

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendekatan/Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif spasial. Pendekatan kuantitatif dipilih karena fokus utama penelitian adalah pada analisis numerik terhadap perubahan luasan, kerapatan, dan kerentanan vegetasi mangrove menggunakan data citra satelit (Sugiyono, 2016). Desain deskriptif spasial digunakan untuk menggambarkan distribusi geografis perubahan tutupan lahan serta sebaran vegetasi mangrove dalam rentang waktu tahun 2020, 2022, dan 2024 (Pradhana, 2023).

Metode penginderaan jauh dimanfaatkan dalam pengumpulan, pengolahan, dan analisis data spasial (Semedi dkk., 2023). Penggunaan teknologi seperti *Google Earth Engine* (GEE) dan QGIS memungkinkan pengolahan data secara efisien dan akurat dalam skala spasial yang luas (Fariz dkk., 2021). Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi dinamika tutupan lahan, klasifikasi vegetasi mangrove berdasarkan *Enhanced Vegetation Index* (EVI), serta menilai tingkat kerentanan wilayah.

Melalui pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan informasi spasial yang valid dan akurat sebagai dasar penyusunan strategi pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan di kawasan pesisir.

B. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan berbagai alat dan bahan untuk mendukung proses pengumpulan data, pengolahan citra, serta validasi lapangan. Alat yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan lunak, baik berbasis desktop maupun mobile, yang memungkinkan analisis spasial secara menyeluruh dan akurat. Rincian alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

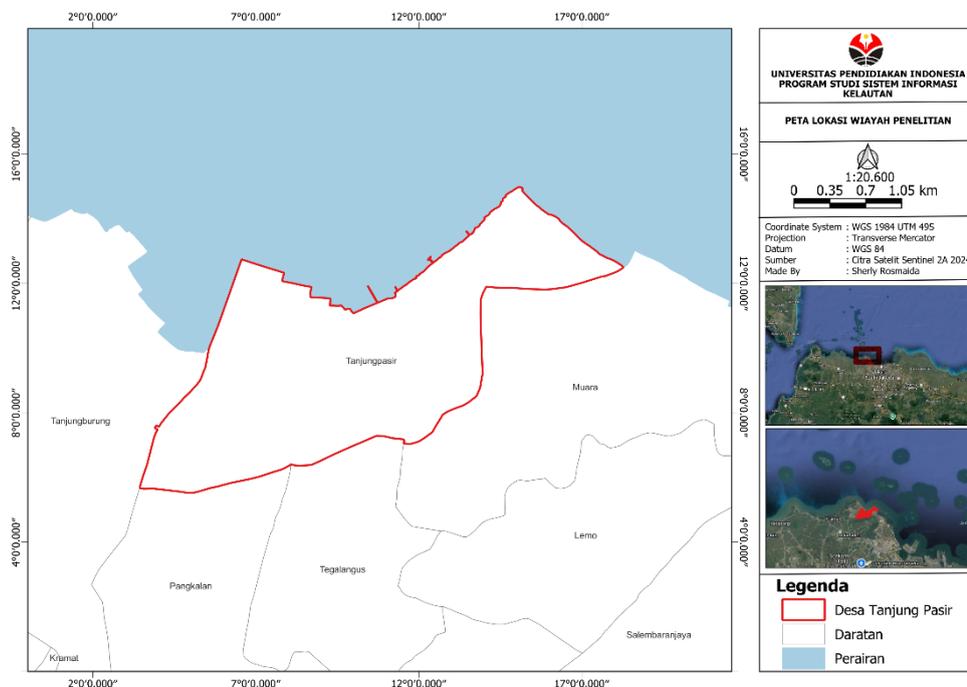
No	Alat & Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Laptop	Acer Aspire i5, RAM 8GB,	Mengolah data citra dan menjalankan <i>Google Earth Engine</i> (GEE) serta QGIS
2.	<i>Google Earth Engine</i> (GEE)	Platform <i>cloud based</i> untuk pengolahan citra satelit	Analisis spasial, klasifikasi, dan perhitungan indeks vegetasi dari citra Sentinel-2A
3.	<i>Quantum Geographic Information System</i> (QGIS)	Perangkat lunak SIG open-source	Visualisasi peta, pemotongan area (clipping), dan konversi data vektor/raster
4.	Aplikasi <i>Avenza Maps</i> (HP)	Aplikasi pemetaan mobile berbasis GPS	Menentukan dan mencatat koordinat lokasi validasi lapangan
5.	Aplikasi <i>Timestamp Camera</i> (HP)	Kamera ponsel dengan fitur penanda waktu dan lokasi	Mendokumentasikan kondisi lapangan dengan informasi lokasi dan waktu langsung di foto
6.	Alat ukur kualitas air	PH TDS SALINITY EC TEMPERATURE Meter EZ9908 Tester ATC EZ9909-SP Temp Suhu Hydroponic Hidroponik EZ 9908 Hidroponik 5 in 1 (EZ9909-SP)	Mengukur parameter kualitas air: suhu, salinitas, pH, dan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)
7.	Citra Sentinel-2A	Resolusi 10 m (RGB & NIR), 20 m (red-edge, SWIR) tahun 2020, 2022, dan 2024	Data utama untuk klasifikasi tutupan lahan dan analisis perubahan vegetasi mangrove
8.	Peta Administrasi Desa	Data shapefile (*.shp) dari Geoportel BNPB	Digunakan untuk clipping area studi dan overlay spasial

