konsisten. Kedua, sebagian besar kecamatan lainnya didominasi oleh dua jenis tutupan lahan, yaitu pemukiman



Gambar 2. Peta Wilayah Penelitian

dan lahan pertanian, yang membatasi analisis dinamika vegetasi secara keseluruhan.

Kecamatan Manuju dan Parangloe dipilih karena selama periode pengamatan, kedua wilayah tersebut tidak tertutup awan seperti yang terlihat pada citra satelit yang dianalisis. Selain itu, kedua wilayah ini didominasi oleh berbagai jenis vegetasi, sehingga analisis yang dilakukan lebih sesuai dengan tujuan penelitian. Berbagai jenis vegetasi yang mendominasi di kedua kecamatan tersebut antara lain hutan, semak belukar dan rerumputan, serta lahan pertanian. Hal ini menjadikan kedua kecamatan tersebut sebagai model yang representatif untuk memahami pola dinamika vegetasi yang relevan dengan ekosistem secara keseluruhan di Kabupaten Gowa. Meskipun penelitian ini terbatas pada dua kecamatan, namun hasil yang diperoleh tetap relevan untuk memahami dinamika vegetasi sebagai indikator perbedaan variabilitas iklim di Kabupaten Gowa pada fase La Nina dan El Nino.

2.2. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pemilihan jenis deskriptif dan pendekatan kuantitatif ini untuk memberikan pemahaman yang jelas dan terukur untuk mengidentifikasi perbedaan variabilitas iklim pada fase La Nina dan El Nino di kabupaten gowa melalui analisis dinamika vegetasi berbasis NDVI. Hasilnya diharapkan dapat menjadi dasar wawasan pengelolaan berkelanjutan di wilayah ini dalam menghadapi variabilitas iklim akibat ENSO.

2.3. Pengumpulan Data

2.3.1. Citra Satelit

Informasi metadata dari citra satelit yang diunduh dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel ini berisi informasi mengenai semua citra yang dianalisis dalam penelitian ini.

Tabel 1. Fitur Karakteristik Data Satelit Sentinel-2 L2A

Nama	Level	Tanggal	Band	Resolusi
T50MQV_20220728T022341_B04	2A	28/07/2022	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20220822T022341_B04	2A	22/08/2022	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20220911T022341_B04	2A	11/09/2022	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20230728T022331_B04	2A	28/07/2023	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20230827T022331_B04	2A	27/08/2023	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20230911T022331_B04	2A	26/09/2023	4 (Red)	10 meter
T50MQV_20220728T022341_B08	2A	28/07/2022	8 (NIR)	10 meter
T50MQV_20220822T022341_B08	2A	22/08/2022	8 (NIR)	10 meter
T50MQV_20220911T022341_B08	2A	11/09/2022	8 (NIR)	10 meter
T50MQV_20230728T022331_B08	2A	28/07/2023	8 (NIR)	10 meter
T50MQV_20230827T022331_B08	2A	27/08/2023	8 (NIR)	10 meter
T50MQV_20230926T022331_B08	2A	26/09/2023	8 (NIR)	10 meter

Sandera & Stych, (2020) mendeskripsikan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan, citra satelit Sentinel-2 memiliki resolusi terbaik, baik secara spasial maupun temporal dalam memantau perubahan berbagai tipe

vegetasi. Galar et al., (2019) dalam penelitiannya juga mendeskripsikan bahwa semakin tinggi resolusi dari sebuah citra satelit akan memberikan hasil analisis yang lebih mendetail.

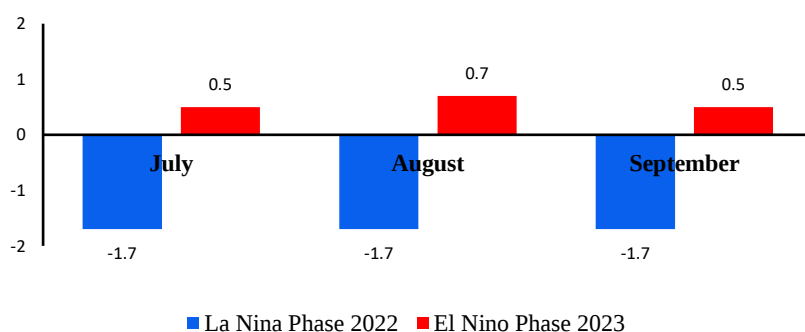
2.3.3. Tipe Vegetasi Tutupan Lahan

Data tipe vegetasi tutupan lahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari laman website [Esri Land Cover](#). ESRI Land Cover menyediakan data berbasis penginderaan jauh dengan resolusi global, yang diperbarui setiap tahun. Data ini digunakan sebagai referensi untuk memetakan kondisi tutupan lahan di wilayah penelitian, yaitu Kecamatan Manuju dan Parangloe, Kabupaten Gowa. Data tersebut diunduh dalam format shapefile (shp) untuk memudahkan analisis spasial dan integrasi dengan perangkat lunak ArcGIS. Data shapefile tutupan lahan dari ESRI Land Cover diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Proses pengolahan meliputi:

