



DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN PADA BAGIAN SELATAN GUNUNG BURANGRANG PERIODE 1990-2020 MENGGUNAKAN GOOGLE EARTH ENGINE

DYNAMICS OF LAND COVER CHANGES IN THE SOUTHERN PART OF MOUNT BURANGRANG FROM 1990-2020 USING GOOGLE EARTH ENGINE

Roni Marudut Situmorang^{1*}, Achmad Kahfi Aminuddin²

¹ Program Studi Teknologi Geologi, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, KESDM

² Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Al Mahrusiyah

Korespondensi: roni.situmorang@esdm.go.id; achmadkahfiam@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Tutupan Lahan; Google Earth Engine; NDMI; Pegunungan Burangrang; Analisis Spasio-Temporal.

Perubahan tutupan lahan di kawasan pegunungan merupakan indikator penting dalam memahami dinamika pemanfaatan ruang dan transformasi lanskap dari waktu ke waktu. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika perubahan tutupan lahan di bagian selatan Pegunungan Burangrang, Jawa Barat, menggunakan platform *Google Earth Engine* periode 1990–2020. Analisis dilakukan menggunakan citra Landsat multitemporal yang telah melalui proses koreksi reflektansi permukaan, cloud masking, dan komposit median multitemporal. Identifikasi tutupan lahan dilakukan menggunakan *Normalized Difference Moisture Index* dengan pendekatan klasifikasi berbasis nilai ambang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan lahan bervegetasi mengalami dinamika yang bersifat fluktuatif dengan kecenderungan menurun selama tiga dekade pengamatan. Penurunan paling signifikan terjadi pada periode 1995–2000 dan 2005–2010, sedangkan peningkatan tutupan vegetasi teridentifikasi pada periode 2000–2005 dan 2010–2015. Analisis spasial menunjukkan

perubahan tutupan lahan terkonsentrasi pada bagian selatan dan barat daya yang memiliki aksesibilitas relatif lebih tinggi. Perubahan berkaitan dengan perkembangan wilayah, termasuk perluasan lahan pertanian, kebun campuran, serta perkembangan kawasan permukiman yang mengikuti jaringan jalan dan pusat aktivitas masyarakat.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Land Cover; Google Earth Engine; NDMI; Burangrang Mountains; Spatio-Temporal Analysis

Land cover change in mountainous regions is an important indicator for understanding spatial utilization dynamics and landscape transformation over time. This study aimed to analyze land cover dynamics in the southern part of the Burangrang Mountains, West Java, using the Google Earth Engine platform for the period 1990–2020. The analysis employed multitemporal Landsat imagery that had undergone surface reflectance correction, cloud masking, and multitemporal median compositing. Land cover identification was conducted using the Normalized Difference Moisture Index (NDMI) through a threshold-based classification approach. The results indicated that vegetated land cover exhibited fluctuating dynamics with an overall declining trend during the three decades of observation. The most significant decreases occurred during the periods of 1995–2000 and 2005–2010, while increases in vegetation cover were identified during 2000–2005 and 2010–2015. Spatial analysis revealed that land cover changes were concentrated in the southern and southwestern parts of the study area, which possess relatively higher accessibility. These changes were associated with regional development processes, including the expansion of agricultural land, mixed gardens, and settlement areas following road networks and centers of human activities.

1. PENDAHULUAN

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu indikator penting dalam memahami dinamika pemanfaatan ruang, transformasi lanskap, serta perubahan fungsi ekologis suatu wilayah dari waktu ke waktu [1,2]. Perubahan tersebut umumnya dipengaruhi oleh interaksi antara pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi, peningkatan kebutuhan lahan budidaya, serta pembangunan infrastruktur yang menyebabkan konversi lahan bervegetasi menjadi berbagai bentuk penggunaan lahan lainnya [3]. Pada kawasan pegunungan, perubahan tutupan lahan menjadi perhatian penting karena wilayah ini memiliki fungsi ekologis sebagai daerah tangkapan air, penyimpan karbon, habitat keanekaragaman hayati, serta penyangga keseimbangan hidrologi regional [4,5].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di kawasan pegunungan tropis cenderung didominasi oleh berkurangnya tutupan vegetasi alami yang diikuti oleh peningkatan lahan pertanian, perkebunan, dan permukiman [6,7]. Kajian di DAS Citarum Hulu menunjukkan bahwa penurunan luas vegetasi alami berasosiasi dengan meningkatnya limpasan permukaan, menurunnya kapasitas

infiltrasi tanah, serta berubahnya karakteristik hidrologi daerah aliran sungai [8,9]. Selain itu, perkembangan wilayah yang mengikuti pertumbuhan penduduk dan peningkatan aksesibilitas infrastruktur turut berperan dalam mendorong transformasi lanskap, terutama pada kawasan lereng dan perbukitan yang memiliki kesesuaian lahan yang baik untuk aktivitas budidaya [10].

Pegunungan Burangrang merupakan salah satu kompleks gunungapi Kuartar di Jawa Barat yang tersusun atas produk vulkanik tua dan berkembang pada morfologi bergelombang hingga terjal [11,12]. Bagian selatan Pegunungan Burangrang, Kabupaten Bandung Barat, memiliki peranan penting sebagai kawasan penyangga ekologis yang mendukung fungsi tata air serta aktivitas sosial ekonomi masyarakat di sekitarnya.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh dan komputasi awan telah membuka peluang untuk melakukan pemantauan perubahan tutupan lahan secara lebih efisien, konsisten, dan dapat direproduksi. Salah satu platform yang banyak digunakan adalah *Google Earth Engine* (GEE), yang menyediakan akses terhadap arsip citra satelit multitemporal serta kemampuan pemrosesan data skala besar

berbasis cloud computing [13]. Pemanfaatan GEE telah diaplikasikan secara luas untuk analisis deforestasi, perubahan penggunaan lahan, serta pemantauan kondisi vegetasi di berbagai wilayah dunia [14,15,16], termasuk menggunakan *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) yang merupakan perkembangan dari *Normalized Difference Water Index* (NDWI) [17]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan lahan di bagian selatan Pegunungan Burangrang selama periode 1990–2020 menggunakan citra Landsat multitemporal yang diproses melalui platform GEE dengan pendekatan klasifikasi berbasis NDMI.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif–kuantitatif yang dikombinasikan dengan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh untuk mengkaji dinamika deforestasi di wilayah selatan Pegunungan Burangrang, Kabupaten Bandung Barat. Pendekatan ini dipilih untuk mengintegrasikan kondisi geologi, topografi, tutupan lahan, serta faktor meteorologi dalam memahami perubahan tutupan hutan secara temporal dan spasial.