No	Alat & Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
9.	Shapefile Garis pantai	Garis Pantai Desa Tanjung Pasir tahun 2020, 2022, dan 2024 milik Badan Informasi Geospasial (BIG)	Data pendukung analisis kerentanan mangrove dan dataperubahan garis pantai
10.	Data lapangan	Wawancara, identifikasi vegetasi, titik validasi GPS	Validasi hasil klasifikasi, mendukung data spasial

(Sumber: Penulis 2025)

C. Tempat dan Waktu

Tempat penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1 berada di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Teluknaga, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. Lokasi ini dipilih karena ekosistem mangrove di wilayah tersebut mengalami tekanan akibat aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan. Penelitian ini menggunakan data citra satelit Sentinel-2A dari tahun 2020, 2022, dan 2024 untuk menganalisis dinamika perubahan mangrove, sedangkan kegiatan pengumpulan, pengolahan, dan analisis data dilakukan pada tahun 2024.



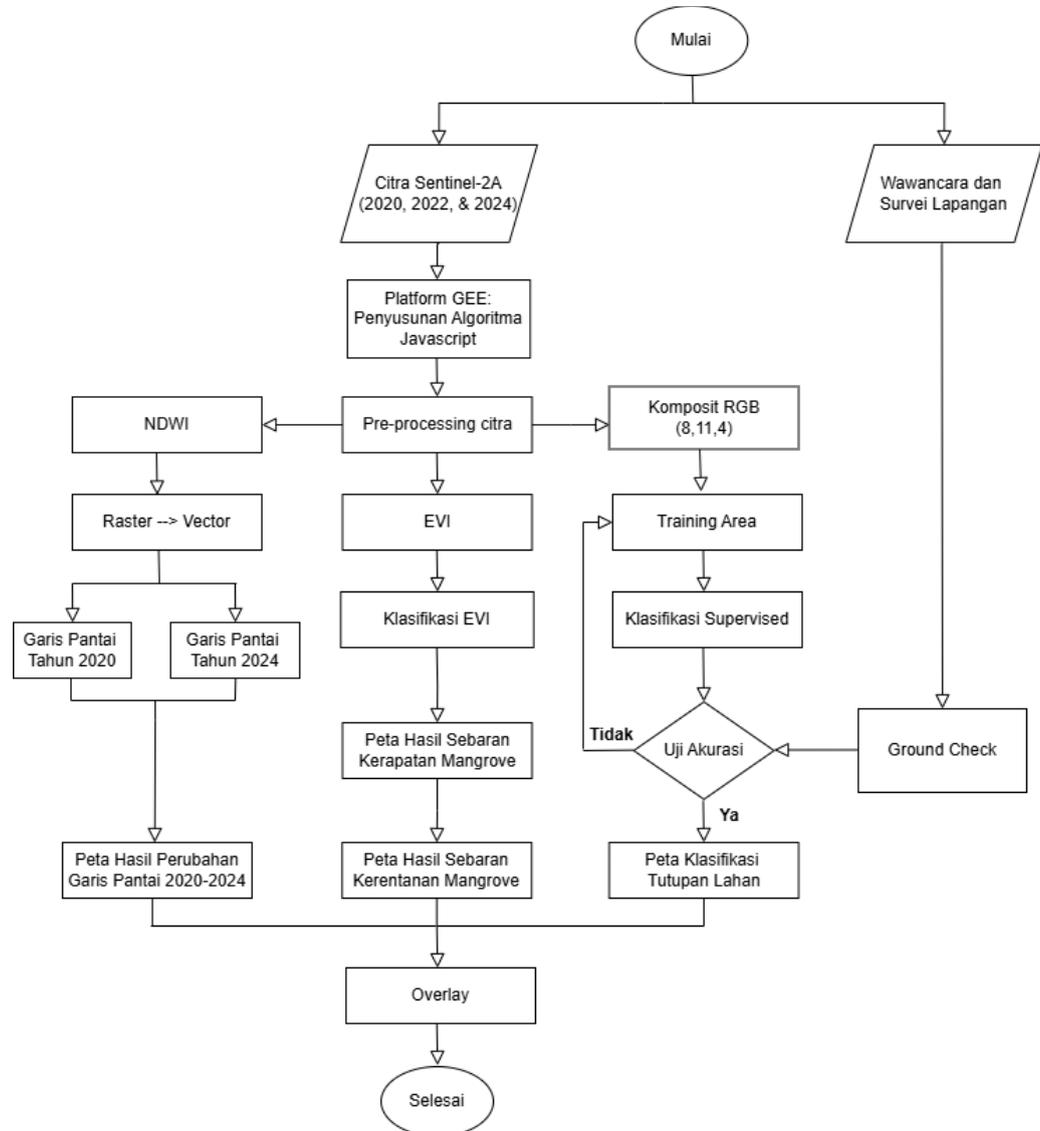
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Penulis 2025)

