

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Nusa Penida, yang terletak di sebelah tenggara Pulau Bali, telah berkembang menjadi sebuah destinasi wisata unggulan di Provinsi Bali dalam satu dekade terakhir. Keindahan alamnya yang masih alami, pantai-pantai eksotis, serta tebing-tebing curam yang menawan menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan. Khususnya kawasan wisata di Desa Pejukutan yang meliputi destinasi seperti Pantai Diamond dan Pantai Atuh, merupakan salah satu daya tarik utama bagi wisatawan domestik ataupun mancanegara. Peningkatan popularitas kawasan ini tidak lepas dari peran media sosial yang turut mempercepat penyebaran daya tarik visual kedua pantai tersebut ke khalayak luas.

Desa Pejukutan merupakan sebuah desa di Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung yang mempunyai potensi wisata alam cukup tinggi. Kawasan ini mencakup beberapa destinasi wisata terkenal, di antaranya Pantai Diamond dan Pantai Atuh, yang mengalami peningkatan kunjungan wisatawan dalam beberapa tahun terakhir. Perkembangan aktivitas pariwisata tersebut turut mendorong pembangunan berbagai fasilitas pendukung yang berpotensi memengaruhi kondisi tutupan lahan di wilayah tersebut.

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Klungkung, jumlah kunjungan wisatawan ke Nusa Penida mengalami peningkatan signifikan sejak tahun 2017.

Peningkatan ini berjalan seiring dengan pembangunan infrastruktur pendukung pariwisata, misalnya jalan akses, akomodasi, serta fasilitas publik lainnya, yang didorong oleh promosi digital dan pengembangan sektor pariwisata daerah. Lonjakan kunjungan wisata tersebut tidak hanya memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi lokal, tetapi juga memengaruhi kondisi fisik wilayah dan pola penggunaan lahan di kawasan pesisir Nusa Penida (BPS Kabupaten Klungkung., 2023). Pertumbuhan aktivitas wisata dan pembangunan infrastruktur yang mengiringinya telah memunculkan isu penting terkait perubahan tutupan lahan, terutama perubahan dari lahan vegetatif seperti semak belukar dan vegetasi alami menjadi lahan terbangun, seperti penginapan, restoran, serta fasilitas wisata lainnya. Fenomena ini berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem lokal dan menimbulkan dampak lingkungan berupa berkurangnya tutupan vegetasi, meningkatnya potensi erosi, serta terganggunya habitat alami flora dan fauna pesisir.

Seiring dengan kondisi tersebut, kawasan wisata Desa Pejukutan mulai menghadapi permasalahan lingkungan yang semakin nyata. Karakteristik wilayah yang didominasi oleh tebing curam dan lapisan tanah yang relatif tipis menjadikan kawasan ini rentan terhadap degradasi lingkungan apabila terjadi pengurangan tutupan vegetasi secara signifikan. Perubahan tutupan lahan yang tidak terkendali berpotensi meningkatkan risiko erosi dan ketidakstabilan lereng, terutama pada area yang mengalami pembangunan fisik intensif. Selain itu, hingga saat ini belum tersedia data spasial yang terintegrasi dan bersifat temporal yang secara khusus menggambarkan perubahan tutupan lahan di kawasan wisata Desa Pejukutan, sehingga evaluasi dampak

pembangunan pariwisata masih belum didukung oleh informasi spasial yang kuantitatif dan objektif (Sudipa *et al.*, 2020).

Dalam konteks tersebut, pemantauan perubahan tutupan lahan menjadi langkah krusial yang perlu dilakukan secara berkala. Informasi mengenai dinamika perubahan tutupan lahan penting sebagai dasar evaluasi dampak lingkungan serta sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pembangunan wilayah yang berbasis data dan bukti ilmiah. Salah satu pendekatan yang dinilai efisien dan akurat dalam memantau perubahan lahan secara spasial dan temporal adalah pemanfaatan teknologi penginderaan jauh (Firman, 2000).

Penggunaan citra satelit Sentinel-2 menjadi sangat relevan karena menyediakan data optik multispektral dengan resolusi spasial menengah tinggi (10–20 meter), cakupan spektral yang luas, serta frekuensi perekaman yang konsisten sejak tahun 2015. Keunggulan tersebut menjadikan Sentinel-2 ideal untuk memantau perubahan tutupan lahan dalam jangka menengah hingga panjang. Selain itu, data Sentinel-2 bersifat terbuka dan dapat diakses serta diproses melalui media komputasi awan misalnya *Google Earth Engine* (GEE), yang memungkinkan analisis data berskala besar dilakukan secara efisien (Gorelick *et al.*, 2017).