1. Pemotongan (clipping) data sesuai dengan batas wilayah administrasi penelitian.
2. Melakukan koreksi dan mengklasifikasikan berdasarkan kategori tutupan lahan yang relevan dengan penelitian.
3. Integrasi data tutupan lahan dengan indeks NDVI untuk analisis pola spasial vegetasi selama periode La Nina 2022 dan El Nino 2023.

2.3.4. Kondisi ENSO (fase La Nina di tahun 2022 dan fase El Nino di tahun 2023)

Multivariate ENSO Index (MEI) digunakan untuk memberikan informasi terkait kejadian ENSO khususnya La Nina dan El Nino yang dapat mempengaruhi variabilitas iklim. Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa pada tahun 2022 di bulan Juli-September terjadi kondisi La Nina, sedangkan pada tahun 2023 di bulan Juli-September terjadi kondisi El Nino. Nilai untuk setiap bulannya didapatkan langsung dari data yang diberikan oleh NOAA tanpa melalui proses perhitungan.



Gambar 3. Grafik Multivariate ENSO Indeks (MEI)

Source: [National Oceanic and Atmospheric Administration \(NOAA\)](#)

Multivariate ENSO Indeks (MEI) adalah metode yang di gunakan untuk mengukur intensitas El Nino-Southern Oscillation (ENSO). MEI di anggap sebagai indeks yang paling komprehensif untuk memantau ENSO karena menggabungkan

analisis terhadap enam parameter meteorologi yang berbeda yang diukur di Pasifik tropis (Mazzarella et al., 2010).

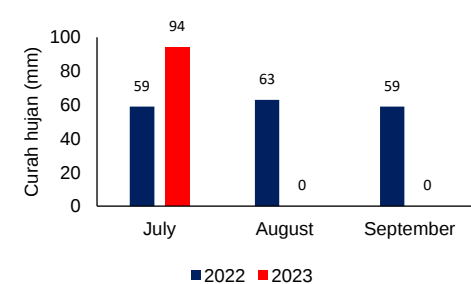
2.3.5. Parameter Iklim

Pada penelitian ini, dua parameter iklim yang digunakan sebagai acuan karena berkaitan dengan kondisi ENSO, yaitu curah hujan dan suhu udara (Chueasa et al., 2024; Kemarau & Eboy, 2021). Rata-rata curah hujan dan suhu udara dapat dilihat pada tabel 2. Data parameter iklim yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) melalui mekanisme permintaan resmi sesuai dengan prosedur kelembagaan yang berlaku. Data ini tidak dapat diakses oleh publik melalui website BMKG karena adanya peraturan mengenai pendistribusian data resmi untuk memastikan validitas dan tata kelola sesuai dengan kebijakan nasional. Permintaan data dilakukan melalui institusi akademik dengan mengisi formulir resmi, surat permohonan yang menjelaskan tujuan penggunaan data, dan persetujuan dari pihak-pihak terkait di BMKG. Proses ini bertujuan untuk memastikan transparansi, akurasi, dan kredibilitas data yang digunakan dalam penelitian ini.

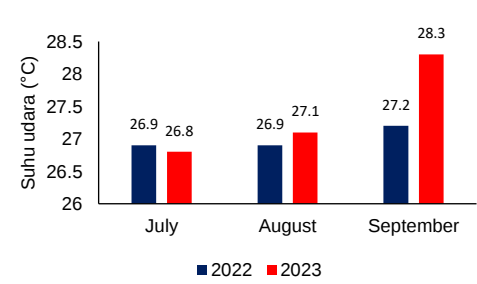
Tabel 2. Parameter iklim

ENSO	Parameter Iklim	Juli	Agustus	September
Fase La Nina 2022	Rata-rata curah hujan (mm)	59	63	59
	Rata-rata suhu udara (°C)	26.9	26.9	27.2
Fase El Nino 2023	Rata-rata curah hujan (mm)	94	0	0
	Rata-rata suhu udara (°C)	26.8	27.1	28.3

Source: [Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika](#) (BMKG)



Gambar 4. Grafik rata-rata curah hujan



Gambar 5. Grafik rata-rata suhu udara

Kedua parameter ini berfungsi sebagai indikator utama variabilitas iklim yang grafik nilainya dapat dilihat pada gambar 4 dan 5. Informasi pada kedua grafik tersebut digunakan untuk menggambarkan variabilitas iklim pada bulan Juli-

September 2022 selama fase La Nina dan bulan-bulan yang sama pada tahun 2023 selama fase El Nino. Data dari kedua parameter ini memberikan gambaran bagaimana variabilitas iklim yang disebabkan oleh ENSO muncul di wilayah penelitian.