Sherly Rosmaida, 2025

**PEMETAAN PERUBAHAN LUASAN VEGETASI MANGROVE DI DESA
TANJUNG PASIR, KABUPATEN TANGERANG, PROVINSI BANTEN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

D. Prosedur Kerja



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Penulis 2025)

Gambar 3.2 menunjukkan diagram alir tahapan penelitian yang dimulai dari pengumpulan data citra Sentinel-2A tahun 2020, 2022, dan 2024 melalui platform *Google Earth Engine* (GEE), serta survei lapangan untuk memperoleh data pendukung berupa identifikasi jenis mangrove, pengukuran parameter kualitas air (pH, TDS, salinitas, suhu), pengamatan substrat, dan wawancara dengan masyarakat.

Gambar 3.2 menunjukkan diagram alir tahapan penelitian yang dimulai dari pengumpulan data citra Sentinel-2A untuk periode tahun 2020, 2022, dan 2024 menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE). Tahap ini, algoritma disusun dalam bahasa pemrograman *JavaScript*, yang memungkinkan pengolahan data secara *cloud based*, cepat, dan efisien (Fariz dkk., 2021). Secara paralel, dilakukan pula survei lapangan untuk memperoleh data pendukung berupa identifikasi jenis mangrove, pengukuran parameter kualitas air (pH, TDS, salinitas, suhu), pengamatan substrat, dan wawancara masyarakat setempat.

Citra Sentinel-2A yang diperoleh kemudian diproses melalui tahapan *pre-processing*, termasuk koreksi atmosferik, masking awan, pemotongan area studi (clipping), serta pembuatan komposit RGB (band 8, 11, 4) untuk visualisasi awal. Untuk analisis garis pantai, digunakan indeks vegetasi *Normalized Difference Water Index* (NDWI), yang berguna dalam memisahkan daratan dan perairan. Hasil NDWI dikonversi dari raster ke vektor untuk masing-masing tahun (2020 dan 2024).

Tahap selanjutnya dilakukan analisis vegetasi menggunakan *Enhanced Vegetation Index* (EVI) untuk mengidentifikasi tingkat kerapatan mangrove. EVI dipilih karena lebih sensitif terhadap vegetasi rapat dan tahan terhadap efek atmosfer. Hasil klasifikasi EVI menghasilkan peta sebaran kerapatan mangrove yang dibagi menjadi beberapa kategori.

Klasifikasi tutupan lahan, menggunakan metode *supervised classification* dengan algoritma *Random Forest*. Titik-titik *training* dibuat berdasarkan digitasi manual dan observasi lapangan. Setelah proses klasifikasi, dilakukan uji akurasi menggunakan *confusion matrix*, yang menghasilkan nilai *Overall Accuracy* (OA) dan *Kappa Coefficient* sebagai indikator keberhasilan klasifikasi tutupan lahan.

