

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan/ Desain Penelitian**

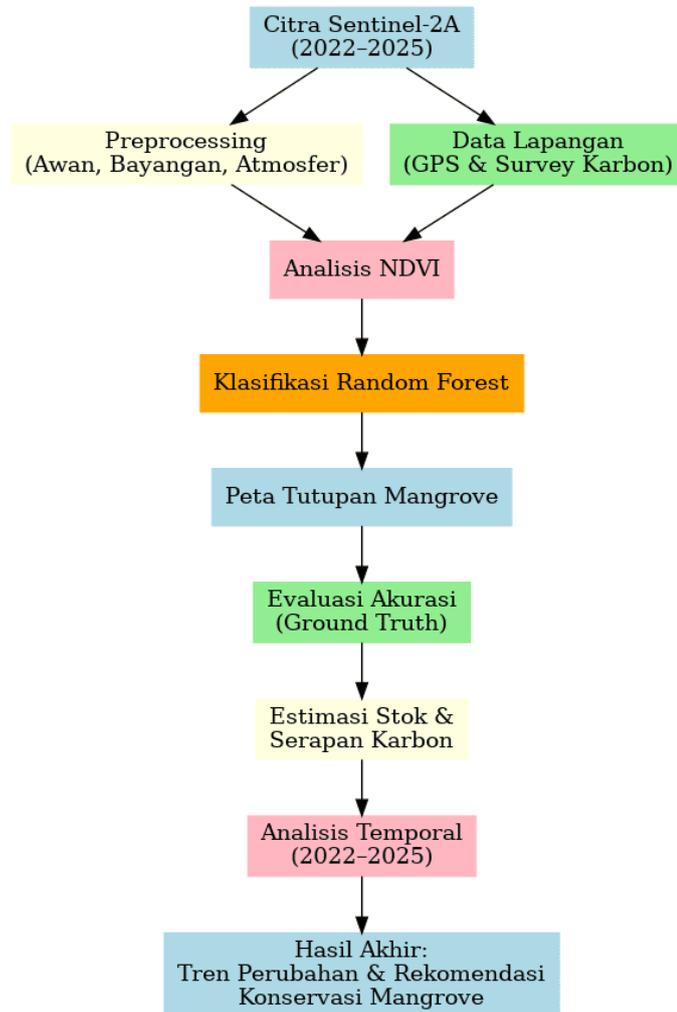
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif dan analisis spasial-temporal berbasis citra satelit. Pendekatan kuantitatif dipilih untuk menghasilkan estimasi yang terukur terkait perubahan tutupan vegetasi mangrove dan potensi serapan karbon, sehingga hasil penelitian dapat dijadikan dasar ilmiah bagi perencanaan konservasi dan mitigasi perubahan iklim. Analisis deskriptif memberikan gambaran kondisi tutupan mangrove, tren perubahan vegetasi, dan distribusi potensi serapan karbon secara kuantitatif, memudahkan interpretasi data secara sistematis dan logis.

Desain penelitian bersifat longitudinal dengan pemantauan tutupan mangrove dan estimasi karbon dilakukan secara temporal pada periode 2022 hingga 2025. Citra multispektral Sentinel-2A digunakan sebagai sumber data utama, dianalisis menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk menilai kesehatan dan densitas vegetasi. Algoritma Random Forest diterapkan untuk klasifikasi tutupan mangrove secara presisi. Platform Google Earth Engine (GEE) digunakan untuk pemrosesan citra skala luas, memungkinkan analisis cepat, efisien, dan akurat.

Pendekatan integrated assessment diterapkan dengan menggabungkan hasil klasifikasi vegetasi, nilai NDVI, dan estimasi stok karbon, menghasilkan informasi komprehensif tentang ekosistem mangrove di Sukawali. Metode ini memungkinkan identifikasi kondisi saat ini, perubahan temporal, dan potensi serapan karbon secara berkelanjutan. Analisis data dilakukan secara sistematis melalui tahapan preprocessing citra, klasifikasi, evaluasi akurasi, perhitungan indeks vegetasi, dan estimasi stok karbon. Proses tersebut menjamin validitas, reliabilitas, dan ketepatan ilmiah hasil penelitian.

### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan analisis spasial-temporal untuk memetakan perubahan tutupan vegetasi mangrove serta estimasi potensi serapan karbon di Sukawali, Kabupaten Tangerang. Data diperoleh dari citra multispektral Sentinel-2A yang dianalisis menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk menilai kesehatan dan densitas vegetasi, sementara klasifikasi tutupan mangrove dilakukan dengan algoritma Random Forest agar hasilnya presisi. Pemrosesan dan analisis citra dilakukan menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE) yang memungkinkan pengolahan data skala luas secara cepat dan efisien. Tahapan penelitian mencakup seleksi citra sesuai periode 2022–2025, preprocessing untuk menghilangkan awan, bayangan, dan gangguan atmosfer, klasifikasi tutupan vegetasi, evaluasi akurasi dengan data lapangan, serta estimasi stok dan serapan karbon berdasarkan hasil klasifikasi dan nilai NDVI. Analisis temporal dilakukan untuk menilai tren perubahan vegetasi setiap tahun dan potensi serapan karbon secara berkelanjutan. Pendekatan ini mengintegrasikan data satelit, algoritma klasifikasi, analisis NDVI, dan survei lapangan sehingga memastikan validitas, reliabilitas, dan relevansi hasil penelitian sebagai dasar pengambilan keputusan dalam konservasi mangrove serta mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir Sukawali.



**Gambar 3. 1 Ilustrasi Pengambilan Data**

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dimulai dengan seleksi citra Sentinel-2A periode 2022–2025 dengan kriteria tutupan awan kurang dari 10%, dilanjutkan dengan preprocessing berupa masking awan, bayangan, dan koreksi atmosferik. Setelah itu dilakukan perhitungan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (untuk menilai kesehatan dan kerapatan vegetasi mangrove). Tahap berikutnya adalah klasifikasi tutupan mangrove menggunakan algoritma Random Forest sehingga diperoleh peta tutupan mangrove dengan kategori dense, sparse, dan non-mangrove. Validasi hasil klasifikasi dilakukan melalui survei lapangan (ground truthing) dengan GPS dan perhitungan matriks konfusi guna menilai akurasi. Selanjutnya, estimasi stok dan serapan karbon dilakukan berdasarkan nilai NDVI serta hasil klasifikasi dengan mengacu pada faktor alometrik mangrove.

Terakhir, analisis spasial-temporal dilakukan untuk membandingkan perubahan luas vegetasi tiap tahun (2022, 2023, 2024, 2025) sekaligus menghitung tren potensi serapan karbon secara berkelanjutan.

### **3.3 Teknik Penelitian**

#### **3.3.1 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggabungkan sumber data primer dan sekunder untuk memperoleh informasi yang valid dan komprehensif mengenai tutupan mangrove dan potensi serapan karbon di Sukawali, Kabupaten Tangerang.

##### **1. Data Primer**

Data primer dikumpulkan melalui survei lapangan untuk validasi hasil klasifikasi, termasuk pengukuran kondisi fisik mangrove, identifikasi jenis spesies, serta observasi tingkat degradasi dan vegetasi baru. Setiap titik pengambilan data lapangan dicatat menggunakan GPS untuk memastikan koordinat yang akurat sehingga dapat dibandingkan dengan data citra satelit. Proses pengumpulan data dilakukan secara sistematis melalui tahapan seleksi lokasi, observasi langsung, pencatatan atribut vegetasi, dan dokumentasi visual untuk mendukung analisis klasifikasi dan estimasi stok karbon.

##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari citra multispektral Sentinel-2A periode 2022–2025 yang diunduh melalui platform Google Earth Engine (GEE), digunakan untuk analisis spasial-temporal, klasifikasi tutupan vegetasi, serta perhitungan NDVI sebagai indikator kesehatan dan densitas vegetasi.