2.4. Pemrosesan Data

Pada penelitian ini, analisis NDVI dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8 dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2. Tahapan pengolahan diawali dengan pengumpulan citra Sentinel-2 dari sumber data resmi sesuai dengan periode pengamatan. Selanjutnya, dilakukan pra-pemrosesan, seperti pemotongan area sesuai dengan batas-batas wilayah studi. Setelah itu, nilai reflektan dari saluran spektral yang relevan diekstraksi untuk menghasilkan peta NDVI. Proses ini dilakukan di ArcGIS 10.8 dengan menggunakan fitur Raster Calculator untuk mengolah nilai piksel dari citra yang telah dikoreksi. Hasil perhitungan kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta tematik yang menunjukkan variasi nilai NDVI. Setelah itu, dilakukan analisis untuk melihat perubahan luasan berdasarkan klasifikasi NDVI selama periode pengamatan.

2.4.1. Perhitungan NDVI

NDVI merupakan indeks vegetasi yang paling umum digunakan untuk menggambarkan tingkat kehijauan vegetasi karena indeks ini sensitif terhadap kelimpahan klorofil dan daun yang aktif secara fotosintesis (Martinez & Labib, 2023). Rumus NDVI dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Dimana NIR mewakili band Nir Infrared dan RED mewakili band Merah (Mehmood et al., 2024). Pada Sentinel-2A di hitung dengan rumus berikut:

$$NDVI = \frac{Band\ 8 - Band\ 4}{Band\ 8 + Band\ 4}$$

2.4.2. Klasifikasi NDVI

Klasifikasi citra adalah metode yang digunakan untuk mengelompokkan piksel, objek, atau bagian dari sebuah gambar ke dalam kategori tertentu, dimana salah satu penerapannya dalam citra satelit adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan perubahan pada tutupan atau penggunaan lahan dari waktu ke waktu (Ambarwari, 2023). Pada analisis NDVI, kepadatan indeks vegetasi dapat dilihat dari rentang nilai -1 hingga +1, dimana secara umum nilai indeks yang lebih besar menunjukkan kesehatan dan kepadatan yang lebih baik dibandingkan nilai yang lebih kecil, dan dapat digunakan sebagai data primer karena memiliki korelasi yang positif terhadap kondisi lapangan (Akbar et al., 2020). Rentang Klasifikasi Nilai NDVI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rentang Klasifikasi Nilai NDVI

Kelas	Klasifikasi	Rentang NDVI
1	Badan air	$\text{NDVI} \leq 0$
2	Tidak bervegetasi	$0 < \text{NDVI} \leq 0.2$
3	Indeks Vegetasi Rendah	$0.2 < \text{NDVI} \leq 0.3$
4	Indeks Vegetasi Sedang	$0.3 < \text{NDVI} \leq 0.5$
5	Indek Vegetasi Tinggi	$0.5 < \text{NDVI} \leq 1$

Klasifikasi NDVI dalam penelitian ini disesuaikan berdasarkan analisis citra Sentinel-2 di wilayah studi. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- Mengkaji ulang klasifikasi NDVI, penelitian-penelitian sebelumnya (Amanollahi et al., 2012; Atun et al., 2020; Aquino et al., 2018; Aziz et al., 2018; Bid, 2016) yang telah dibandingkan untuk melihat perbedaan batasan klasifikasi NDVI.
- Ekstraksi nilai NDVI, nilai NDVI dikumpulkan dari lokasi referensi menggunakan klasifikasi tersedia di ArcGIS 10.8.
- Penyesuaian Nilai Batas, distribusi nilai NDVI dianalisis untuk menentukan batas klasifikasi yang lebih sesuai dengan kondisi wilayah studi.
- Klasifikasi akhir, berdasarkan analisis, menetapkan lima kategori utama: badan air ($\text{NDVI} \leq 0$); Tidak ada vegetasi ($0 < \text{NDVI} \leq 0,2$); Indeks vegetasi rendah ($0,2 < \text{NDVI} \leq 0,3$); Indeks vegetasi sedang ($0,3 < \text{NDVI} \leq 0,5$); Indeks vegetasi tinggi ($0,5 < \text{NDVI} \leq 1$). Penyesuaian ini memastikan bahwa klasifikasi NDVI yang digunakan lebih akurat merepresentasikan kondisi vegetasi di wilayah studi.