Wilayah penelitian mencakup 2 Desa di Kecamatan Cikalong Wetan (Desa

Cipada dan Ganjarsari) dan 4 Desa di Kecamatan Cisarua (Desa Cipada, Pasirlangu, Tugumukti dan Kertawangi). Enam Desa tersebut yang berada pada lereng selatan Pegunungan Burangrang, dengan karakteristik morfologi pegunungan curam dan litologi vulkanik tua. Analisis dilakukan untuk periode 1990–2020 berdasarkan data monitoring Landsat 4,5,7,8 melalui platform Google Earth Engine, serta didukung oleh data meteorologi sebagai representasi kondisi iklim terkini.

2.1. Tahap Pengumpulan Data

Data Penelitian menggunakan data sekunder yang terdiri atas data spasial dan non-spasial. Data spasial meliputi Peta Geologi Lembar Bandung skala 1:100.000 untuk identifikasi satuan litologi dan kondisi geologi wilayah penelitian, *Digital Elevation Model* (DEM) Mapzen Global Terrain untuk analisis topografi dan kemiringan lereng, citra Landsat 4, 5, 7, 8, dan 9 yang diakses melalui GEE untuk analisis perubahan tutupan hutan periode 1990–2020, citra ESRI World Imagery sebagai pendukung interpretasi visual, serta peta administrasi wilayah dari BIG dan INA Geoportal untuk penentuan batas penelitian.

Data non-spasial berupa data meteorologi yang mencakup curah hujan, jumlah hari hujan, dan suhu udara periode 2021–2024 yang diperoleh dari BPS Kabupaten Bandung Barat dan sumber terkait.

2.2. Tahap Analisis dan Pengolahan

Analisis data dilakukan menggunakan JavaScript dalam Website GEE dan pembuatan Layout Peta serta tumpang susun dilakukan pada Aplikasi QGIS versi 3.28.0 dengan mengintegrasikan data citra satelit, geologi, topografi, dan meteorologi untuk mengevaluasi dinamika perubahan tutupan hutan di wilayah selatan Pegunungan Burangrang.

2.2.1. Analisis Perubahan Tutupan Hutan

Identifikasi tutupan hutan dilakukan menggunakan NDMI [18], yaitu indeks spektral yang digunakan untuk menggambarkan kondisi kelembapan vegetasi berdasarkan kombinasi kanal *Near Infrared* (NIR) dan *Shortwave Infrared* (SWIR). Pada citra Landsat, NIR direpresentasikan oleh Band 5, sedangkan SWIR direpresentasikan oleh Band 7. Nilai NDMI dihitung menggunakan persamaan:

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Perhitungan NDMI dilakukan pada

citra Landsat yang telah melalui proses *cloud masking*, koreksi reflektansi permukaan menggunakan standar *Landsat Collection 2*, serta komposit median multitemporal. Komposit dibentuk dari kumpulan citra dalam rentang ± 1 tahun terhadap tahun target untuk memperoleh representasi kondisi permukaan yang lebih stabil dan mengurangi pengaruh gangguan atmosfer maupun variasi temporal.

Implementasi perhitungan NDMI dilakukan pada platform Google Earth Engine (code.earthengine.google.com) menggunakan bahasa pemrograman JavaScript. Hasil perhitungan NDMI kemudian divisualisasikan dalam rentang nilai -1 hingga 1 untuk mengevaluasi distribusi spasial kelembapan vegetasi pada wilayah penelitian.

Klasifikasi tutupan hutan dilakukan menggunakan pendekatan *threshold-based classification*. Piksel dengan nilai NDMI lebih besar dari $0,7$ dikategorikan sebagai hutan, sedangkan piksel dengan nilai Indeks Vegetasi ($VI \leq 0,7$) diklasifikasikan sebagai non-hutan. Secara matematis klasifikasi tersebut dinyatakan sebagai:

$$Forest = VI > 0,6$$

Nilai ambang $0,6$ dipilih berdasarkan pendekatan empiris melalui interpretasi visual citra Landsat 4, 5, 7, 8, 9 Level 2

Collection 2 Tier 1 dan analisis distribusi nilai NDMI pada area referensi. Pada ekosistem hutan tropis yang memiliki kerapatan vegetasi dan kandungan air tinggi, nilai NDMI umumnya lebih besar dibandingkan vegetasi jarang, lahan terbuka, maupun area terbangun. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi tutupan hutan secara konsisten pada skala regional. Adapun proses pengolahan data menggunakan kode javascript sebagai berikut:

```
// Cloud mask
function cloudMaskTm(image){
    var qa =
    image.select('QA_PIXEL');
    var dilated = 1 << 1;
    var cloud = 1 << 3;
    var shadow = 1 << 4;
    var mask =
    qa.bitwiseAnd(dilated).eq(0).and(qa
    .bitwiseAnd(cloud).eq(0)).and(qa.bit
    wiseAnd(shadow).eq(0));
    // Bandmap
    var bandMap = { NIR:
    image.select('B5'), SWIR:
    image.select('B7') };
    // VI
    var vi = image.expression('(NIR
    - SWIR) / (NIR + SWIR)',
    bandMap).rename('VI');
    Map.addLayer(vi, { min: -1,
```

```
max: 1, palette: ['blue', 'white',
'green']}, 'VI_' + year, false);
// Forest
var forest =
vi.gt(0.6).selfMask().rename('fore
st').toUint16();
Map.addLayer(forest, { palette:
'green' }, 'Forest_' + year, false);
```