Google Earth Engine (GEE) menyediakan berbagai algoritma analisis berbasis *Machine Learning*, misalnya *Random Forest* (RF) dan *Support Vector Machine* (SVM), yang sudah terbukti mempunyai tingkat akurasi tinggi dalam klasifikasi tutupan lahan, termasuk pada wilayah pesisir dengan heterogenitas spasial yang kompleks. Integrasi algoritma tersebut dengan indeks spektral misalnya *Normalized*

Difference Vegetation Index (NDVI) dan *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) memungkinkan identifikasi perubahan vegetasi dan area terbangun secara kuantitatif dan objektif (Phiri *et al.*, 2020)

Meskipun teknologi penginderaan jauh dan *Google Earth Engine* (GEE) telah banyak diterapkan dalam kajian geospasial, hingga saat ini belum ditemukan kajian yang secara khusus menganalisis perubahan tutupan lahan di Kawasan wisata Desa Pejukutan destinasi Pantai Diamond dan Pantai Atuh menggunakan citra Sentinel-2 berbasis *Google Earth Engine* (GEE). Sebagian besar penelitian di Bali masih berfokus pada kawasan wisata yang lebih berkembang seperti Kuta, Seminyak, dan Ubud, sementara kawasan Nusa Penida yang tengah mengalami pertumbuhan pesat relatif belum banyak dikaji dari perspektif perubahan tutupan lahan dan dampak ekologisnya.

Pertimbangan tersebut, penelitian ini mengambil judul “Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Kawasan Wisata Desa Pejukutan Menggunakan Citra Sentinel-2.” Rentang waktu penelitian ditetapkan tahun 2017 - 2025, dengan alasan bahwa tahun 2017 merupakan awal peningkatan signifikan seiring aktivitas pariwisata dan pembangunan infrastruktur di Nusa Penida, sedangkan tahun 2025 merepresentasikan kondisi terkini pascapandemi COVID-19. Rentang waktu ini dianggap cukup representatif guna menggambarkan dinamika perubahan tutupan lahan secara spasial dan temporal, serta didukung oleh ketersediaan data Sentinel-2 yang konsisten sejak Sentinel-2B beroperasi penuh pada tahun 2017.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, terdapat beberapa permasalahan yang menjadi dasar dan landasan dilakukannya penelitian ini. Permasalahan tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Peningkatan intensitas pembangunan di kawasan wisata Desa Pejukutan diduga menyebabkan perubahan signifikan pada tutupan lahan, khususnya berkurangnya area vegetasi alami akibat perubahan tutupan lahan menjadi area terbangun, infrastruktur pariwisata, dan fasilitas pendukung lainnya. Namun, hingga saat ini belum tersedia data spasial yang sistematis dan terbaru yang menunjukkan dinamika perubahan tersebut secara kuantitatif.
2. Belum tersedianya informasi spasial perubahan tutupan lahan yang diperoleh dari analisis citra penginderaan jauh temporal secara sistematis di kawasan wisata Desa Pejukutan, meskipun data Sentinel-2 beresolusi 10 meter telah tersedia dan dapat diakses secara terbuka sejak tahun 2017.
3. Belum terdapat penelitian terdokumentasi yang secara khusus memanfaatkan pendekatan otomatisasi klasifikasi lahan berbasis *Google Earth Engine* (GEE) di Kawasan wisata Desa Pejukutan, khususnya dengan menggunakan algoritma *Machine Learning* seperti *Random Forest* atau SVM yang telah terbukti efektif dalam analisis tutupan lahan.
4. Belum ada pemetaan historis perubahan tutupan lahan yang mencakup rentang waktu 2017 - 2025, yang dibutuhkan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang aktivitas wisata terhadap kondisi ekologi kawasan. Hal ini penting sebagai dasar

untuk pengambilan keputusan oleh pemangku kebijakan, baik di sektor pariwisata maupun tata ruang wilayah.

5. Kurangnya informasi spasial mengenai perubahan tutupan lahan di kawasan wisata Desa Pejukutan dapat menghambat proses perencanaan dan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan, terutama dalam menyeimbangkan antara pelestarian lingkungan dan pengembangan ekonomi lokal.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan mampu dilaksanakan secara efektif, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan secara geografis pada kawasan wisata Desa Pejukutan, Kecamatan Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Bali. Batas wilayah ditentukan melalui interpretasi visual citra satelit dan delineasi kawasan wisata aktif yang dapat diidentifikasi secara spasial.
2. Penelitian membatasi analisis perubahan tutupan lahan pada periode tahun 2017 - 2025, sesuai dengan ketersediaan citra Sentinel-2 Level-2A (koreksi atmosfer) pada resolusi spasial 10 meter. Data diunduh dan diproses menggunakan media *Google Earth Engine* (GEE).
3. Klasifikasi tutupan lahan dibatasi pada enam kelas yaitu hutan, kebun campuran, lahan terbangun, lahan terbuka, pertanian, dan semak belukar. Proses klasifikasi dijalankan memakai algoritma *Random Forest* (RF).