2.4.3. Interpretasi Citra

Interpretasi citra penginderaan jauh mengikuti tahap pemrosesan citra dan mewakili proses membaca dan menganalisis citra satelit (Seidlova et al., 2021). Dalam penelitian ini interpretasi citra bertujuan untuk melihat dinamika vegetasi berdasarkan NDVI dari hasil analisis citra satelit guna mengidentifikasi perubahan dan perbedaan selama La Nina tahun 2022 dan El Nino tahun 2023 di Kecamatan Manuju dan Parangloe Kabupaten Gowa.

2.5. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini pendekatan yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda, dengan langkah awal menguji multikolinearitas guna memastikan tidak adanya hubungan yang terlalu kuat antarvariabel independen. Setelah itu, dilakukan penyusunan persamaan regresi linear berganda untuk menggambarkan hubungan matematis antarvariabel

2.5.1 Uji Multikolinearitas

Penelitian ini melakukan uji multikolinearitas yang fungsinya untuk mengidentifikasi hubungan linear antar variabel independen (Shrestha, 2020). Uji ini dilakukan dengan melihat nilai variance inflation factor (VIF), dengan kriteria nilai $\text{VIF} < 5$ (Akinwande et al., 2015). Uji multikolinieritas dilakukan dengan menghitung Variance Inflation Factor (VIF) untuk variabel Curah Hujan (X_1) dan Suhu Udara (X_2).

VIF dihitung berdasarkan koefisien determinasi (R^2) regresi antara variabel independen, dengan model:

$$\text{Regresi 1: } X_1 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \varepsilon$$

$$\text{Regresi 2: } X_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

Dimana:

X_1 = Curah hujan

X_2 = Suhu udara

β_0 = Intercep

β_1 = Koefisien Regresi

ε = Residual

Setelah mendapatkan R^2 dari masing-masing regresi, nilai VIF dihitung dengan menggunakan rumus formula:

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

Dimana:

VIF_i = Variance Inflation Factor untuk variabel i

R_i^2 = Koefisien determinasi dari regresi variabel i terhadap variabel lain

Nilai rata-rata curah hujan dan suhu udara untuk setiap bulan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata curah hujan dan suhu udara

Tahun	Bulan	Curah hujan (mm)	Suhu udara (°C)
2022	Juli	59	26.9
2022	Agustus	63	26.9
2022	September	59	27.2
2023	Juli	94	26.8
2023	Agustus	0	27.1
2023	September	0	28.3

2.5.2. Analisis Regresi Linier Berganda

Model regresi yang melibatkan satu variabel dependen dan lebih dari satu variabel independen disebut regresi linier berganda (Uyanik & Guler, 2013). Analisis ini memungkinkan untuk mengukur sejauh mana setiap variabel independen (curah hujan dan suhu udara) mempengaruhi variabel dependen (luasan vegetasi pada NDVI). Model regresi linier berganda dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

Dimana:

$\hat{Y}$ = Area Vegetasi

β_0 = Intersep garis pada sumbu $\hat{Y}$

β_1, β_2 = Koefisien regresi garis berganda

X_1 = Curah hujan

X_2 = Suhu Udara

Selanjutnya, perhitungan R^2 , Adjusted R^2 , dan F-Statistics digunakan untuk mengevaluasi kualitas model regresi linier berganda dalam menjelaskan hubungan

antara curah hujan dan suhu udara terhadap vegetasi. Koefisien determinasi (R^2) menunjukkan sejauh mana curah hujan dan suhu udara dapat menjelaskan variasi dalam vegetasi. Nilai R^2 dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{total}}$$

dimana:

SS_{res} = Jumlah Kuadrat Sisa

SS_{total} = Jumlah Kuadrat Total

Nilai R^2 berkisar antara 0 sampai 1, dimana nilai yang mendekati 1 menunjukkan bahwa model regresi sangat baik dalam menjelaskan variasi data. Karena jumlah variabel independen dalam model dapat mempengaruhi nilai R^2 , maka digunakan Adjusted R^2 untuk menyesuaikan pengaruh jumlah variabel tersebut. Perhitungannya adalah:

$$R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{(1 - R^2)(n - 1)}{n - k - 1} \right)$$

dimana:

n = jumlah pengamatan (jumlah data)

k = jumlah variabel independen dalam model

Adjusted R^2 lebih akurat dalam mengevaluasi model regresi, terutama jika jumlah variabel independen meningkat. Untuk menilai signifikansi model secara keseluruhan, digunakan uji F-Statistic, yang dihitung dengan rumus:

$$F = \frac{MSR}{MSE} = \frac{(SS_{reg}/k)}{(SS_{res}/(n - k - 1))}$$

dimana:

SS_{reg} = Jumlah Kuadrat Regresi

SS_{res} = Jumlah Kuadrat Residual

MSR = Regresi Kuadrat Rata-rata

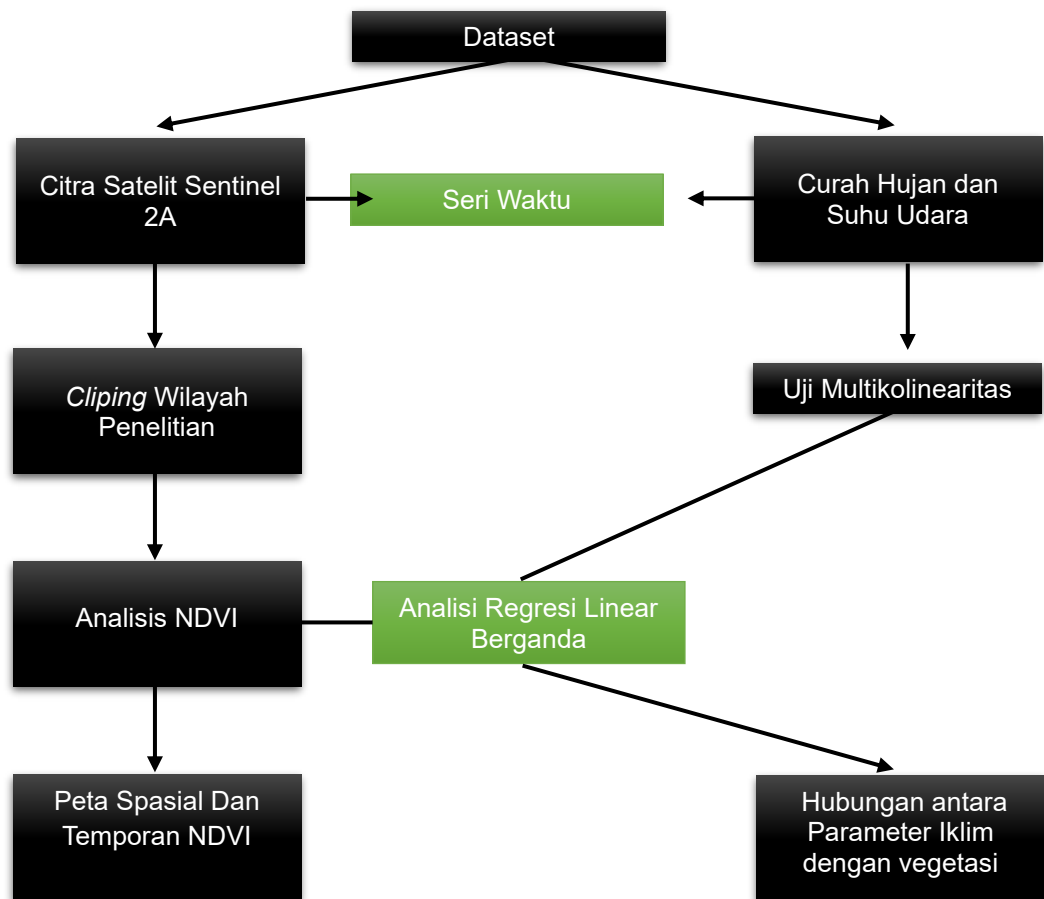
MSE = Kesalahan Kuadrat Rata-rata

n = jumlah observasi

k = jumlah variabel independen

Statistik F untuk mengetahui apakah variabel independen secara simultan (keseluruhan) signifikan terhadap variabel dependen (Sureiman & Mangera, 2020). Dalam pengujian ini Fhitung (Sig) dibandingkan dengan Ftabel pada tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 5\%$ dengan ketentuan jika $\text{sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak (nyata). Jika $\text{sig} > 0,05$ maka H_0 diterima (tidak nyata).

2.6. Diagram Alir Proses Metodologi



Gambar 6. Diagram alir metodologi penelitian