2.2.2. Analisis Perubahan Tutupan Hutan

Perubahan tutupan hutan dianalisis secara temporal dan spasial berdasarkan hasil klasifikasi NDMI. Analisis temporal dilakukan dengan menghitung luas tutupan hutan pada setiap jangka 5 tahun pengamatan, yaitu 1990, 1995, 2000, 2010, 2015 dan 2020. Penyajiannya dalam bentuk grafik perubahan luas hutan (ha) periode 1990–2020. Analisis spasial dilakukan untuk memetakan distribusi perubahan tutupan hutan sehingga dapat diidentifikasi lokasi-lokasi yang mengalami deforestasi maupun pemulihan vegetasi. Pendekatan multitemporal digunakan untuk meningkatkan konsistensi deteksi perubahan dengan meminimalkan pengaruh awan dan gangguan atmosfer pada citra satelit.

2.3. Tahap Interpretasi

Tahap interpretasi dilakukan dengan melakukan tumpang susun hasil

analisis geologi, topografi, dan deforestasi pada Aplikasi QGIS versi 3.28.0, dan data meteorologi digunakan sebagai faktor pendukung dalam pembahasan hubungan antara dinamika deforestasi dan kondisi lingkungan. Interpretasi difokuskan pada:

- a. Pola spasial tutupan lahan berdasarkan perhitungan NDMI,
- b. Tren temporal perubahan tutupan lahan selama periode 1990–2020,

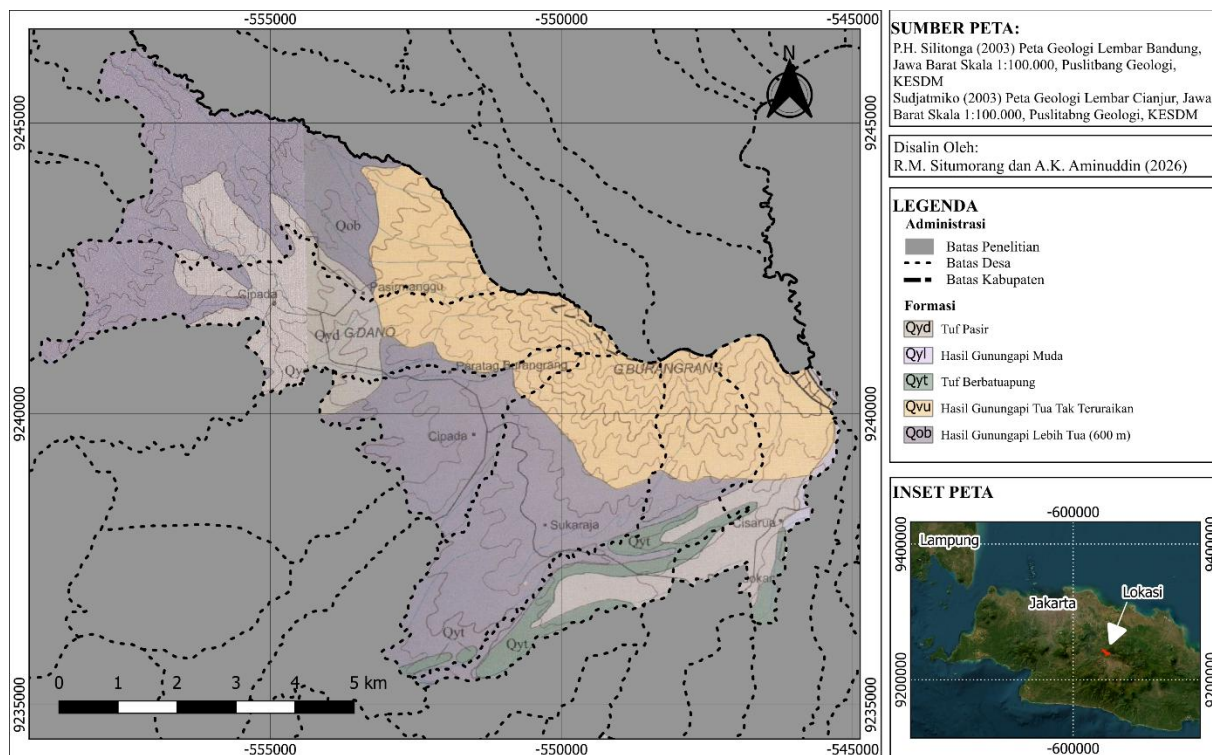
Hasil interpretasi ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi tata hutan di wilayah selatan Pegunungan Burangrang serta implikasinya terhadap kerentanan lingkungan dan potensi bencana geologi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Geologi Selatan Gunung

Burangrang

Wilayah selatan Pegunungan Burangrang secara geologi tersusun oleh satuan batuan gunungapi tua hingga lebih muda yang didominasi oleh tuf, breksi vulkanik, dan lava. Berdasarkan Peta Geologi Selatan Gunung Burangrang [11][12], Satuan yang berkembang di wilayah penelitian meliputi hasil gunungapi lebih tua (Qob), hasil gunungapi tua tak teruraikan (Qvu), tuf berbatuapung (Qyt), hasil gunungapi muda lava (Qyl), dan tuf pasir (Qyd) (lihat Gambar 1). Litologi tersebut umumnya memiliki tekstur halus hingga sedang dengan tingkat pelapukan tinggi.