Gabungan dari hasil klasifikasi EVI, peta tutupan lahan, analisis kerentanan mangrove, dan perubahan garis pantai kemudian di-overlay untuk mendapatkan gambaran spasial secara menyeluruh. Hasil akhir ini digunakan untuk menilai dinamika perubahan mangrove, tingkat kerentanannya terhadap tekanan lingkungan, serta memberikan dasar untuk rekomendasi pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

E. Teknik Penelitian

1. Data Primer

Pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, yang mencakup pengukuran pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), salinitas, dan suhu air tambak, identifikasi jenis mangrove, wawancara dengan masyarakat setempat, serta *ground check* untuk validasi hasil klasifikasi tutupan lahan citra satelit. Data ini digunakan untuk memperkuat analisis perubahan vegetasi mangrove dan memahami faktor-faktor penyebabnya.

2. Data Sekunder

Sementara itu, pengumpulan data sekunder meliputi citra satelit Sentinel-2A periode 2020–2024 yang diunduh melalui Data Catalog pada *Google Earth Engine* (<https://developers.google.com/earthengine/datasets>), data administrasi wilayah dari website resmi yaitu Geoportal Data Bencana Indonesia yang dimiliki Badan Nasional Penanggulangan Bencana (<https://gis.bnpb.go.id/>), Data Garis pantai wilayah penelitian pada Badan Informasi Geospasial (BIG), dan literatur terkait ekosistem mangrove serta metode penginderaan jauh. Data sekunder ini digunakan untuk analisis spasial, seperti perhitungan EVI dan klasifikasi tutupan lahan, serta memberikan konteks dan referensi dalam penelitian ini.

F. Pengolahan Data Citra

Pengolahan data citra pada penelitian ini dilakukan menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE) dan perangkat lunak QGIS. Citra Sentinel-2A tahun 2020, 2022, dan 2024 digunakan sebagai basis utama untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan dan perhitungan kerapatan vegetasi mangrove. Tahapan pre-processing meliputi koreksi atmosferik, *masking* awan, *clipping* berdasarkan area studi, serta pembuatan komposit *band* (8, 11, 4) untuk visualisasi.

Analisis kerapatan dilakukan menggunakan indeks *Enhanced Vegetation Index* (EVI), yang mampu mendeteksi variasi kerapatan vegetasi mangrove secara lebih sensitif (Doni dkk., 2021). Sedangkan klasifikasi tutupan lahan dilakukan

menggunakan algoritma *supervised classification* dengan *Random Forest*, yang dilatih menggunakan titik training hasil interpretasi citra dan survei lapangan.

Selain klasifikasi vegetasi, penelitian ini juga mencakup analisis perubahan garis pantai. Citra Sentinel-2A tahun 2020 dan 2024 dibandingkan untuk mengekstraksi pergeseran garis pantai, melalui proses konversi raster ke vektor dan analisis spasial di QGIS. Hasil overlay dari seluruh peta tematik (tutupan lahan, EVI, garis pantai) digunakan sebagai dasar untuk menilai perubahan ekosistem mangrove secara menyeluruh, termasuk aspek kerentanan wilayah.

G. Klasifikasi, Algoritma, Indeks Vegetasi, Analisis dan Akurasi Data

1. Klasifikasi *Supervised*

Klasifikasi *supervised* merupakan metode dalam pengolahan citra penginderaan jauh yang menggunakan data pelatihan (*training data*) sebagai acuan untuk mengelompokkan piksel ke dalam kelas-kelas tertentu (Kanata, Iqbal, & Ramdayanti, 2021). Metode ini termasuk dalam pendekatan *supervised learning*, di mana pengguna terlebih dahulu menentukan kelas-kelas penutup lahan beserta contoh representatifnya, sehingga algoritma dapat mempelajari karakteristik spektral dari setiap kelas tersebut (Marwati, Prasetyo, & Suprayogi, 2018).

Klasifikasi *supervised* pada penelitian ini digunakan untuk memetakan lima kelas tutupan lahan di Desa Tanjung Pasir, yaitu tambak, lahan terbuka, perumahan, vegetasi mangrove, dan vegetasi non-mangrove. Titik pelatihan (*training samples*) diperoleh melalui digitasi pada citra Sentinel-2A dan dikonfirmasi dengan hasil survei lapangan (*testing samples*). Pendekatan ini, klasifikasi citra dapat dilakukan secara lebih akurat, karena informasi dari lapangan digunakan sebagai dasar pembelajaran algoritma (Marlina, 2022).

