



MODEL SPASIAL PENETAPAN AREAL KONSERVASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BERBASIS JASA EKOSISTEM (JE): STUDI KASUS DAS CITARUM, PROVINSI JAWA BARAT

IRMADI NAHIB



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul Model Spasial Penetapan Areal Konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berbasis Jasa Ekosistem (JE): Studi Kasus DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Irmadi Nahib
P0602231009



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

IRMADI NAHIB. Model Spasial Penetapan Areal Konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berbasis Jasa Ekosistem (JE): Studi Kasus DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat. Dibimbing oleh WIDIATMAKA, SURIA DARMA TARIGAN, and WIWIN AMBARWULAN.

Daerah aliran sungai (DAS) Citarum merupakan kawasan strategis yang menopang ketahanan air, pangan, energi, dan keberlanjutan lingkungan bagi Provinsi Jawa Barat dan wilayah metropolitan Jakarta. DAS ini menyuplai air baku, mendukung sistem irigasi dan pembangkit listrik tenaga air, serta menyediakan berbagai fungsi ekologis penting. Dalam beberapa dekade terakhir, pertumbuhan penduduk, urbanisasi, ekspansi pertanian, industrialisasi, dan perubahan iklim telah mendorong perubahan tutupan dan penggunaan lahan (TPL) yang berdampak pada degradasi hutan, peningkatan erosi dan sedimentasi, penurunan kualitas dan kuantitas air, serta berkurangnya kapasitas penyimpanan karbon. Perubahan TPL yang tidak terkendali mengganggu keseimbangan antara pembangunan dan kelestarian lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan perencanaan DAS yang mengintegrasikan dinamika lahan, jasa ekosistem (JE), nilai ekonomi jasa ekosistem (NEJE), dan perencanaan konservasi secara spasial dan terpadu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model spasial perencanaan konservasi DAS berbasis JE. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perubahan TPL tahun 2003, 2013, dan 2023 serta memproyeksikan TPL tahun 2043 dalam beberapa skenario; (2) menyusun model JE, yaitu hasil air (HA), retensi sedimen (RS), dan stok karbon (SK), serta menganalisis hubungan sinergi dan *trade-off* antar JE; (3) menilai dinamika nilai ekonomi JE (NEJE) berdasarkan fungsi penyediaan air, pengendalian erosi, pengaturan iklim, dan penyediaan bahan pangan, serta menganalisis sensitivitas NEJE terhadap perubahan TPL; dan (4) menyusun model spasial perencanaan konservasi DAS berbasis JE.

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus 2024 hingga Maret 2025 di DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat. Metodologi penelitian terdiri atas empat tahapan utama. Tahap pertama adalah analisis perubahan dan proyeksi TPL menggunakan citra Landsat 5 dan Landsat 8/OLI yang diklasifikasikan dengan algoritma *Random Forest* (RF) pada platform *Google Earth Engine* (GEE). Proyeksi TPL tahun 2043 dilakukan dengan model *Multi Layer Perceptron-Markov Chain* (MLP-MC) pada platform Idrisi TerrSet dengan tiga skenario, yaitu *business as usual* (BAU), perlindungan lahan sawah (PLS), dan perlindungan hutan (PH). Tahap kedua adalah pemodelan JE menggunakan perangkat *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs* (InVEST). Model *Annual Water Yield* digunakan untuk menghitung HA, *Sediment Delivery Ratio* (SDR) untuk RS, dan *Carbon Storage and Sequestration* untuk SK. Hubungan sinergi dan *trade-off* antar JE dianalisis menggunakan korelasi Pearson dan analisis Moran's I bivariat untuk mengidentifikasi keterkaitan dan konflik spasial antar JE. Tahap ketiga adalah perhitungan nilai ekonomi JE menggunakan pendekatan *traditional benefit transfer* (TBT) dan *spatial benefit transfer* (SBT) yang merupakan pengembangan dari metode TBT. Pendekatan SBT mengintegrasikan variabel biofisik : HA, RS, SK, dan *normalized difference vegetation index* (NDVI) serta variabel sosial ekonomi : upah minimum kabupaten/kota (UMK) dan produk domestik regional bruto

(PDRB) sebagai faktor koreksi dalam unit analisis grid dengan resolusi 100 m × 100 m. Tahap keempat adalah penyusunan zonasi areal konservasi menggunakan pendekatan perencanaan konservasi sistematis (PKS) dengan perangkat lunak Marxan. Penyusunan areal konservasi dilakukan dengan dua skenario yaitu skenario A yang memasukkan kawasan konservasi eksisting dan skenario B yang tidak memasukkan kawasan konservasi eksisting. Perbedaan pola spasial antar skenario dianalisis menggunakan *Jensen-Shannon Divergence* (JSD) dan analisis *overlay* dalam ArcGIS.

Hasil analisis TPL selama 2003–2023, hutan dan semak belukar menurun masing-masing sebesar 101.161 ha (47,63%) dan 13.387 ha (34,62%), sementara pemukiman dan pertanian lahan kering meningkat 32.518 ha (89,49%) dan 78.634 ha (38,87%). Validasi model menunjukkan akurasi tinggi dengan nilai Kappa 0,91. Proyeksi tahun 2043 menunjukkan bahwa pada skenario BAU, tren degradasi berlanjut dengan penurunan luas hutan sebesar 38.561 ha (34,66%), peningkatan lahan terbangun sebesar 25.328 ha (36,79%), dan peningkatan pertanian lahan kering sebesar 20.936 ha (7,45%). Skenario PLS efektif mempertahankan sawah, tetapi kurang mampu menekan deforestasi. Sedangkan skenario PH paling efektif menjaga hutan meskipun mengurangi luas perkebunan. Temuan ini menunjukkan adanya *trade-off* antara perlindungan pangan dan konservasi ekosistem yang memerlukan integrasi kebijakan lintas sektor.