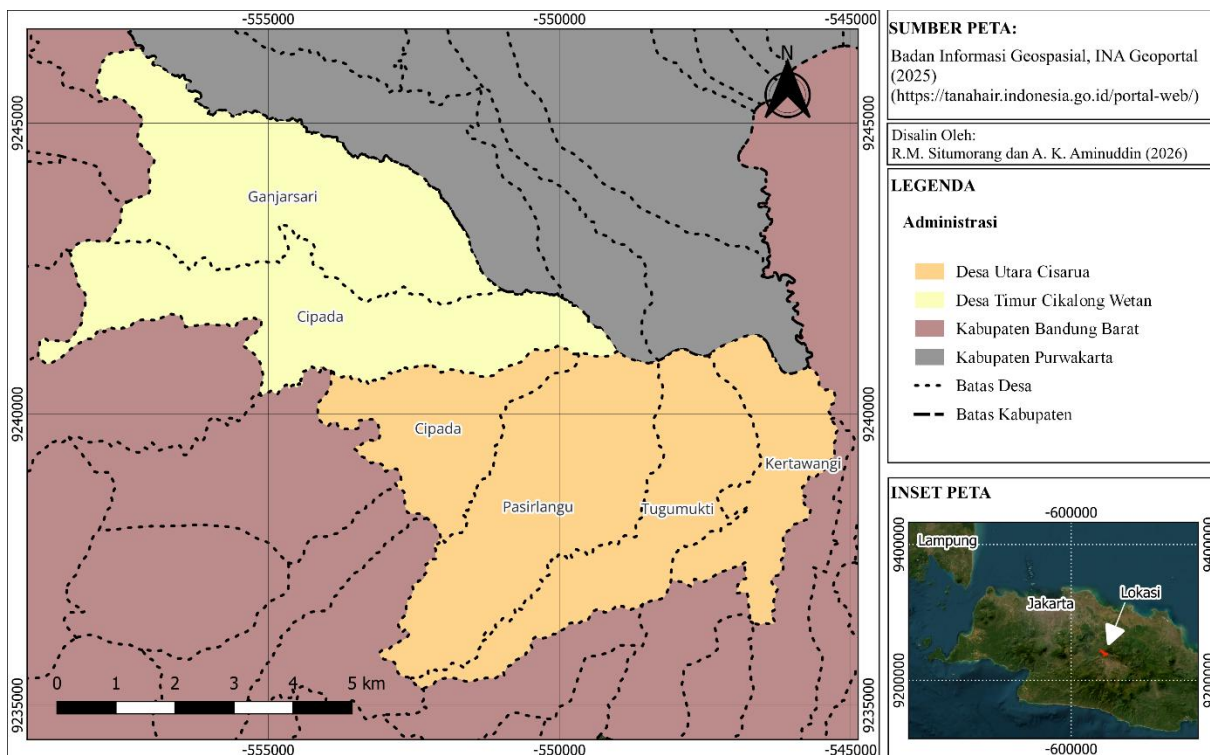
Gambar 1. Peta Geologi Selatan Gunung Burangrang [11][12]

Kondisi litologi vulkanik yang telah mengalami pelapukan lanjut menyebabkan tanah berkembang relatif tebal namun bersifat kurang stabil, terutama pada zona lereng curam. Kombinasi antara litologi vulkanik, kemiringan lereng tinggi, dan perubahan tutupan lahan menjadikan wilayah ini rentan terhadap proses denudasi, erosi, dan gerakan massa tanah. Keberadaan hutan pada kondisi geologi seperti ini berperan penting sebagai pengontrol kestabilan lereng melalui penguatan akar

dan pengaturan tata air tanah.

3.2. Kondisi Geografis Selatan Gunung Burangrang

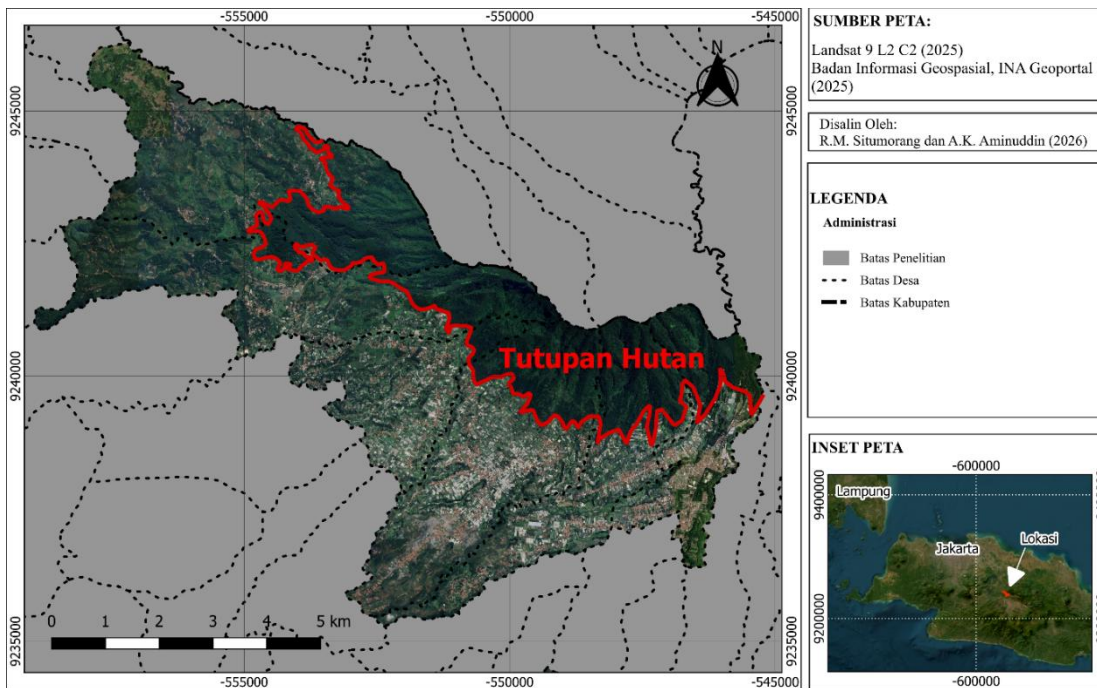
Berdasarkan wilayah administratif (lihat Gambar 2), wilayah penelitian mencakup beberapa desa di Kecamatan Cisarua dan Cikalong Wetan, Kabupaten Bandung Barat, yang berada pada lereng selatan Pegunungan Burangrang. Wilayah ini dicirikan oleh topografi pegunungan dengan kemiringan lereng dominan curam hingga sangat curam, terutama pada zona pinggir pegunungan.