#### **3.3.2 Teknik Analisis Data**

##### **1. Preprocessing Citra Sentinel-2A**

Citra multispektral Sentinel-2A dipilih sesuai periode pengamatan tahun 2022–2025. Tahapan preprocessing mencakup koreksi atmosfer untuk mengurangi pengaruh radiasi matahari, awan, dan partikel atmosfer yang dapat memengaruhi kualitas citra. Piksel yang tertutup

awan atau bayangan dihapus menggunakan cloud mask untuk memastikan analisis hanya dilakukan pada area yang valid. Seluruh citra yang telah dibersihkan kemudian digabung menjadi mosaik, sehingga menghasilkan citra lengkap dan homogen yang siap dianalisis lebih lanjut. Preprocessing ini penting untuk menjaga akurasi klasifikasi dan mengurangi kesalahan interpretasi akibat gangguan eksternal.

## 2. Klasifikasi Tutupan Vegetasi

Algoritma Random Forest diterapkan untuk mengklasifikasikan tutupan mangrove ke dalam beberapa kelas vegetasi berdasarkan karakteristik spektral citra Sentinel-2A. Parameter algoritma disesuaikan untuk memperoleh hasil klasifikasi yang presisi dan konsisten pada seluruh area penelitian. Random Forest dipilih karena mampu menangani data multispektral yang kompleks, mengurangi risiko overfitting, serta memberikan hasil yang stabil meski terdapat variasi spektral di area yang luas. Hasil klasifikasi menghasilkan peta tutupan mangrove yang rinci dan dapat digunakan sebagai dasar estimasi potensi karbon.

## 3. Analisis NDVI

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) digunakan untuk menilai kondisi kesehatan dan densitas vegetasi mangrove. Nilai NDVI yang tinggi menunjukkan vegetasi sehat dengan densitas daun yang rapat, sedangkan nilai rendah menandakan vegetasi terganggu atau mengalami degradasi. Analisis NDVI juga memungkinkan identifikasi area yang baru tumbuh atau mengalami penurunan tutupan, sehingga dapat digunakan sebagai indikator perubahan vegetasi dari waktu ke waktu. Integrasi NDVI dengan hasil klasifikasi meningkatkan akurasi pemetaan dan interpretasi kondisi ekosistem mangrove secara kuantitatif.

#### 4. Estimasi Potensi Serapan Karbon

Hasil klasifikasi tutupan vegetasi dan nilai NDVI digunakan untuk memperkirakan stok karbon yang tersimpan dalam biomassa mangrove dan tanahnya. Koefisien stok karbon diterapkan pada setiap kelas vegetasi untuk menghitung potensi serapan karbon secara spasial. Analisis ini memberikan informasi kuantitatif mengenai kontribusi mangrove dalam mitigasi perubahan iklim, memungkinkan penentuan area prioritas konservasi, serta menjadi dasar ilmiah dalam perencanaan pengelolaan ekosistem pesisir secara berkelanjutan.

#### 5. Analisis Temporal

Perubahan tutupan vegetasi dan potensi serapan karbon dianalisis setiap tahun selama periode 2022–2025 untuk mengidentifikasi tren perubahan jangka panjang. Analisis temporal memungkinkan pemantauan area yang mengalami degradasi, pertumbuhan vegetasi baru, maupun stabilitas ekosistem. Hasilnya memberikan gambaran dinamika ekosistem mangrove dari waktu ke waktu, sehingga informasi ini dapat digunakan untuk evaluasi efektivitas program restorasi dan intervensi konservasi berbasis data ilmiah.

#### 6. Evaluasi Akurasi Klasifikasi

Hasil klasifikasi Random Forest dievaluasi menggunakan data lapangan melalui matriks kebingungan (*confusion matrix*), menghitung nilai akurasi, presisi, dan Kappa coefficient. Evaluasi ini bertujuan menilai sejauh mana hasil klasifikasi citra sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Nilai akurasi yang tinggi menunjukkan klasifikasi berhasil memetakan tutupan vegetasi secara tepat, sementara nilai Kappa memberikan indikasi keandalan klasifikasi dibandingkan dengan peluang kebetulan. Proses evaluasi ini penting untuk memastikan hasil penelitian valid, reliabel, dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam konservasi mangrove dan mitigasi perubahan iklim.