Pemetaan JE menunjukkan bahwa antara 2003–2013, total HA dan total SK mengalami penurunan sebesar 25,39% dan 6,81%, sedangkan RS meningkat 20,27%. Pada periode 2013–2023, penurunan HA dan SK sebesar 19,31% dan 0,37%, sementara RS meningkat sebesar 14,00%. Pola ini mencerminkan dampak konversi hutan menjadi pertanian lahan kering dan pemukiman. Analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya sinergi kuat antara HA-RS (0,613–0,652), serta sinergi lemah antara HA-SK (0,280–0,262) serta RS-SK (0,297–0,349). Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa terdapat wilayah yang mengalami *trade-off* dan terdapat wilayah lain yang menunjukkan hubungan sinergis.

Analisis NEJE dengan metode SBT menunjukkan penurunan total NEJE sebesar US\$ 108,07 juta (–25,48%) selama 2003–2023. Penurunan terbesar terjadi pada periode 2003–2013 sebesar US\$ 67,64 juta (–15,95%), sedangkan pada 2013–2023 sebesar US\$ 40,43 juta (–11,34%). Berdasarkan fungsi JE, NEJE penyediaan air menyumbang penurunan terbesar dengan nilai US\$ 44,93 juta (36,57%), dan NEJE fungsi pengaturan iklim sebesar US\$ 38,80 juta (26,14%). Metode SBT menghasilkan faktor koreksi sebesar 0,34–0,56 terhadap NEJE dengan metode TBT. Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa hutan memiliki indeks tertinggi (rata-rata 0,6851), menunjukkan hutan relatif stabil terhadap perubahan NEJE.

Hasil simulasi Marxan menunjukkan bahwa pendekatan multi-JE (*all ecosystem services*, AES) menghasilkan konfigurasi areal konservasi paling optimal dibandingkan pendekatan JE tunggal. Pada target perlindungan JE sebesar 60%, skenario A menghasilkan areal konservasi seluas 247.600 ha (34,24%) dengan pola distribusi yang berdekatan dengan kawasan konservasi eksisting, mencerminkan keterhubungan dan kesinambungan ekologi yang baik. Skenario B menghasilkan areal konservasi seluas 217.400 ha (30,04%) dengan areal yang tersebar dan terfragmentasi. Strategi penerapan skenario sangat tergantung kebijakan pengelolaan untuk menambah areal konservasi eksisting atau mencari

areal potensi untuk dicadangkan sebagai areal konservasi. Nilai JSD sebesar 0,89 menunjukkan perbedaan pola distribusi spasial yang signifikan antara kedua skenario konservasi. Areal dengan status yang sama pada kedua peta tersebut adalah seluas 425.600 ha (58,85%) yakni areal konservasi sebesar 83.700 ha (11,57%) dan areal non konservasi sebesar 341.900 ha (47,28%).

Penelitian ini menghasilkan kerangka kerja perencanaan konservasi DAS berbasis JE yang komprehensif dan aplikatif. Model yang dikembangkan ini menyediakan dasar ilmiah yang kuat bagi perencanaan tata ruang, pengendalian degradasi lingkungan, dan implementasi kebijakan konservasi DAS yang selaras dengan agenda nasional dan global, termasuk target 30 by 30 dalam kerangka *Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework*.

Kata kunci: degradasi lingkungan, hasil air, InVEST, retensi sedimen, stok karbon, *spatial benefit transfer*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

IRMADI NAHIB. Spatial Model for Determining Watershed Conservation Areas Based on Ecosystem Services (ES): A Case Study of the Citarum Watershed, West Java Province, Indonesia. Supervised by WIDIATMAKA, SURIA DARMA FARIGAN, dan WIWIN AMBARWULAN.

The Citarum watershed represents a strategic region that supports water, food, and energy security, as well as environmental sustainability for West Java Province and the Jakarta metropolitan area. This watershed supplies raw water, sustains irrigation systems and hydropower generation, and provides essential ecological functions. Over recent decades, population growth, urbanization, agricultural expansion, industrialization, and climate change have driven land use/land cover (LULC) changes, resulting in forest degradation, increased erosion and sedimentation, declining water quality and quantity, and reduced carbon storage capacity. Uncontrolled LULC changes have disrupted the balance between development and environmental sustainability. Therefore, an integrated watershed planning approach is required, incorporating land dynamics, ecosystem services (ES), ecosystem service values (ESV), and spatially explicit conservation planning.

This study aims to develop a spatial model for ecosystem service-based watershed conservation planning. Specifically, the objectives are to: (1) analyze LULC changes in 2003, 2013, and 2023 and project LULC in 2043 under multiple scenarios; (2) assess three key ecosystem services: water yield (WY), sediment retention (SR), and carbon storage (CS) and analyze synergies and trade-offs among them; (3) evaluate the dynamics of ecosystem service values (ESV) based on water provision, erosion control, climate regulation, and food provisioning functions, and analyze their sensitivity to LULC changes; and (4) develop a spatially explicit conservation planning model based on ES.