Gambar 2. Batas-batas administrasi desa dan kabupaten

Citra satelit Landsat tahun 2025 menunjukkan bahwa kawasan lereng atas Gunung Burangrang bagian selatan masih mempertahankan tutupan vegetasi relatif rapat berupa hutan (lihat Gambar 3), sementara lereng tengah hingga bawah telah banyak mengalami konversi lahan menjadi permukiman, pertanian lahan

kering, dan kebun campuran. Pola pemanfaatan lahan tersebut umumnya mengikuti aksesibilitas dan kedekatan dengan jaringan jalan serta pusat aktivitas masyarakat, sehingga tekanan terhadap kawasan hutan meningkat dari waktu ke waktu.

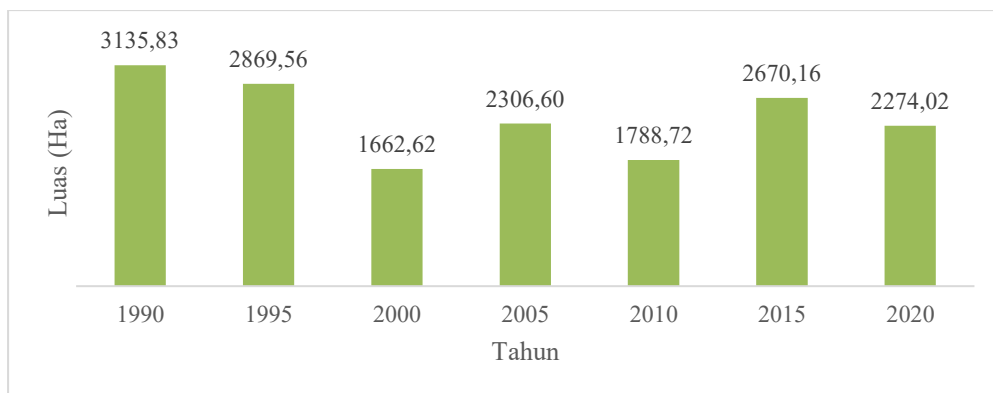


Gambar 3. Citra satelit wilayah lokasi penelitian tahun 2025.

3.3. Dinamika Deforestasi Selatan Gunung Burangrang

Hasil analisis perubahan tutupan hutan periode 1990–2020 menunjukkan adanya dinamika deforestasi yang bersifat fluktuatif dengan kecenderungan mengalami penurunan secara keseluruhan selama tiga dekade pengamatan (lihat

Gambar 4). Luas tutupan hutan pada tahun 1990 tercatat sebesar 3.135,83 ha, kemudian mengalami penurunan menjadi 2.869,56 ha pada tahun 1995, yang menunjukkan berkurangnya tutupan hutan sebesar 266,27 ha dalam kurun waktu lima tahun pertama.



Gambar 4. Luas Area tutupan vegetasi dalam Hektar pada Periode 1990-2020. Sumber: Hasil Analisis GEE (2026)

Penurunan yang paling signifikan terjadi pada periode 1995–2000, dimana luas tutupan hutan berkurang hingga mencapai 1.662,62 ha. Dengan demikian, selama periode tersebut terjadi kehilangan tutupan hutan sekitar 1.206,94 ha atau sekitar 42,06% dibandingkan kondisi tahun 1995. Penurunan tajam ini diduga berkaitan dengan meningkatnya tekanan pemanfaatan lahan, terutama ekspansi pertanian lahan kering, perkebunan rakyat, serta pembukaan lahan pada zona lereng bagian tengah hingga bawah yang relatif lebih mudah diakses.

Pada periode 2000–2005, luas tutupan hutan kembali meningkat menjadi 2.306,60 ha, mengindikasikan adanya proses regenerasi vegetasi, pertumbuhan hutan sekunder, maupun perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan sebagian wilayah kembali tertutup vegetasi berkayu. Namun demikian, tren penurunan kembali terjadi pada periode 2005–2010, dimana luas hutan berkurang menjadi 1.788,72 ha, menunjukkan bahwa tekanan terhadap kawasan hutan masih berlangsung.

Setelah tahun 2010, luas tutupan hutan menunjukkan kecenderungan meningkat hingga mencapai 2.670,16 ha pada tahun 2015. Peningkatan ini

mengindikasikan kemungkinan adanya proses suksesi alami, rehabilitasi lahan, maupun berkurangnya laju pembukaan kawasan hutan pada beberapa bagian wilayah penelitian. Akan tetapi, pada tahun 2020 luas tutupan hutan kembali mengalami penurunan menjadi 2.274,02 ha, sehingga secara keseluruhan kondisi tahun 2020 masih menunjukkan kehilangan tutupan hutan sekitar 861,81 ha dibandingkan kondisi awal tahun 1990.