4. Validasi hasil klasifikasi dijalankan dengan memakai *Confusion Matrix*, nilai *Overall Accuracy* , dan *Kappa Coefficient*. Untuk mendukung klasifikasi, digunakan dua indeks spektral utama yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk vegetasi dan NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*) untuk permukiman.
5. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam aspek sosial, ekonomi, maupun kebijakan pengelolaan pariwisata, melainkan berfokus pada aspek teknis penginderaan jauh dan analisis spasial berbasis *cloud computing* melalui *Google Earth Engine* (GEE).

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ialah:

1. Bagaimana kondisi tutupan lahan eksisting tahun 2025 di kawasan wisata Desa Pejukutan, berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2?
2. Bagaimana perubahan luas setiap kelas tutupan lahan di kawasan wisata Desa Pejukutan antara tahun 2017 - 2025 berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ialah:

1. Memetakan kondisi tutupan lahan eksisting tahun 2025 di kawasan wisata Desa Pejukutan, Kecamatan Nusa Penida, berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2 menggunakan *Google Earth Engine* (GEE).

2. Menganalisis perubahan luas setiap kelas tutupan lahan di kawasan wisata Desa Pejukutan antara tahun 2017 - 2025 berdasarkan hasil klasifikasi citra Sentinel-2 menggunakan *Google Earth Engine* (GEE).

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi pada pengembangan penerapan teknologi penginderaan jauh berbasis komputasi awan, khususnya melalui *Google Earth Engine* (GEE), dalam analisis perubahan tutupan lahan.
- b. Menambah pemahaman mengenai pemanfaatan metode klasifikasi citra dan indeks vegetasi dalam mengolah serta menginterpretasikan data spasial secara sistematis pada wilayah pesisir.
- c. Memperkaya kajian ilmiah dan studi kasus lokal terkait perubahan tutupan lahan di kawasan wisata pesisir, yang dapat dijadikan referensi bagi penelitian selanjutnya dengan tema serupa di wilayah lain.

2. Manfaat Praktis

- a. Menyediakan informasi spasial yang akurat mengenai bentuk dan distribusi perubahan tutupan lahan di kawasan wisata Desa Pejukutan sebagai dasar dalam mengidentifikasi potensi dampak lingkungan, seperti erosi, degradasi vegetasi, dan tekanan terhadap kawasan pesisir.

- b. Menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah, dinas pariwisata, serta instansi terkait dalam perumusan kebijakan pembangunan pariwisata yang memperhatikan prinsip keberlanjutan dan konservasi lingkungan.
- c. Memberikan informasi edukatif bagi masyarakat sekitar mengenai pentingnya menjaga kelestarian lingkungan di tengah pesatnya perkembangan aktivitas pariwisata.
- d. Mendorong pemanfaatan teknologi terbuka dan efisien seperti *Google Earth Engine* (GEE) dalam kegiatan pemantauan lingkungan, sehingga dapat dilakukan secara berkelanjutan oleh institusi lokal tanpa ketergantungan pada perangkat keras yang mahal.

1.7 Publikasi

Sebagai bentuk diseminasi hasil penelitian, rencana publikasi dan perlindungan kekayaan intelektual ialah sebagai berikut:

1. Publikasi Ilmiah

Hasil penelitian ini direncanakan untuk dipublikasikan dalam jurnal nasional terakreditasi SINTA 5 yang relevan dengan bidang penginderaan jauh, geospasial, atau lingkungan. Publikasi ilmiah ini bertujuan untuk memperluas diseminasi hasil penelitian, menyajikan kontribusi terkait pengembangan ilmu pengetahuan, serta memperkaya kajian akademik di bidang Teknologi Rekayasa Penginderaan Jauh, khususnya dalam analisis perubahan tutupan lahan berbasis data spasial.

2. Hak Atas Kekayaan Intelektual (HAKI)

Produk berupa peta tematik hasil klasifikasi perubahan tutupan lahan serta metodologi analisis yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi untuk diajukan sebagai Hak Cipta. Pengajuan HAKI tersebut dimaksudkan sebagai upaya perlindungan terhadap hasil karya penelitian, sekaligus sebagai bentuk pengakuan resmi atas kontribusi penulis pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terkhusus di bidang penginderaan jauh dan analisis spasial.