The study was conducted from August 2024 to March 2025 in the Citarum watershed, West Java Province. The methodology consists of four main stages. First, LULC change analysis and projection were conducted using Landsat 5 and Landsat 8/OLI imagery classified with the Random Forest (RF) algorithm on the Google Earth Engine (GEE) platform. LULC projection for 2043 was performed using the Multi Layer Perceptron–Markov Chain (MLP-MC) model in Idrisi TerrSet under three scenarios: business-as-usual (BAU), paddy field protection (PFP), and forest protection (FP). Second, ecosystem services were modeled using the Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST) tool. The Water Yield model was used for WY, the Sediment Delivery Ratio (SDR) model for SR, and the Carbon Storage and Sequestration model for CS. Synergies and trade-offs among ES were analyzed using Pearson correlation and bivariate Moran's I to identify spatial associations and potential conflicts among services. The third stage involves estimating the economic value of ecosystem services (ESV) using both the traditional benefit transfer (TBT) approach and the spatial benefit transfer (SBT) approach, which is an extension of the TBT method. The SBT approach integrates biophysical variables, namely water yield (WY), sediment retention (SR), carbon storage (CS), and the normalized difference vegetation index (NDVI), as well as socioeconomic variables, including regional minimum

wage (RMW) and gross regional domestic product (GRDP), as correction factors within a 100 m × 100 m grid-based unit of analysis. This method produced locally adjusted correction factors, allowing ESV estimates to better reflect the biophysical and socio-economic conditions of the Citarum watershed. Fourth, conservation zoning was developed using a systematic conservation planning (SCP) approach implemented in Marxan. Two scenarios were applied: scenario A included existing conservation areas, while scenario B excluded them. Spatial differences between scenarios were assessed using Jensen–Shannon Divergence (JSD) and overlay analysis in ArcGIS.

The results indicate that between 2003 and 2023, forest and shrubland areas decreased by 101,161 ha (47.63%) and 13,387 ha (34.62%), respectively, while built-up areas and dryland agriculture increased by 32,518 ha (89.49%) and 78,634 ha (38.87%). Model validation showed high accuracy with a Kappa coefficient of 0.91. Projections for 2043 under the BAU scenario indicate continued degradation, with forest area declining by 38,561 ha (34.66%), built-up areas increasing by 25,328 ha (36.79%), and dryland agriculture expanding by 20,936 ha (7.45%). The PFP (Paddy Field Protection) scenario effectively preserves paddy fields but is less effective in preventing deforestation, whereas the FP (Forest Protection) is most effective in conserving forests, albeit at the expense of plantation areas. These findings highlight trade-offs between food security and ecosystem conservation, necessitating cross-sectoral policy integration.

Ecosystem service mapping shows that between 2003 and 2013, total WY and CS declined by 25.39% and 6.81%, respectively, while SR increased by 20.27%. Between 2013 and 2023, WY and CS further declined by 19.31% and 0.37%, respectively, while SR increased by 14.00%. This pattern reflects the impact of forest conversion to dryland agriculture and built-up areas. Pearson correlation analysis reveals a strong synergy between WY and SR (0.613–0.652), and weak synergies between WY and CS (0.280–0.262) as well as between SR and CS (0.297–0.349). The bivariate spatial analysis further indicates the coexistence of trade-off and synergy relationships across different areas, suggesting spatial heterogeneity in ecosystem service interactions.

The valuation of ecosystem services (ESV) using the spatial benefit transfer (SBT) method indicates a total decline of US\$ 108.07 million (–25.48%) over the period 2003–2023. The largest decrease occurred during 2003–2013, amounting to US\$ 67.64 million (–15.95%), while a further decline of US\$ 40.43 million (–11.34%) was observed during 2013–2023. Based on ecosystem service functions, water provisioning contributed the largest reduction, valued at US\$ 44.93 million (36.57%), followed by climate regulation at US\$ 38.80 million (26.14%). The developed SBT model produced spatially explicit correction factors ranging from 0.34 to 0.56 relative to estimates derived from the TBT approach. Sensitivity analysis results indicate that forest ecosystems exhibit the highest index (mean = 0.6851), suggesting that forests are less vulnerable (relatively stable) to changes in ESV.

The results of the Marxan simulations demonstrate that the multi-ecosystem services approach (all ecosystem services, AES) yields the most optimal conservation areas compared to single-service approaches. At a conservation target of 60%, Scenario A generates a conservation area of 247,600 ha (34.24%), with a spatial distribution closely aligned with existing conservation areas, reflecting





strong ecological connectivity and continuity. In contrast, Scenario B produces a conservation area of 217,400 ha (30.04%), characterized by a more fragmented spatial pattern. The implementation of these scenarios is highly dependent on management policies, particularly whether to expand existing conservation areas or designate new potential areas for conservation. A Jensen–Shannon Divergence (JSD) value of 0.89 indicates a significant difference in spatial distribution patterns between the two conservation scenarios. Areas with consistent status across both maps cover 425,600 ha (58.85%), consisting of 83,700 ha (11.57%) of conservation areas and 341,900 ha (47.28%) of non-conservation areas.

This study provides a comprehensive and applicable framework for ecosystem service-based watershed conservation planning. The developed model offers a robust scientific basis for spatial planning, environmental degradation control, and the implementation of watershed conservation policies aligned with national and global agendas, including the 30 by 30 target under the Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework.