Klasifikasi *supervised* dinilai efektif untuk wilayah penelitian yang memiliki kompleksitas spektral tinggi, seperti adanya tambak yang berdampingan dengan vegetasi mangrove atau permukiman (Hanan, Pratikto, & Soenardjo, 2020). Oleh karena itu, metode ini memberikan hasil klasifikasi

yang lebih andal, terutama ketika dikombinasikan dengan algoritma yang kuat seperti *Random Forest* dan proses validasi data lapangan (Ali, 2023).

2. Algoritma Random Forest

Algoritma yang diterapkan dalam penelitian yaitu *Random Forest* (RF), sebuah teknik *supervised classification* yang menggabungkan sejumlah *decision tree* untuk memprediksi kelas data dengan tingkat akurasi yang tinggi (Ali, 2023). *Random Forest* dikenal unggul dalam mengolah data berskala besar dan kompleks, karena mampu menangani hubungan non-linear antar variabel serta mengurangi risiko *overfitting* (Primandari, 2020). Penerapan algoritma ini memerlukan *training area* sebagai referensi pembelajaran mesin (Satriawan dkk., 2024). *Training area* ditentukan berdasarkan data hasil survei lapangan dan interpretasi citra resolusi tinggi dari *basemap* pada *Google Earth Engine*. Penelitian oleh Belgium dan Drăguț (2016) menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* mampu memberikan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan metode lain seperti *Support Vector Machine* atau *Maximum Likelihood Classification*.

3. Enhanced Vegetation Index (EVI)

Indeks vegetasi yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *Enhanced Vegetation Index* (EVI). EVI dirancang untuk meningkatkan sensitivitas terhadap kerapatan vegetasi tinggi dan mengurangi pengaruh kabut atmosfer serta reflektansi latar belakang tanah, yang menjadi kelemahan dari NDVI (Yudistira, Meha, & Prasetyo, 2019). Rumus perhitungan EVI adalah sebagai berikut (Huete dkk., 2002):

$$EVI = G \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C_1 \times RED - C_2 \times BLUE + L)} \quad (3.1)$$

Keterangan:

NIR = nilai reflektansi saluran inframerah dekat (Near Infrared)

RED = nilai reflektansi saluran merah

BLUE = nilai reflektansi saluran biru

G = faktor penguatan (gain factor)

L = nilai koreksi latar belakang

C_1 dan C_2 = koefisien koreksi atmosferik

Enhanced Vegetation Index (EVI) digunakan untuk mengenali dan mengklasifikasikan tingkat kerapatan vegetasi mangrove. Nilai EVI yang tinggi menunjukkan vegetasi yang sangat rapat, sementara nilai yang rendah mengindikasikan vegetasi yang jarang atau area yang mengalami degradasi (Doni dkk., 2021).

Klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan nilai EVI mengacu pada Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012), yang terbagi menjadi lima kelas dan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berdasarkan nilai tingkat kerapatan vegetasi. Klasifikasi ini digunakan dalam penelitian untuk menilai kondisi kerapatan vegetasi mangrove, serta sebagai dasar untuk mengetahui tingkat keberhasilan rehabilitasi atau perubahan kondisi mangrove dari waktu ke waktu.

Tabel 3.2 Tingkat Kerapatan Vegetasi

Kelas	Kerapatan Vegetasi	Keterangan
1	(-1) – (-0.03)	Lahan Tidak Bervegetasi
2	(-0.03) – 0.10	Kehijauan Sangat Rendah
3	0.15 – 0.25	Kehijauan Rendah
4	0.25 – 0.35	Kehijauan Sedang
5	0.35 – 1.00	Kehijauan Tinggi

(Sumber: Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2012)

4. Normalized Difference Water Index (NDWI)

Normalized Difference Water Index (NDWI) digunakan untuk mendeteksi keberadaan badan air atau membedakan antara daratan dan air (Anggraini, Marpaung, & Hartuti, 2017). Indeks ini berguna dalam pemetaan wilayah pesisir, khususnya untuk analisis perubahan garis pantai dan identifikasi area yang tergenang (Kurniadin & Fadlin, 2021). NDWI membedakan perairan dari daratan berdasarkan perbedaan reflektansi antara saluran spektral *green* dan *near-infrared* (NIR) (Kusumawardani, Cahya, Ananto, & Asri, 2019). NDWI dihitung menggunakan formula (Xu, 2006):

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(NIR + GREEN)} \quad (3.2)$$

Keterangan:

NIR = nilai reflektansi saluran inframerah dekat (Near Infrared)

RED = nilai reflektansi saluran hijau

NDWI memiliki keunggulan dalam menyoroiti fitur perairan dan mengurangi pengaruh dari vegetasi serta tanah basah. (Kusumawardani, Cahya, Ananto, & Asri, 2019) Nilai positif NDWI (umumnya > 0.3) mengindikasikan keberadaan air, sedangkan nilai negatif menunjukkan area daratan atau vegetasi (Zaidan., 2022).

NDWI digunakan dalam penelitian ini untuk mengekstrak batas air dan darat dari citra Sentinel-2A tahun 2020 dan 2024, sebagai dasar pembuatan garis pantai, karena lebih sensitif terhadap keberadaan badan air dibandingkan indeks lainnya, serta mampu mengurangi pengaruh reflektansi dari vegetasi dan tanah kering (Anggraini dkk., 2017).

5. Coastal Vulnerability Index (CVI)

Coastal Vulnerability Index (CVI) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung tingkat kerentanan (Munana, Pribadi, & Suryono, 2023). CVI dikembangkan dengan prinsip penggabungan beberapa variabel lingkungan, seperti elevasi lahan, jarak garis pantai, dan kerapatan vegetasi (EVI). Masing-masing variabel diberi skor berdasarkan tingkat kerentanannya, lalu dihitung secara simultan menggunakan rumus berikut:

$$CVI = \sqrt{\frac{a + b + c}{3}} \quad (3.3)$$

Keterangan a,b, dan c adalah skor dari masing-masing variabel input yang telah diklasifikasikan ke dalam kelas kerentanan (rendah, sedang, tinggi). Rentang nilai CVI yang dihasilkan kemudian dikategorikan untuk menginterpretasikan kerentanan wilayah tersebut, misalnya rentang 0.45–4.02 untuk kerentanan rendah, 4.03–8.04 untuk sedang, dan 8.05–12.07 untuk tinggi (Boruff, 2005) yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Dalam penelitian ini, modifikasi rumus dan variabel disesuaikan dengan konteks lokal dan ketersediaan data citra satelit serta topografi di wilayah studi.

Tabel 3.3 Klasifikasi Indeks Kerentanan Habitat Mangrove

Nilai CVI	0.45 – 4.02	4.03 – 8.04	8.05 – 12.07
Kerentanan	Rendah	Sedang	Tinggi

(Boruff, 2005)

6. Uji akurasi

Sebagai tahap akhir, dilakukan validasi hasil klasifikasi melalui survei lapangan untuk memperoleh data referensi yang digunakan dalam pengujian akurasi. Uji akurasi diterapkan untuk menilai keandalan hasil klasifikasi dengan membandingkan data hasil klasifikasi dengan data referensi, seperti data lapangan atau peta acuan (Audina, Siregar, & Nurjaya, 2019). Matriks kesalahan (*error matrix*) digunakan dalam perhitungan akurasi dengan parameter seperti *Overall Accuracy* (OA), *Producer Accuracy* (PA), dan *User Accuracy* (UA) (Ghorbanian dkk., 2021).

- Overall Accuracy* (OA): Persentase keseluruhan piksel yang diklasifikasikan dengan benar.
- Producer Accuracy* (PA): Kemungkinan bahwa piksel dari kelas referensi benar-benar diklasifikasikan ke kelas yang sesuai.
- User Accuracy* (UA): Kemungkinan bahwa piksel yang diklasifikasikan ke suatu kelas memang benar berasal dari kelas tersebut.
- Kappa Coefficient* (Kappa) untuk mengetahui seberapa jauh hasil klasifikasi lebih baik dibanding klasifikasi acak.

Metode ini mengacu pada perhitungan *Confusion matrix* berdasarkan rumus dari Congalton dan Green (2009):

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \times 100\% \quad (3.4)$$

$$PA = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad (3.5)$$

$$UA = \frac{n_{jj}}{n_{i+}} \quad (3.6)$$

$$Kappa = \frac{n \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \times 100\% \quad (3.7)$$

Keterangan:

- k = Jumlah baris pada matriks
 n = Jumlah total pengamatan
 n_{ii} = Jumlah pengamatan kolom ke- i dan baris ke- i
 n_{jj} = Jumlah pengamatan kolom ke- j dan baris ke- j
 n_{+i} = Jumlah piksel baris ke- i
 n_{+j} = Total kolom