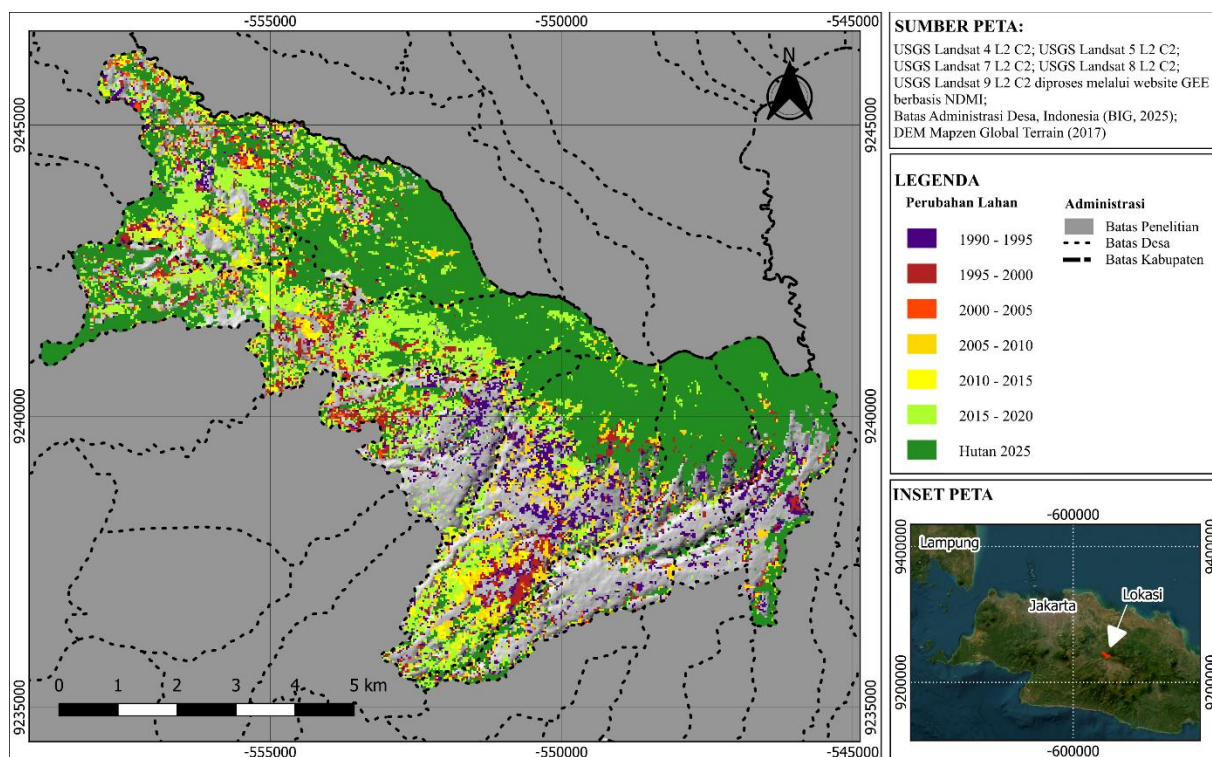
Secara umum, dinamika tutupan hutan di wilayah selatan Pegunungan Burangrang menunjukkan pola perubahan yang tidak linier, ditandai dengan fase penurunan tajam, periode pemulihan sementara, serta penurunan kembali pada akhir periode pengamatan. Pola tersebut mencerminkan interaksi yang kompleks antara faktor antropogenik, kondisi biofisik wilayah, serta kebijakan pengelolaan kawasan yang berubah dari waktu ke waktu. Distribusi spasial deforestasi yang ditunjukkan pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa sebagian besar kehilangan tutupan hutan terkonsentrasi pada zona lereng tengah hingga lereng bawah yang memiliki aksesibilitas lebih tinggi dan berdekatan dengan kawasan budidaya masyarakat.

Peningkatan luasan tutupan hutan

yang teridentifikasi pada beberapa periode, khususnya antara tahun 2000–2005 dan 2010–2015, bukan merupakan peningkatan pemulihan fungsi ekologis berupa hutan alam primer, melainkan berupa vegetasi sekunder, yaitu kebun campuran, maupun tegakan tanaman homogen yang memiliki kapasitas intersepsi hujan, sistem perakaran, serta kemampuan memperkuat kestabilan lereng yang berbeda dibandingkan hutan alami. Oleh karena itu, meskipun secara statistik terjadi peningkatan luasan tutupan vegetasi pada beberapa periode, kerentanan hidrogeomorfologi wilayah masih berpotensi tinggi, terutama pada zona dengan litologi vulkanik tua dan kemiringan lereng curam.

3.4. Dinamika Tutupan Hutan dalam Kaitannya dengan Perkembangan Wilayah

Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa perubahan tutupan hutan di bagian selatan Pegunungan Burangrang tidak berlangsung secara homogen, melainkan membentuk pola yang terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu. Berdasarkan visualisasi spasial deforestasi (lihat Gambar 5), sebagian besar area yang mengalami kehilangan tutupan hutan cenderung tersebar pada zona lereng bawah hingga lereng menengah, terutama pada bagian selatan dan barat daya wilayah penelitian. Sebaliknya, kawasan yang berada pada elevasi lebih tinggi dan memiliki topografi yang relatif terjal masih menunjukkan keberadaan tutupan vegetasi yang cukup stabil hingga akhir periode pengamatan.