Keywords: carbon storage, environmental degradation, integrated valuation of ecosystem services and trade-offs (InVEST), sediment retention, spatial benefit transfer, water yield

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



MODEL SPASIAL PENETAPAN AREAL KONSERVASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BERBASIS JASA EKOSISTEM (JE): STUDI KASUS DAS CITARUM, PROVINSI JAWA BARAT

IRMADI NAHIB

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam
dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Yudi Setiawan, S.P., M.Env.Sc.
- 2 Dr. Yudi Wahyudin, S.Pi.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Yudi Setiawan, S.P., M.Env.Sc.
- 2 Dr. Yudi Wahyudin, S.Pi.

Judul Disertasi : Model Spasial Penetapan Areal Konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berbasis Jasa Ekosistem (JE) : Studi Kasus DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat

Nama : Irmadi Nahib
NIM : P0602231009

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA, IPU.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc.

Pembimbing 3:
Dr. Ir. Wiwin Ambarwulan, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut, M.Sc, F.Trop
NIP 197311261998022001

Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc
NIP 196607281991031002

Tanggal Ujian: 18 Mei 2026

Tanggal Lulus: Juni 2026

Tanggal Sidang Promosi Terbuka: 9 Juni 2026



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga disertasi ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 sampai bulan Maret 2025 ini diberi judul Model Spasial Penetapan Areal Konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Berbasis Jasa Ekosistem (JE): Studi Kasus DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat. Penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA, IPU selaku ketua komisi pembimbing, juga kepada Prof. Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc dan Dr. Ir. Wiwin Ambarwulan, M.Sc selaku anggota komisi pembimbing yang telah membimbing, memberikan masukan dan arahan ilmiah kepada penulis.
2. Dr. Yudi Setiawan, S.P., M.Env.Sc dan Dr. Yudi Wahyudin, S.Pi. selaku penguji dan promotor luar komisi pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan ilmiah kepada penulis.
3. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB University, Sekolah Pascasarjana IPB University beserta staf dan jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu dengan menghadirkan pelayanan akademik terbaik.
4. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang memberikan beasiswa Degree By Research (DBR) berdasarkan Keputusan Deputy Bidang Sumber Daya Manusia Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Badan Riset Dan Inovasi Nasional Nomor 111/II/HK/2023.
5. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian berdasarkan Kontrak Pelaksanaan Penelitian Tahun 2024 Nomor: 027/E5/PG.02.00.PL/2024, tanggal 11 Juni 2024 (Penelitian Disertasi Doktor).
6. Pusat Riset Limnologi dan Sumberdaya Air, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), yang telah memberikan fasilitas laboratorium untuk menganalisis data penelitian.
7. Badan Perencana Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Jawa Barat, Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Citarum-Ciliwung, yang telah memberikan dukungan data untuk pelaksanaan penelitian.



8. Dr. Fadhlullah Ramadhani yang telah membantu menganalisis data dan mengembangkan model dalam penelitian disertasi ini.
9. Orang tua, istri, anak-anak serta keluarga besar penulis atas segala doa, dukungan, kasih sayang dan semangat yang telah diberikan.
10. Teman-teman seperjuangan program Doktor PSL IPB 2023 dan rekan peneliti PR Limnologi dan Sumberdaya Air, atas motivasi, saran dan kerja samanya.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Irmadi Nahib

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
DAFTAR SINGKATAN DAN AKRONIM	xxvi
DAFTAR ISTILAH	xxviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kerangka Pemikiran	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.7 Kebaruan (<i>novelty</i>)	4
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pemodelan Spasial	7
2.2 Perencanaan Wilayah dan Tata Ruang	7
2.3 Perencanaan Konservasi Sistematis	8
2.4 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai	9
2.5 Sumber Daya Alam dan Jasa Ekosistem	10
2.6 Penilaian dan Pemetaan Jasa Ekosistem	11
2.7 Model Jasa Ekosistem: <i>Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST)</i>	12
2.7.1 Jasa Ekosistem Hasil Air	13
2.7.2 Jasa Ekosistem Retensi Sedimen	14
2.7.3 Jasa Ekosistem Stok Karbon	14
2.8 Penginderaan Jauh	15
2.9 Sistem Informasi Geografis (SIG)	16
2.10 Tutupan dan Penggunaan Lahan (TPL) dan Prediksi Perubahan TPL	17
III METODOLOGI	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	20
3.2.1 Karakteristik Tanah	20
3.2.2 Karakteristik Curah Hujan	21
3.2.3 Tutupan dan Penggunaan Lahan dan Kawasan Hutan	22
3.2.4 Kondisi Sosial dan Ekonomi	23
3.3 Rancangan Penelitian	25
IV DINAMIKA DAN PREDIKSI TUTUPAN DAN PENGGUNAAN LAHAN DAS CITARUM	29
4.1 Abstrak	29

4.2	Pendahuluan	29
4.3	Metode	30
4.3.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data Citra Satelit	30
4.3.2	Analisis Klasifikasi TPL tahun 2003, 2013, dan 2023	32
4.3.3	Analisis Perubahan TPL Periode Tahun (2003-2013, 2013-2023, dan 2003-2023)	32
4.3.4	Pemodelan Prediksi TPL Tahun 2043 berdasarkan Tiga Skenario	33
4.3.5	Validasi dan Interpretasi	36
4.4	Hasil	37
4.4.1	Peta TPL dan Penilaian Akurasi	37
4.4.2	Analisis Perubahan TPL (2003-2023)	40
4.4.3	Prediksi dan Validasi Peta TPL tahun 2023	41
4.4.4	Prediksi TPL 2043 menggunakan Tiga Skenario	43
4.5	Pembahasan	46
4.5.1	Dinamika dan Prediksi TPL	46
4.5.2	Implikasi Kebijakan Pengelolaan DAS	48
4.6	Kesimpulan	49
V	MODEL SPASIAL JASA EKOSISTEM DAS CITARUM	51
5.1	Abstrak	51
5.2	Pendahuluan	51
5.3	Metode	52
5.3.1	Pengumpulan dan Persiapan Data	53
5.3.2	Pemodelan Jasa Ekosistem	53
5.3.3	Analisis Perubahan Jasa Ekosistem	56
5.3.4	Hubungan antar JE: <i>Trade-off</i> dan Sinergi	56
5.4	Hasil	57
5.4.1	Dinamika Jasa Ekosistem Hasil Air	57
5.4.2	Dinamika Jasa Ekosistem Retensi Sedimen	60
5.4.3	Dinamika Jasa Ekosistem Stok Karbon	63
5.4.4	Hubungan <i>Trade-off</i> dan Sinergi JE	66
5.5	Pembahasan	69
5.5.1	Analisis Heterogenitas Spasial JE	69
5.5.2	Hubungan <i>Trade-off</i> dan Sinergi JE	72
5.6	Kesimpulan	73
VI	NILAI EKONOMI JASA EKOSISTEM SPASIAL DAS CITARUM	75
6.1	Abstrak	75
6.2	Pendahuluan	75
6.3	Metode	76
6.3.1	Persiapan dan Data Input	76
6.3.2	Pemetaan dan Penghitungan Nilai Ekonomi Jasa	78
6.3.3	Ekosistem Analisis Perubahan Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem dan Sensitivitas	79
6.4	Hasil	79

6.4.1	Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem	79
6.4.2	Analisis Dampak Perubahan TPL terhadap Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem	88
6.4.3	Analisis Sensitivitas Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem	89
6.5	Pembahasan	90
6.5.1	Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem	90
6.5.2	Dampak Perubahan TPL terhadap Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem	91
6.5.3	Indeks Sensitivitas berbagai TPL	92
6.6	Kesimpulan	93
VII	MODEL SPASIAL PENETAPAN AREAL KONSERVASI DAS CITARUM BERBASIS JASA EKOSISTEM	95
7.1	Abstrak	95
7.2	Pendahuluan	95
7.3	Metode	96
7.3.1	Penyusunan Fitur Biaya Konservasi	96
7.3.2	Penyusunan Fitur Konservasi	98
7.3.3	Identifikasi Areal Konservasi	98
7.3.4	Pengukuran Kemiripan Distribusi Spasial Optimal	100
7.3.5	Analisis Statistik Distribusi Areal Konservasi pada Kelas Jasa Ekosistem	101
7.4	Hasil	102
7.4.1	Model Areal Konservasi Pendekatan JE Tunggal vs Multi JE	102
7.4.2	Areal Konservasi Berbasis Skenario A	104
7.4.3	Areal Konservasi Berbasis Skenario B	105
7.4.4	Analisis Kemiripan Distribusi Spasial Areal Konservasi	106
7.4.5	Distribusi Areal Konservasi Terhadap Kelas Jasa Ekosistem	109
7.5	Pembahasan	110
7.5.1	Model Areal Konservasi Pendekatan JE Tunggal vs Multi JE	110
7.5.2	Areal Konservasi Berbasis Skenario A dan B	111
7.5.3	Analisis Kemiripan Distribusi Spasial Areal Konservasi	113
7.5.4	Evaluasi Areal Konservasi Skenario A dan B	114
7.6	Kesimpulan	120
VIII	PEMBAHASAN UMUM	121
8.1	Pendahuluan	121
8.2	Dinamika Spasial-Temporal DAS Citarum: Transformasi Tutupan dan Penggunaan Lahan dan Implikasinya	122
8.3	Hubungan Spasial Antar-JE: Pola <i>Trade-off</i> dan Sinergi	123
8.4	Dampak Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan terhadap Ketersediaan dan Nilai Ekonomi JE	123
8.5	Model Spasial Perencanaan Konservasi Berbasis Multi Jasa Ekosistem	124



IX	KESIMPULAN DAN SARAN	127
9.1	Kesimpulan	127
9.2	Saran	127
	DAFTAR PUSTAKA	129
	LAMPIRAN	155
	RIWAYAT HIDUP	195

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1.1	Penelitian yang pernah dilakukan terkait novelty	5
2.1	Komponen jasa ekosistem	12
3.1	Tipe TPL DAS Citarum tahun 2003–2023	24
3.2	Luas kawasan hutan DAS Citarum	25
3.3	Produk domestik regional bruto atas dasar harga konstan menurut kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat (triliun Rupiah)	26
3.4	Upah minimum provinsi dan upah minimum kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat (Rp juta/bulan)	27
3.5	Matriks pencapaian tujuan penelitian	29
4.1	<i>Cramer's Value Coefficient</i> untuk variabel perubahan TPL (2003–2013)	37
4.2	Matriks kesalahan	38
4.3	Luas berbagai tipe TPL di DAS Citarum tahun 2003–2023	41
4.4	Perubahan luas berbagai tipe TPL di DAS Citarum tahun 2003–2023	41
4.5	Penilaian akurasi klasifikasi TPL 2003, 2013 dan 2023 (%)	42
4.6	Kenaikan, penurunan dan rerata perubahan TPL per tahunan	43
4.7	Matriks probabilitas transisi antar TPL pada periode 2003–2013 untuk memprediksi peta tahun 2023 dalam pemodelan MLP	44
4.8	Luas TPL 2023 (aktual dan proyeksi)	44
4.9	Nilai indeks Kappa untuk memprediksi TPL 2023 dan persetujuan/ketidaksetujuan untuk memprediksi TPL 2023	45
4.10	Proyeksi TPL 2043 berdasarkan tiga skenario	46
4.11	Perubahan luas berbagai tipe TPL berdasarkan tiga skenario di DAS Citarum tahun 2023–2043	46
5.1	Faktor konversi karbon berdasarkan tipe TPL	57
5.2	Rerata dan total hasil air di DAS Citarum tahun 2003, 2013 dan 2023	62
5.3	Rerata dan total retensi sedimen di DAS Citarum tahun 2003, 2013 dan 2023	65
5.4	Rerata dan total stok karbon di DAS Citarum tahun 2003, 2013 dan 2023	68
5.5	Rerata dan total stok karbon berdasarkan tipe TPL di DAS Citarum tahun 2003, 2013 dan 2023.	68
5.6	Korelasi Pearson jasa ekosistem di DAS Citarum 2003–2023	79
6.1	Nilai indeks TPL terhadap fungsi jasa ekosistem	80
6.2	Nilai ekuivalen faktor biofisik dan sosial ekonomi DAS Citarum	80
6.3	Nilai ekonomi jasa ekosistem berdasarkan TPL (USD ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	82
6.4	Total nilai ekonomi jasa ekosistem menurut tipe TPL di DAS Citarum tahun 2003–2023 (US\$ 10 ⁶ tahun ⁻¹)	82
6.5	Rekapitulasi nilai ekonomi jasa ekosistem berdasarkan fungsi JE di DAS Citarum tahun 2003–2023 (US\$ 10 ⁶ tahun ⁻¹)	82
6.6	Total nilai ekonomi jasa ekosistem menurut tipe TPL di DAS Citarum	89
6.7	tahun 2003–2023	89



6.8	Perubahan total nilai ekonomi jasa ekosistem menurut tipe TPL di DAS Citarum tahun 2003–2023	92
7.1	Nilai indeks sensitivitas nilai ekonomi jasa ekosistem berdasarkan TPL pada periode 2003–2023	99
7.2	Biaya konservasi	99
7.3	Status konservasi	102
7.4	Klasifikasi prioritas keterpilihan areal konservasi	104
7.5	Luas areal konservasi di DAS Citarum	105
7.6	Luas areal konservasi berdasarkan target perlindungan JE 60% DAS Citarum	105
7.7	Luas areal konservasi berdasarkan skenario A DAS Citarum	108
7.8	Luas areal konservasi berdasarkan skenario B DAS Citarum	110
7.9	Perbandingan luas areal konservasi berdasarkan skenario A dan skenario B	112
7.10	Distribusi persentase areal konservasi (skenario A) terhadap kelas jasa ekosistem	113
7.11	Distribusi persentase areal konservasi (skenario B) terhadap kelas jasa ekosistem	119
7.12	Distribusi areal konservasi berdasarkan faktor kemiringan lereng dan ketinggian tempat DAS Citarum.	121
7.13	Distribusi areal konservasi berdasarkan TPL DAS Citarum	123
	Distribusi areal konservasi berdasarkan kepadatan penduduk DAS Citarum	

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

1.1	Kerangka pemikiran penelitian	2
2.1	Tampilan data raster dan data vektor	17
3.1	Lokasi penelitian di DAS Citarum, Provinsi Jawa Barat	19
3.2	Sebaran tanah di DAS Citarum	20
3.3	Kawasan hutan di DAS Citarum	23
3.4	Diagram alir tahapan penelitian	26
4.1	Tahapan penelitian dinamika dan prediksi TPL DAS Citarum	31
4.2	Variabel pendorong perubahan TPL : (a) elevasi, (b) kemiringan, (c) jumlah penduduk (d) jarak dari jalan, (e) jarak dari sungai, (f) jarak dari pemukiman.	34
4.3	Distribusi spasial TPL DAS Citarum: (a) aktual tahun 2003, (b) aktual tahun 2013, (c) aktual tahun 2023, (d) prediksi tahun 2023	37
4.4	Distribusi spasial prediksi TPL DAS Citarum tahun 2043 berdasarkan tiga skenario (a) BAU, (b) PLS dan (c) PH	44
5.1	Pemodelan JE 2003, 2013 dan 2023 DAS Citarum	53
5.2	Distribusi spasial rata-rata hasil air (a) tahun 2003 (b) tahun 2013 (c) tahun 2023 (d) perubahan 2003-2013 (e) perubahan 2013-2023	58
5.3	Dinamika distribusi spasial rata-rata hasil air (a) 2003-2013 (b) 2013-2023	59
5.4	Distribusi spasial rerata retensi sedimen (a) tahun 2003 (b) tahun 2013 (c) tahun 2023	61
5.5	Dinamika distribusi spasial rerata retensi sedimen (a) 2003-2013 (b) 2013-2023	62
5.6	Distribusi spasial rerata stok karbon (a) tahun 2003 (b) tahun 2013 (c) tahun 2023	64
5.7	Dinamika distribusi spasial rerata stok karbon (a) 2003-2013 (b) 2013-2023	65
5.8	Distribusi spasial <i>trade-off</i> dan sinergi antar jasa ekosistem di DAS Citarum : (a) hasil air – retensi sedimen (b) hasil air - stok karbon (c) retensi sedimen-stok karbon	68
6.1	Alur penelitian nilai ekonomi jasa ekosistem spasial DAS Citarum	77
6.2	Nilai ekonomi jasa ekosistem penyediaan air DAS Citarum	82
6.3	Nilai ekonomi jasa ekosistem perlindungan tanah DAS Citarum	83
6.4	Nilai ekonomi jasa ekosistem pengatur iklim DAS Citarum	84
6.5	Nilai ekonomi jasa ekosistem penyediaan pangan DAS Citarum	85
6.6	Total nilai ekonomi jasa ekosistem DAS Citarum	87
6.7	Kontribusi perubahan TPL terhadap nilai ekonomi jasa ekosistem (2003–2023)	88
7.1	Bagan alir model spasial perencanaan konservasi DAS Citarum	97
7.2	Frekuensi keterpilihan areal konservasi berdasarkan target perlindungan jasa ekosistem 60% DAS Citarum	103
7.3	Areal konservasi berdasarkan skenario A DAS Citarum	105
7.4	Areal konservasi berdasarkan skenario B DAS Citarum	107



7.5	Areal konservasi di DAS Citarum; (a) skenario A dan (b) skenario B (c) skenario A vs B	108
7.6	Distribusi areal konservasi vs kemiringan lereng di DAS Citarum; (a) Kemiringan lereng, (b) Skenario A vs Kemiringan lereng (c) Skenario B vs kemiringan lereng	114
7.7	Distribusi areal konservasi vs ketinggian tempat di DAS Citarum; (a) Ketinggian tempat; (b) Skenario A vs ketinggian tempat (c) Skenario B vs ketinggian tempat	115
7.8	Distribusi areal konservasi berdasarkan TPL di DAS Citarum; (a) TPL 2023 (b) Skenario A vs TPL 2023 dan (c) Skenario B vs TPL 2023	117
7.9	Distribusi areal konservasi dengan kepadatan penduduk di DAS Citarum; (a) Kepadatan penduduk (b) Skenario A vs Kepadatan penduduk dan (c) Skenario B vs kepadatan penduduk	119
8.1	Hubungan sintesis antar bab (IV–VII) dalam penelitian DAS Citarum	121

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

4.1	Panduan analisis Citra Landsat-8 (Algoritma <i>Random Forest</i> platform <i>Google Earth Engine</i>)	156
4.2	Karakteristik Spektral, Contoh Sampel, dan Justifikasi Penentuan Kelas Tutupan dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Citra Landsat Multi Temporal	159
4.3	Tutupan dan Penggunaan Lahan Tahun 2003, 2013 dan 2023	162
4.4	Peta pengamatan sampel tutupan dan penggunaan lahan DAS Citarum	163
4.5	Matriks transisi perubahan tutupan dan penggunaan lahan berdasarkan tiga skenario DAS Citarum	164
5.1	Titik sampel tanah dan pengamatan tutupan dan penggunaan lahan DAS Citarum	165
5.2	Hasil analisis laboratorium sifat fisik tanah DAS Citarum	170
5.3	Tabel Biofisik Hasil Air DAS Citarum	171
5.4	Tabel Biofisik <i>Sediment Delivery Ratio</i> (retensi sedimen)	171
5.5	Peta Batas DAS dan Sub DAS Citarum	172
5.6	Peta Ketinggian Wilayah DAS Citarum	172
5.7	Peta erodibilitas tanah DAS Citarum	173
5.8	Peta kedalaman akar tanaman DAS Citarum	174
5.9	Peta kandungan air tanaman tersedia DAS Citarum	175
5.10	Peta curah hujan tahun 2003–2023 DAS Citarum	176
5.11	Peta evapotranspirasi potensial 2003–2023 DAS Citarum	177
5.12	Peta erosivitas hujan tahun 2003–2023 DAS Citarum	178
6.1	Peta Faktor Koreksi Biofisik DAS Citarum, Jawa Barat	179
6.2	Peta faktor koreksi sosial ekonomi 2023 (UMK, Kultural/Wisata)	180
7.1	Peta fitur konservasi (skenario A dan B)	181
7.2	Fitur biaya konservasi (status konservasi)	182
7.3	Fitur biaya konservasi (biaya konservasi)	183
7.4	Konversi data dalam format platform Marxan	184
7.5	Hasil analisis Marxan : frekuensi keterpilihan areal konservasi skenario A	193
7.6	Hasil analisis Marxan : frekuensi keterpilihan areal konservasi skenario B	194

DAFTAR SINGKATAN DAN AKRONIM

AMDAL	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
AES	All Ecosystem Services
BAU	Business as Usual
BIG	Badan Informasi Geospasial
BLM	Boundary Length Modifier
BPDASHL	Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung
BT	Bujur Timur
CBD	Convention on Biological Diversity
CS	Carbon Storage
DAS	Daerah Aliran Sungai
DEM	Digital Elevation Model
GEE	Google Earth Engine
GBF	Global Biodiversity Framework
SIG	Sistem Informasi Geografis
HA	Hasil Air
IPL	Intensitas Penggunaan Lahan
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JE	Jasa Ekosistem
JSD	Jensen–Shannon Divergence
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
LS	Lintang Selatan
MLP	Multi Layer Perceptron
MC	Markov Chain
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NEJE	Nilai Ekonomi Jasa Ekosistem
OECM	Other Effective Area-Based Conservation Measures
PES	Payment for Ecosystem Services
PH	Perlindungan Hutan
PLS	Perlindungan Lahan Sawah
PKS	Perencanaan Konservasi Sistematis
PU	Planning Unit
QGIS	Quantum Geographic Information System
QMarxan	Plugin Marxan pada QGIS
RF	Random Forest



RS	Retensi Sedimen
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah
SCP	Systematic Conservation Planning
SDR	Sediment Delivery Ratio
SK	Stok Karbon
SPF	Species Penalty Factor
SBT	Spatial Benefit Transfer
TBT	Traditional Benefit Transfer
TPL	Tutupan dan Penggunaan Lahan
UMK	Upah Minimum Kabupaten/Kota
UP	Unit Perencanaan
US\$	United States Dollar
WY	Water Yield

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISTILAH

Istilah	Pengertian
Analisis spasial	Analisis yang menggunakan data berbasis lokasi atau koordinat geografis untuk memahami pola dan hubungan dalam ruang
Areal prioritas konservasi	Wilayah yang dipilih sebagai lokasi utama untuk perlindungan berdasarkan nilai ekologis, ekonomi, dan spasial
Benefit transfer	Metode penilaian ekonomi lingkungan dengan menggunakan nilai dari penelitian sebelumnya untuk diterapkan pada wilayah lain
Boundary Length Modifier (BLM)	Parameter dalam model Marxan untuk mengontrol tingkat keterhubungan spasial antar unit perencanaan
Business as Usual (BAU)	Skenario prediksi yang mengasumsikan kondisi masa depan mengikuti tren perubahan saat ini tanpa intervensi kebijakan
Deforestasi	Perubahan tutupan hutan menjadi penggunaan lahan non-hutan
Ekosistem	Sistem yang terdiri atas makhluk hidup dan lingkungan fisiknya yang saling berinteraksi
Fragmentasi habitat	Terpecahnya habitat alami menjadi bagian-bagian kecil akibat aktivitas manusia
InVEST	Perangkat lunak pemodelan jasa ekosistem berbasis spasial yang dikembangkan oleh Natural Capital Project
Intensitas penggunaan lahan	Tingkat tekanan aktivitas manusia terhadap suatu lahan
Jasa ekosistem	Manfaat yang diperoleh manusia dari fungsi ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung
Konektivitas ekologis	Tingkat keterhubungan antar habitat yang memungkinkan pergerakan organisme dan aliran proses ekologis
Konservasi sistematis	Pendekatan perencanaan konservasi berbasis data dan analisis spasial untuk menentukan prioritas perlindungan
Land use / land cover change	Perubahan tutupan dan penggunaan lahan dari waktu ke waktu
Marxan	Perangkat lunak optimasi spasial untuk menentukan areal prioritas konservasi dengan mempertimbangkan target dan biaya
Model spasial	Model yang menggunakan data geografis untuk mensimulasikan fenomena di permukaan bumi
Multi-jasa ekosistem	Pendekatan yang mempertimbangkan beberapa jasa ekosistem secara bersamaan dalam analisis
Natural capital	Sumber daya alam yang memberikan manfaat ekonomi dan ekologis bagi manusia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Istilah	Pengertian
Optimasi spasial	Proses pencarian solusi terbaik berdasarkan kriteria tertentu dalam ruang geografis
Perencanaan konservasi sistematis	Metode penentuan kawasan konservasi secara objektif menggunakan data biofisik, ekonomi, dan spasial
Prediksi spasial	Estimasi kondisi masa depan berdasarkan model dan data historis
Random Forest	Algoritma machine learning yang digunakan untuk klasifikasi dan prediksi
Retensi sedimen	Kemampuan ekosistem menahan tanah agar tidak terbawa erosi
Skenario perlindungan	Simulasi kebijakan pengelolaan lahan untuk melihat dampak di masa depan
Sensitivitas model	Tingkat perubahan hasil model akibat perubahan parameter
Sinergi jasa ekosistem	Kondisi ketika peningkatan satu jasa ekosistem meningkatkan jasa lainnya
Trade-off jasa ekosistem	Kondisi ketika peningkatan satu jasa ekosistem menyebabkan penurunan jasa lainnya
Tutupan lahan	Jenis penutup permukaan bumi seperti hutan, sawah, pemukiman, dan badan air
Penggunaan lahan	Aktivitas manusia pada suatu lahan seperti pertanian, industri, atau pemukiman
Unit perencanaan	Satuan wilayah yang digunakan dalam analisis spasial konservasi
Valuasi ekonomi lingkungan	Proses penilaian nilai ekonomi dari sumber daya alam dan jasa ekosistem
Water yield	Jumlah air yang dihasilkan suatu wilayah setelah dikurangi evapotranspirasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.