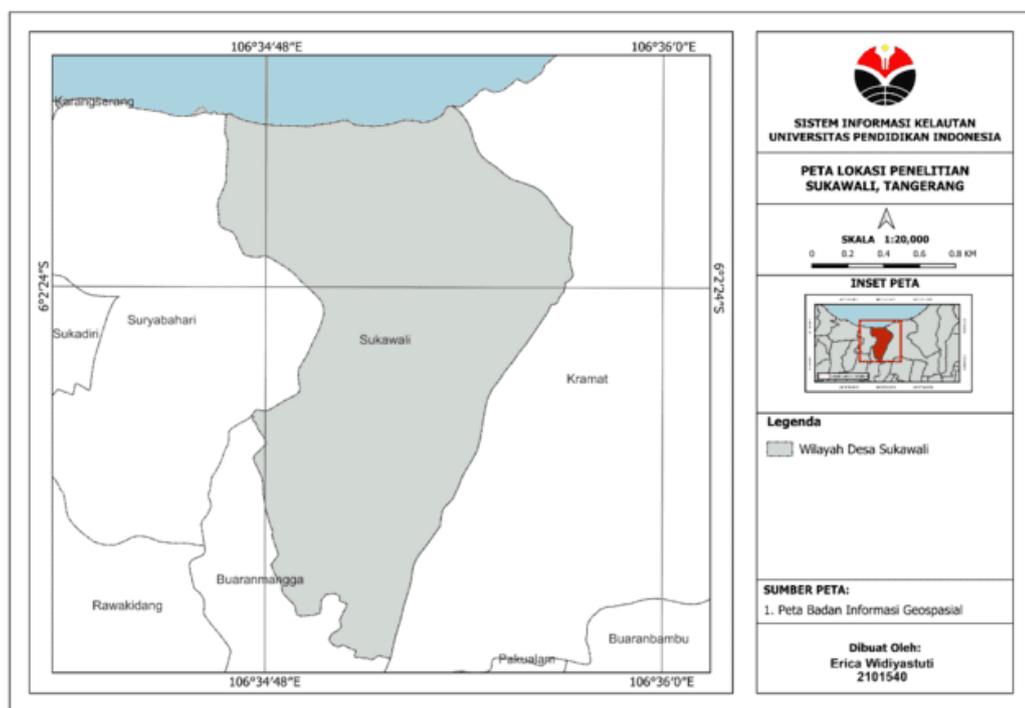
### 3.4 Latar/ Setting Penelitian

#### 3.4.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2025, yang mencakup tahap pengumpulan data, analisis citra satelit, *ground check* di lapangan, serta proses pengolahan data.

#### 3.4.2 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Sukawali, Kabupaten Tangerang. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar berikut:



**Gambar 3.2 Lokasi Penelitian**

(Sumber: Penulis, 2025)