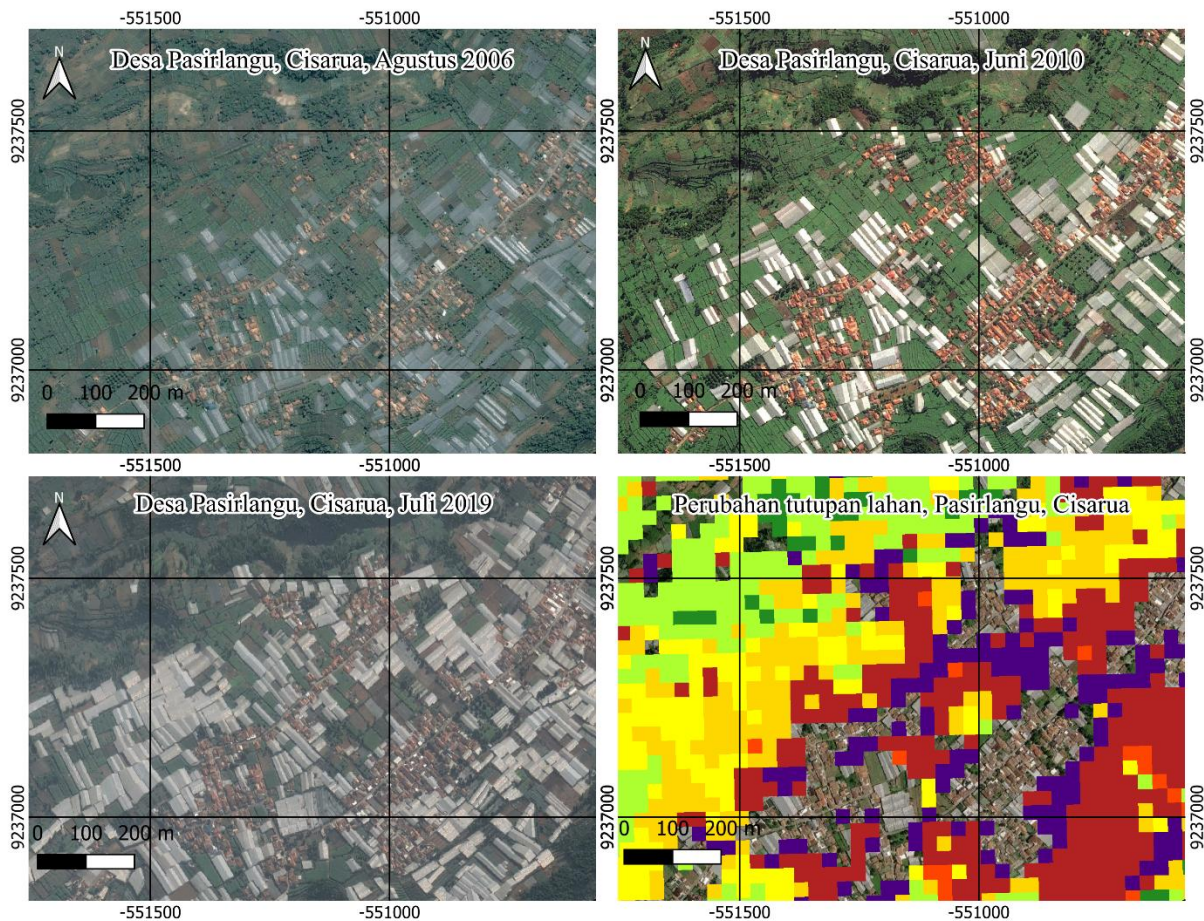
Gambar 5. Dinamika Perubahan Tutupan Lahan Selatan Gunung Burangrang

Pola spasial yang teramati di Pasirlangu bagian selatan (lihat Gambar 6) mengindikasikan adanya keterkaitan antara perubahan tutupan lahan dengan dinamika perkembangan wilayah di sekitar kawasan penelitian. Area-area yang mengalami perubahan umumnya berasosiasi dengan lokasi yang memiliki tingkat aksesibilitas lebih tinggi, ditandai oleh kedekatan dengan jaringan jalan, pusat aktivitas masyarakat, serta lahan budidaya eksisting. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan kemungkinan lebih dipengaruhi oleh intensifikasi pemanfaatan ruang dibandingkan oleh faktor-faktor alami semata.

Interpretasi visual menggunakan citra satelit Landsat memperlihatkan bahwa sebagian wilayah yang sebelumnya didominasi vegetasi telah berkembang menjadi mosaik penggunaan lahan yang terdiri atas kebun campuran, lahan pertanian, dan area terbangun dengan skala terbatas. Karakteristik bentang lahan vulkanik yang relatif subur pada lereng selatan dari Gunung Burangrang diduga turut mendukung berkembangnya aktivitas budidaya masyarakat, sehingga mendorong terjadinya konversi tutupan lahan pada beberapa bagian kawasan. Perkembangan infrastruktur jalan juga berpotensi meningkatkan akses menuju

area yang sebelumnya sulit dijangkau, sehingga memperbesar peluang terjadinya

perubahan penggunaan lahan secara bertahap.



Gambar 6. Perubahan Tutupan vegetasi menjadi permukiman dan atap untuk pembibitan di Desa Pasirlangu, Cisarua, Kabupaten Bandung Barat.

Beberapa lokasi menunjukkan indikasi peningkatan kembali tutupan vegetasi yang membentuk petak-petak vegetasi baru di antara area yang telah terkonversi. Kondisi tersebut kemungkinan mencerminkan proses regenerasi vegetasi sekunder, suksesi alami pada lahan yang ditinggalkan, maupun perubahan pola pengelolaan lahan yang memungkinkan pertumbuhan kembali vegetasi berkayu.

Namun demikian, peningkatan tutupan vegetasi yang teridentifikasi belum merepresentasikan pemulihan ekosistem hutan alam secara utuh. Vegetasi yang berkembang didominasi tegakan sekunder muda, kebun campuran, atau tanaman kehutanan yang secara spektral memiliki karakteristik menyerupai hutan, tetapi belum sepenuhnya mampu menggantikan struktur maupun fungsi ekologis hutan

alami.

Dinamika tutupan hutan di bagian selatan Pegunungan Burangrang selama periode pengamatan menunjukkan adanya transformasi lanskap yang ditandai oleh interaksi antara perkembangan wilayah, intensifikasi pemanfaatan lahan, dan proses regenerasi vegetasi. Pola perubahan tersebut memberikan gambaran bahwa kawasan penelitian masih mengalami tekanan penggunaan lahan, namun pada saat yang sama juga memiliki kapasitas untuk mengalami pemulihan vegetasi pada lokasi-lokasi tertentu.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan platform GEE dan indeks NDMI, tutupan hutan di bagian selatan Pegunungan Burangrang selama periode 1990–2020 menunjukkan dinamika yang bersifat fluktuatif dan tidak linier. Luas tutupan vegetasi mengalami penurunan dari 3.135,83 ha pada tahun 1990 menjadi 2.274,02 ha pada tahun 2020, yang mengindikasikan kehilangan tutupan lahan sebesar 861,81 ha atau sekitar 27,48% dari kondisi pada tahun 1990. Penurunan tutupan hutan paling signifikan terjadi pada periode 1995–2000 dan 2005–2010,

sedangkan peningkatan tutupan vegetasi teridentifikasi pada periode 2000–2005 dan 2010–2015.

Analisis spasial menunjukkan bahwa perubahan tutupan hutan cenderung terkonsentrasi pada bagian selatan dan barat daya wilayah penelitian, terutama pada zona lereng bawah hingga lereng menengah yang memiliki aksesibilitas relatif lebih tinggi. Interpretasi visual menggunakan citra Landsat periode 1990 - 2020 mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan berkaitan dengan dinamika perkembangan wilayah, termasuk perluasan lahan pertanian, kebun campuran, serta perkembangan kawasan permukiman yang mengikuti jaringan jalan dan pusat aktivitas masyarakat.

Dinamika tutupan lahan di selatan Pegunungan Burangrang periode 1990–2020 lebih mencerminkan proses transformasi lanskap yang dipengaruhi oleh interaksi antara intensifikasi pemanfaatan lahan, perkembangan wilayah, dan regenerasi vegetasi pada beberapa bagian kawasan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan analisis perubahan tutupan hutan dengan data studi erosi dan sedimentasi, penggunaan lahan, kepadatan permukiman, serta inventarisasi vegetasi

lapangan guna meningkatkan ketelitian interpretasi perubahan lanskap di wilayah sekitar Pegunungan Burangrang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung sebagai tempat pengolahan data spasial selama melakukan penelitian, dan

terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lambin, Eric F., Helmut J. Geist, and Erika Lepers. "Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions." *Annual review of environment and resources* 28.1 (2003): 205-241. doi: 10.1146/annurev.energy.28.050302.105459
- [2] FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Main report. Rome, Italy. 1-184. doi:10.4060/ca9825en.
- [3] IPCC. 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- [4] Hamilton, L.S. The protective role of mountain forests. *GeoJournal*. 27, (1992): 13–22. doi: 10.1007/BF00150632
- [5] Shroder Jr, J. F., & Bishop, M. P. 2004. Mountain geomorphic systems. Geographic information science and mountain geomorphology, Springer, Berlin-Germany.

- [6] Husodo, T., Ali, Y., Mardiyah, S. R., Shanida, S. S., Abdoellah, O. S., dan Wulandari, I. Perubahan lahan vegetasi berbasis citra satelit di DAS Citarum, Bandung, Jawa Barat. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1), (2021): 54-63. doi: 10.22146/mgi.61217
- [7] Fadhil, M. Y., Hidayat, Y., Murtilaksono, K., & Baskoro, D. P. T.. Perubahan penggunaan lahan dan karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), (2021): 213-220. doi: 10.18343/jipi.26.2.213
- [8] Dasanto, B. D. & Risyanto. Evaluasi dampak perubahan penggunaan lahan terhadap volume limpasan studi kasus: DAS ciliwung hulu, jawa barat (evaluation of landuse change impact on run-off volume case study: Ciliwung hulu watershed, west java). *Agromet*, 20(2), (2006): 1-13.
- [9] Hu, C., Ran, G., Li, G., Yu, Y., Wu, Q., Yan, D., & Jian, S. The effects of rainfall characteristics and land use and cover change on runoff in the Yellow River basin, China. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 69(1), (2021): 29-40. doi: 10.2478/johh-2020-0042
- [10] Arianto, D., Limantara, L. M., dan Wahyuni, S. Studi Perubahan Karakteristik Hidrologi (Debit Puncak dan Waktu Puncak) Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di DAS Citanduy. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), (2024): 64-77. doi: 10.21776/ub.jtresda.2024.004.01.006
- [11] Silitonga, P.H. (2003). Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa 9/XIII-F, Skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Kementerian ESDM.
- [12] Sudjatmiko. (2003). Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa 9/XIII-E, Skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Kementerian ESDM.
- [13] Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27. doi:10.1016/j.rse.2017.06.031

- [14] Brovelli, Maria Antonia, Yaru Sun, & Vasil Yordanov. Monitoring forest change in the amazon using multi-temporal remote sensing data and machine learning classification on Google Earth Engine. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9.10 (2020): 580. doi: 10.3390/ijgi9100580
- [15] Huacani, W., Meza, N. P., Aguirre, F., Sanchez, D. D., & Luque, E. N. Analysis of Deforested Area Using Google Earth Engine in The Period 2001–2020 In the Apurimac Region. *J. Internet e-Bus. Stud.* (2022): 1-14. doi: 10.5171/2022.988227.
- [16] Roy, D. P., Wulder, M. A., Loveland, T. R., Ce, W., Allen, R. G., Anderson, M. C., ... & Zhu, Z. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote sensing of Environment*, 145, (2014): 154-172. doi:10.1016/j.rse.2014.02.001
- [17] Gao, B. C. NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58.3 (1996): 257-266. doi:10.1016/S0034-4257(96)00067-3
- [18] Situmorang, R. M., dan Santoso, H. Dinamika Tutupan Hutan pada Lanskap Penyangga Karst Sangkulirang 1990–2020 dan Implikasinya terhadap Pengelolaan Karst. *Bulletin of Scientific Contribution* 24.1 (2026): 33-44. doi: 10.24198/bsc.v24i1.70114