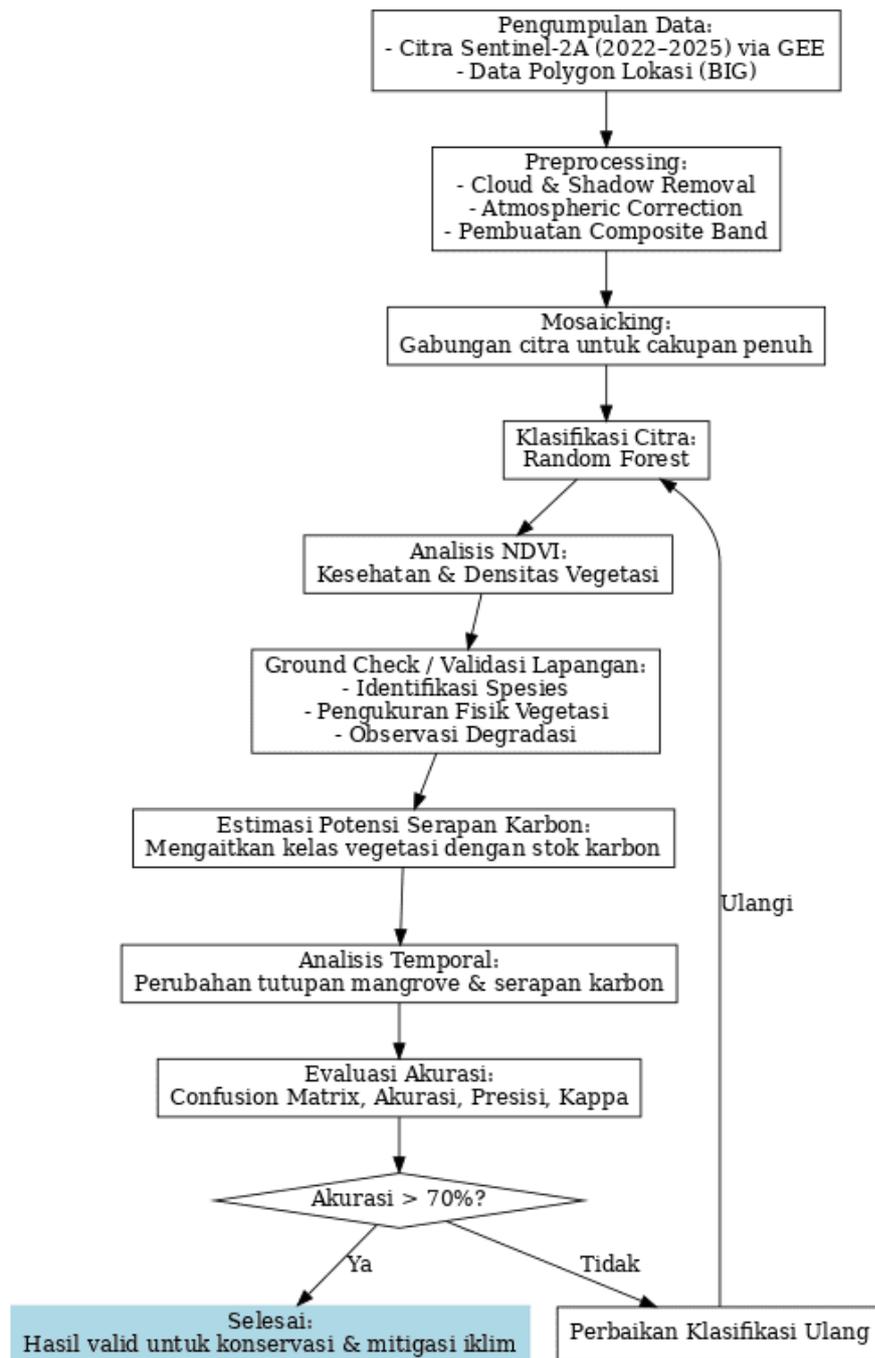
#### 3.4.3 Subyek Penelitian

Subjek penelitiannya adalah keadaan mangrove di Desa Sukawali Kabupaten Tangerang.

#### 3.4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan pengumpulan citra multispektral Sentinel-2A periode 2022–2025 melalui platform Google Earth Engine (GEE), kemudian dilakukan preprocessing untuk menghapus awan, bayangan, dan gangguan atmosfer. Citra yang telah bersih digabung menjadi mosaik untuk

memperoleh cakupan area penelitian yang lengkap. Tahap berikutnya adalah klasifikasi tutupan vegetasi mangrove menggunakan algoritma Random Forest dan analisis nilai NDVI untuk menilai kondisi kesehatan dan densitas vegetasi. Data lapangan dikumpulkan pada titik-titik representatif untuk validasi hasil klasifikasi, mencakup pengukuran fisik vegetasi, identifikasi spesies, dan observasi degradasi. Estimasi potensi serapan karbon dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi dan nilai NDVI dengan mengaitkan setiap kelas vegetasi dengan koefisien stok karbon yang relevan. Analisis temporal diterapkan untuk mengevaluasi perubahan tutupan vegetasi dan potensi serapan karbon dari tahun ke tahun. Tahapan terakhir adalah evaluasi akurasi klasifikasi menggunakan *confusion matrix*, menghitung akurasi, presisi, dan Kappa coefficient untuk memastikan hasil penelitian valid, reliabel, dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam konservasi mangrove dan mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir Sukawali. Adapun prosedur penelitian ini disajikan pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian**