© 2026 Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP
JURNAL ILMU LINGKUNGAN
Volume 24 Issue 6 (2026) : 1539-1550 *ISSN 1829-8907*

Evaluasi Spasio-Temporal Persistensi Tutupan Lahan pada Kawasan Lahan Kritis di DAS Serang

Wahyu Hidayat[1*], Muhammad Anggri Setiawan[2,3], dan Dyah Rahmawati Hizbaron[2]

[1]Program Magister Perencanaan dan Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia; e-mail: wahyuhidayat1991@mail.ugm.ac.id
[2]Departemen Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
[3]Pusat Studi Bencana, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

ABSTRAK

Lahan kritis merupakan salah satu tantangan utama dalam pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia karena mencerminkan penurunan fungsi dan kualitas lahan yang dapat mempengaruhi fungsi ekologis dan hidrologis DAS. Dalam identifikasi lahan kritis, penutup lahan merupakan parameter dominan berdasarkan Petunjuk Teknis No. P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Penelitian terkait identifikasi lahan kritis pada umumnya hanya menggunakan data kondisi penutup lahan pada satu periode pengamatan saja, sehingga belum mampu menggambarkan dinamika historis penutup lahan yang membentuk kondisi lahan pada periode tertentu. Penelitian ini mengevaluasi persistensi penutup lahan pada kawasan lahan kritis di DAS Serang menggunakan pendekatan spasio-temporal berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). DAS Serang dipilih karena menjadi salah satu DAS prioritas yang ditetapkan untuk dipulihkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 328/Menhut-II/2009. Analisis mengintegrasikan peta lahan kritis dan penutup lahan tahun 2024 sebagai baseline, kemudian mengevaluasi data penutup lahan periode 2014–2023 untuk mengidentifikasi persistensi dan perubahan historis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persistensi penutup lahan berbeda antarzonasi DAS. Zona hulu menunjukkan dinamika tertinggi, ditandai dengan penurunan vegetasi tanaman campuran dan peningkatan luas hutan serta perkebunan. Zona tengah memiliki kondisi relatif yang stabil dengan peningkatan luas hutan dan lahan pertanian, sedangkan zona hilir mengalami perubahan paling kecil. Perbedaan persistensi tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pada area lahan kritis di DAS Serang memiliki dinamika spasial yang tidak seragam. Evaluasi historis penutup lahan diperlukan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai perkembangan kondisi lahan dan mendukung pengelolaan serta rehabilitasi DAS secara berkelanjutan.

Kata kunci: Lahan Kritis, Persistensi Tutupan Lahan, Daerah Aliran Sungai, Spasio-Temporal, Rehabilitasi DAS

ABSTRACT

Critical land is one of the major challenges in watershed management in Indonesia because it reflects a decline in land function and quality that may affect the ecological and hydrological functions of watersheds. In critical land identification, land cover is the dominant parameter based on Technical Guidelines No. P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 issued by the Ministry of Environment and Forestry. Studies on critical land identification generally rely only on land cover data from a single observation period, limiting their ability to describe the historical dynamics of land cover that contribute to land conditions during a particular period. This study evaluates land cover persistence in critical land areas of the Serang Watershed using a spatio-temporal Geographic Information Systems (GIS) approach. The Serang Watershed was selected because it is one of the priority watersheds designated for restoration under Minister of Forestry Decree No. 328/Menhut-II/2009. The analysis integrated the 2024 critical land and land cover maps as the baseline and evaluated land cover data from 2014–2023 to identify historical persistence and change. The results show that land cover persistence varies across watershed zones. The upstream zone exhibited the highest dynamics, characterized by a decrease in mixed-crop vegetation and an increase in forest and plantation areas. The middle zone was relatively stable, with increasing forest and agricultural land, while the downstream zone experienced the least change. These differences indicate that environmental conditions within critical land areas of the Serang Watershed exhibit heterogeneous spatial dynamics. Historical land cover evaluation is necessary to provide a more comprehensive understanding of land condition development and support sustainable watershed management and rehabilitation.

Keywords: Critical Land, Land Cover Persistence, Watershed, Spatio-Temporal, Watershed Rehabilitation

Citation: Hidayat, W., Setiawan, M. A., dan Hizbaron, D. R. (2026). Evaluasi Spasio-Temporal Persistensi Tutupan Lahan pada Kawasan Lahan Kritis di DAS Serang. Jurnal Ilmu Lingkungan, 24(6), 1539-1550, doi:10.14710/jil.24.6.1539-1550

1. PENDAHULUAN

Lahan kritis merupakan salah satu permasalahan utama dalam pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia karena menyebabkan penurunan fungsi produktivitas lahan serta kualitas lingkungannya (Kironoto *et al*., 2021). Kondisi tersebut dapat terjadi secara alami namun secara dominan pembentukannya dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti aktivitas merubah tutupan lahan, penggundulan hutan, dan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahannya (Kironoto *et al*., 2021; Taufan & Pratomo, 2022; Thomas *et al*., 2018; Wahyunto & Dariah, 2014). Bentuk respon terhadap permasalahan tersebut, pemerintah menetapkan sebanyak 108 DAS menjadi prioritas untuk dipulihkan melalui SK Kementerian Kehutanan No. 328/Menhut-II/2009. Komitmen tersebut berlanjut sampai dengan saat ini dan masuk dalam rencana strategis Kementerian Kehutanan periode tahun 2025 – 2029 dalam melakukan rehabilitasi hutan dan lahan dalam pemulihan DAS sesuai dengan arah kebijakan RPJMN periode 2025 – 2029 (Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2009, 2025).

DAS Serang merupakan salah satu dari 108 DAS prioritas yang dalam satu dekade terakhir mengalami dinamika pemanfaatan lahan yang cukup tinggi. Salah satu faktor yang mendorong kondisi tersebut adalah keberadaan bandar udara Internasional Yogyakarta yang diresmikan dan secara efektif beroperasi pada tahun 2020. Keberadaannya mendorong perkembangan kawasan seperti aktivitas perdagangan dan jasa serta peningkatan aksesibilitas wilayah. Kamruzzaman *et al*. (2021) menjelaskan bahwa bandara memiliki hubungan konstelasi spasial yang kuat dengan kawasan perkotaan produktif sehingga mendorong perubahan lahan di sekitarnya. Dalam ruang lingkup DAS Serang, perkembangan wilayah tersebut terjadi karena adanya Kawasan Perkotaan Wates yang menjadi pusat pertumbuhan primer dan terhubung dengan bandara melalui koridor jalan nasional (Yusliana & Devi, 2020). Tekanan pembangunan yang berkembang di wilayah hilir berpotensi meluas ke wilayah tengah dan hulu melalui peningkatan kebutuhan ruang untuk permukiman, infrastruktur, dan aktivitas ekonomi. Apabila tidak diimbangi dengan pengendalian pemanfaatan ruang yang sesuai dengan karakteristik biofisik, tekanan tersebut dapat meningkatkan risiko perubahan tutupan lahan dan memperbesar tantangan pengelolaan lahan pada wilayah DAS yang rentan terhadap erosi.

Perkembangan wilayah di DAS Serang, khususnya di bagian hilir, dibatasi oleh keberadaan kawasan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan yang cukup luas. Status lindung pada kawasan pertanian tersebut berpotensi mendorong eskalasi perubahan pemanfaatan lahan yang berkembang pada wilayah tengah sampai dengan hulu DAS (Hidayat *et al*., 2025), baik di sisi perkembangan kawasan pertanian ataupun lahan terbangun. Kawasan pertanian yang produktif tersebut berpotensi terancam keberlanjutannya apabila terjadi erosi yang tinggi pada kawasan tengah dan hulu DAS. Kondisi tersebut secara langsung mempengaruhi ketahanan pangan pada wilayah tersebut (Kaleji *et al*., 2026). Pada tahun 2017 kondisi DAS Serang telah mengalami erosi berat sebesar 35,44% dari total wilayahnya (Arif & Danoedoro, 2017). Kondisi tersebut turut sejalan dengan penelitian Hidayat *et al*. (2025) yang menunjukkan bahwa proporsi lahan terbangun di DAS Serang telah mencapai 38,37%, sedangkan alokasi lahan terbangun berdasarkan evaluasi kemampuan lahan sebesar 20,09%. Proporsi aktual lahan terbangun telah melampaui alokasi yang direkomendasikan sebesar 18,28%. Temuan tersebut menunjukkan adanya ketidaksesuaian pemanfaatan lahan terbangun terhadap kemampuan lahan, yang perlu menjadi pertimbangan dalam pengendalian pemanfaatan ruang dan pengelolaan DAS.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan melalui Peraturan Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung nomor P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 tentang Petunjuk Teknis Identifikasi Lahan Kritis (Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung, 2018). Bobot tertinggi pada variabel penyusunannya adalah penutup lahan sebesar 60%, sedangkan tingkat bahaya erosi memiliki bobot sebesar 40%. Kondisi tersebut menunjukkan penutup lahan menjadi faktor dominan dalam menentukan status lahan kritis. Diketahui bahwa penutup lahan merupakan variabel yang bersifat dinamis yang sangat dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan dari aktivitas manusia. Sifat tersebut membuat karakteristik penutup lahan dapat berubah dari waktu ke waktu, terutama pada kawasan yang mengalami pertumbuhan yang cepat. Perubahan tutupan lahan berkontribusi secara langsung terhadap perubahan tingkat erosi sehingga menjadi salah satu faktor penting dalam proses terjadinya degradasi lahan, terutama pada ekosistem DAS yang masuk dalam kategori kritis (Biru *et al*., 2025). Kondisi tersebut membuat penutup lahan yang digunakan dalam analisis penyusunan lahan kritis belum tentu merepresentasikan karakteristik tutupan lahan dalam jangka panjang, sehingga perlu dilakukan evaluasi melalui pendekatan temporal.

Beberapa penelitian terkait lahan kritis secara umum berfokus pada pemetaan atau identifikasi lahan kritis dengan kondisi satu periode waktu seperti yang telah diteliti oleh Widyatmanti *et al*. (2018) dan Zachrani *et al*. (2024). Terdapat keterbatasan penelitian yang berfokus pada evaluasi karakteristik tutupan lahan secara temporal pada wilayah yang teridentifikasi sebagai lahan kritis. Sebagai variabel dominan dalam penyusunannya, persistensi atau kestabilan tutupan lahan sangat penting untuk mengidentifikasi kondisi lahan kritis yang terjadi merupakan hasil kondisi lahan yang terdegradasi dan berlangsung secara konsisten atau dipengaruhi oleh dinamika tutupan lahan yang bersifat sementara.

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

Perubahan tutupan lahan dapat digunakan sebagai indikator degradasi lahan terutama terjadi perubahan yang menunjukkan penurunan tutupan vegetasi ataupun penyederhanaan struktur vegetasi yang secara langsung mempengaruhi keberlanjutan terhadap fungsi ekosistem (López-osorio *et al*., 2026; Nahib *et al*., 2026). Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi persistensi tutupan lahan pada kawasan lahan kritis di DAS Serang melalui pendekatan spasio-temporal. Pertanyaan utama penelitian ini adalah bagaimana karakteristik persistensi dan pola perubahan tutupan lahan pada kawasan lahan kritis selama periode historis, serta bagaimana karakteristik tersebut berbeda antara zona hulu, tengah, dan hilir DAS. Analisis dilakukan dengan menggunakan peta lahan kritis tahun 2024 sebagai baseline unit spasial dan data tutupan lahan historis tahun 2014–2023 untuk mengidentifikasi kestabilan kelas tutupan lahan, perubahan luas, serta perbedaan dinamika antarzona DAS. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar empiris bagi pemangku kepentingan terkait dalam menentukan prioritas rehabilitasi dan pengelolaan DAS berdasarkan karakteristik serta riwayat perubahan tutupan lahan pada setiap zona.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berada di DAS Serang seluas 23.940,31 Ha yang secara administratif mencakup 53 desa dari 10 Kecamatan yang masuk di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). DAS Serang berstatus sebagai salah satu DAS kritis di Indonesia dengan prioritas untuk dipulihkan sejak tahun 2009, dimana dalam kurun waktu satu dekade terakhir, DAS Serang mengalami dinamika perubahan tutupan lahan yang cukup signifikan seiring berkembangnya kawasan perkotaan Wates dan beroperasinya bandara Internasional Yogyakarta (YIA) pada tahun 2020. Perkembangan tersebut mendorong tingginya perubahan tutupan lahan di wilayah sekitarnya (Utami *et al*., 2023).

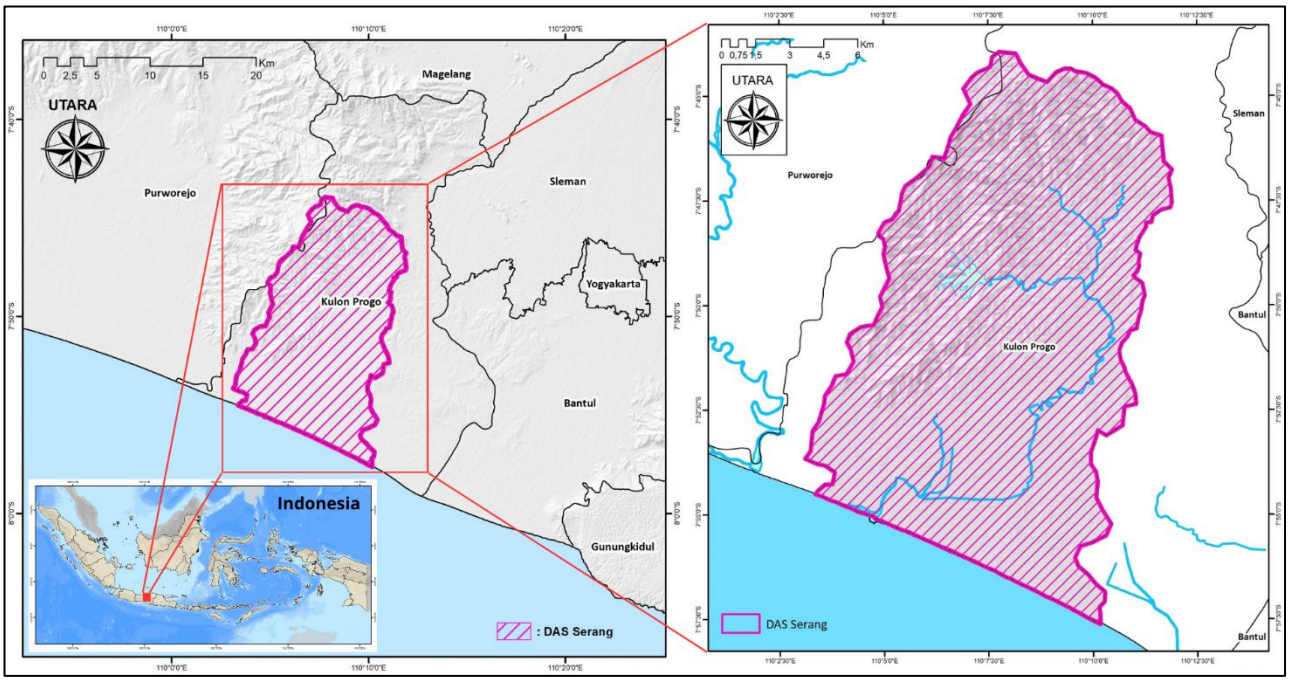
Unit analisis penelitian ini adalah seluruh kelas lahan kritis di DAS Serang tahun 2024 yang bersumber dari Kementerian Kehutanan. Evaluasi persistensi tutupan lahan menggunakan data tutupan lahan perode 2014 – 2024 yang sudah merepresentasikan kondisi sebelum dan sesudah berkembangnya kawasan YIA, sehingga mampu menggambarkan kondisi temporal tutupan lahan selama satu dekade yang lebih komprehensif. DAS Serang dipilih sebagai lokasi penelitian ini karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu DAS yang telah berstatus kritis namun mengalami tekanan perubahan pemanfaatan lahan yang tinggi. Kondisi tersebut yang menjadikannya representatif dalam analisis evaluasi persistensi tutupan lahan pada area lahan kritis.

Seluruh data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi pemerintah dan platform penyedia data geospasial. Data utama penelitian ini adalah peta lahan kritis tahun 2024 dan data tutupan lahan periode tahun 2014 – 2024. Peta lahan kritis digunakan sebagai unit analisis, sedangkan peta tutupan lahan digunakan sebagai analisis konsistensi atau persistensi pada lahan kritis. Data tutupan lahan menggunakan data yang bersumber dari MapBiomas Indonesia karena menyediakan dataset tahunan yang cukup panjang, selain itu memiliki sistem klasifikasi yang konsisten. Produk temporal tutupan lahan dengan klasifikasi dan sumber yang sama akan menekan ketidakpastian (Graesser *et al*., 2022). Penggunaan data tutupan lahan MapBiomas Indonesia dengan resolusi spasial 30 meter memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan perubahan tutupan lahan pada skala mikro. Kondisi tersebut membuat objek berukuran kecil, seperti bangunan kecil atau vegetasi sempit di zona hulu berpotensi tidak teridentifikasi secara terpisah atau mengalami efek piksel campuran. Keterbatasan ini perlu diperhatikan terutama pada zona hulu yang memiliki topografi kompleks dan pola tutupan lahan yang beragam. Sehingga hasil analisis persistensi dalam penelitian ini lebih merepresentasikan kecenderungan perubahan tutupan lahan pada skala lanskap daripada perubahan objek individual pada skala mikro.

Analisis persistensi tutupan lahan dilakukan tidak hanya pada wilayah lahan kritis, namun juga pada zonasi DAS yang terdiri dari bagian hulu, tengah, dan hilir untuk mendapatkan gambaran analisis yang lebih komprehensif. Pembatasan zonasi DAS menggunakan data DEMNAS yang bersumber dari tanahair.indonesia.go.id/portal-web/ yang selanjutnya dilakukan pengolahan dengan mengekstraksi karakteristik topografi beserta pola aliran sebagai dasar pembagian zonasi DAS. Seluruh data yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis spasio-temporal berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengevaluasi persistensi tutupan lahan pada area lahan kritis di DAS Serang. Tahapan penelitian terdiri dari (1) identifikasi baseline unit analisis, (2) penentuan zonasi DAS, dan (3) analisis persistensi tutupan lahan secara spasio-temporal. Analisis spasio-temporal menjadi landasan penting terkait analisis perubahan lahan yang menjadi isu terjadinya degradasi lingkungan (Blissag *et al*., 2024). Batasan operasional presistensi tutupan lahan pada penelitian ini merujuk pada tingkat kestabilan kondisi tutupan lahan pada area lahan kritis tahun 2024 sebagai baseline unit analisis dengan kondisi periode historis tutupan lahan tahun 2014 – 2023 yang diintepretasikan berdasarkan kecenderungan tutupan lahan, pola yang terbentuk serta presentase luasnya. Diagram alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2.

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 1. Lokasi Kajian DAS Serang

Tabel 1. Data Penelitian

No	Data	Tahun	Skala/Resolusi Spasial	Sumber	Fungsi
1.	Lahan Kritis	2024	1 : 50.000	Kementerian Kehutanan https://sigap.kehutanan.go.id/sigap-peta-interaktif-2026	Unit analisis
2.	Tutupan Lahan	2014 – 2024	Resolusi spasial 30 meter	MapBiomas Indonesia platform.indonesia.mapbiomas.org	Analisis persistensi
3.	Batas DAS	2018	1 : 250.000	BPDASHL Serayu Opak Progo	Delineasi DAS
4.	DEMNAS	2018	Resolusi Spasial 8 meter	Badan Informasi Geospasial (BIG) tanahair.indonesia.go.id/portal-web/	Analisis zonasi wilayah DAS

Tahap analisis pertama yaitu melakukan analisis baseline unit analisis yang dilakukan melalui pendekatan overlay antara peta lahan kritis tahun 2024 dengan peta tutupan lahan tahun 2024 yang digunakan sebagai kondisi baseline dalam analisis spasio-temporal. Hasil overlay menghasilkan kombinasi kedua peta tematik tersebut, dimana dalam penelitian ini berfokus pada area yang masuk dalam kelas kritis. Selanjutnya luas tutupan ahan yang ada di area kritis tersebut digunakan sebagai baseline dalam analisis persistensi tutupan lahan.

Pendekatan zonasi DAS dilakukan dengan membuat wilayah Sub-DAS yang bersumber dari data DEMNAS yang dilakukan analisis hidrologi berbasis sistem informasi geografis. Analisis tersebut meliputi pembentukan arah aliran (flow direction) dan akumulasi aliran (flow accumulation). Wilayah Sub-DAS yang terbentuk selanjutnya digunankan sebagai delimetasi untuk mengklasifikasi DAS menjadi kawasan zona hulu, tengah, dan hilir. Pendekatan zonasi juga mempertimbangkan kriteria penetapan zonasi DAS yang bersumber dari Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial No.P.3/V-SET/2013 dengan memperhatikan dominasi karakteristik kemiringan lereng (Kementerian Kehutanan, 2013).

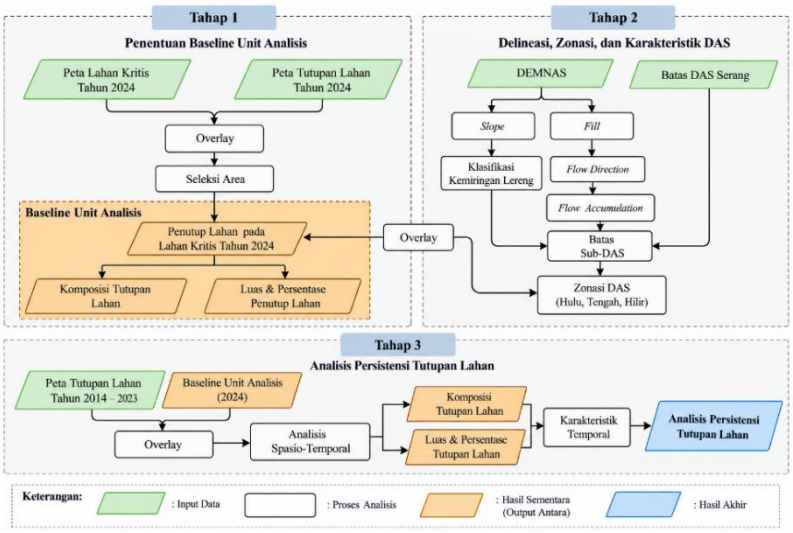
Analisis persistensi dilakukan menggunakan data tutupan lahan pada periode historis tahun 2014 – 2023. Setiap tutupan lahan dilakukan overlay dengan baseline unit analisis dan zonasi DAS, sehingga diperoleh informasi terkait luas tutupan lahan setiap tahunnya. Perubahan kelas penutup lahan, kombinasi tutupan lahan, serta perubahan presentase luas antarperiode digunakan untuk mengevaluasi karakteristik temporal tutupan lahan. Perubahan tersebut akan dianalisis lebih lanjut berdasarkan pola yang terlihat dari segi kecenderungan perubahan, kestabilan komposisi tutupan lahan pada lahan kritis, serta dinamika perubahan yang terjadi. Pola karakteristik yang terbentuk untuk setiap zonasi DAS dilakukan analisis persistensi tutupan secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

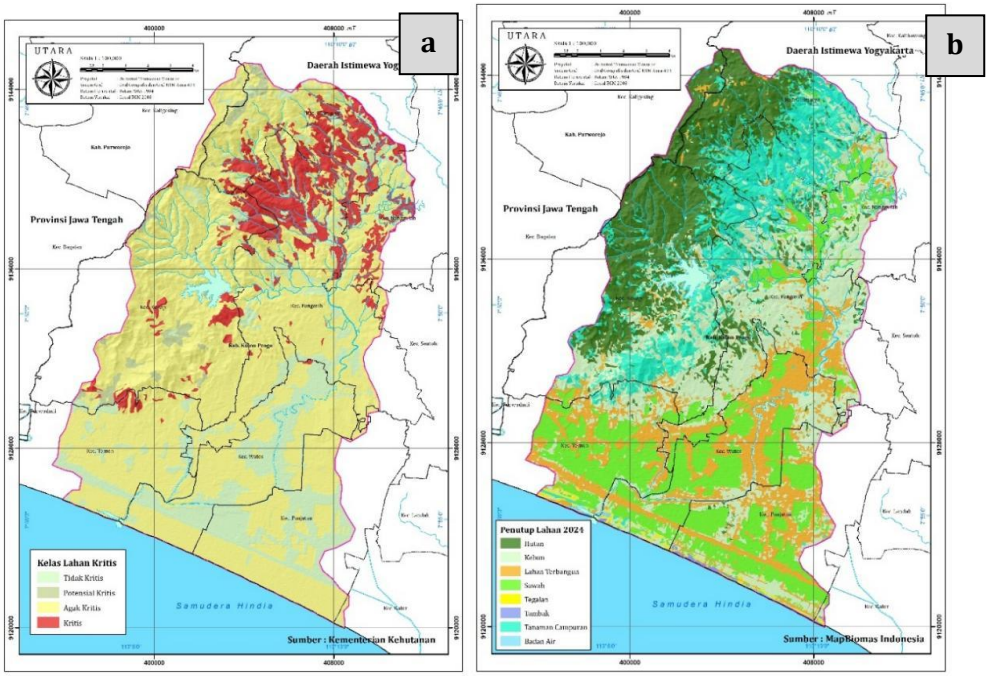
Kondisi lahan kritis tahun 2024 menunjukan kelas paling dominan di DAS Serang adalah agak kritis yang mencapai 68,51% dari total wilayahnya (Gambar 3). Kondisi tersebut menunjukkan sebagian besar wilayah DAS Serang telah mengalami degradasi lahan dan berpotensi berkembang menjadi kelas kritis apabila tidak dikendalikan. Kondisi sebaliknya pada luas kelas paling rendah adalah kelas potensial kritis sebesar 1,69%, sedangkan kelas tidak kritis hanya

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

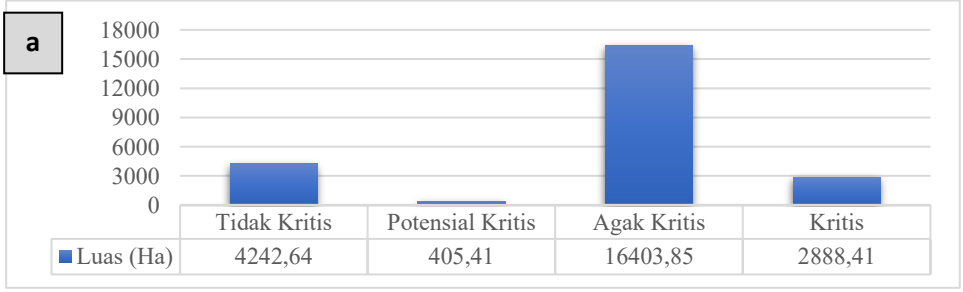
sebesar 17,73% dari total wilayah DAS. Selanjutnya sebesar 2888,41 Ha atau 12,06% dari wilayahnya masuk dalam kelas kritis, dimana area tersebut menjadi fokus analisis untuk persistensi tutupan lahan.



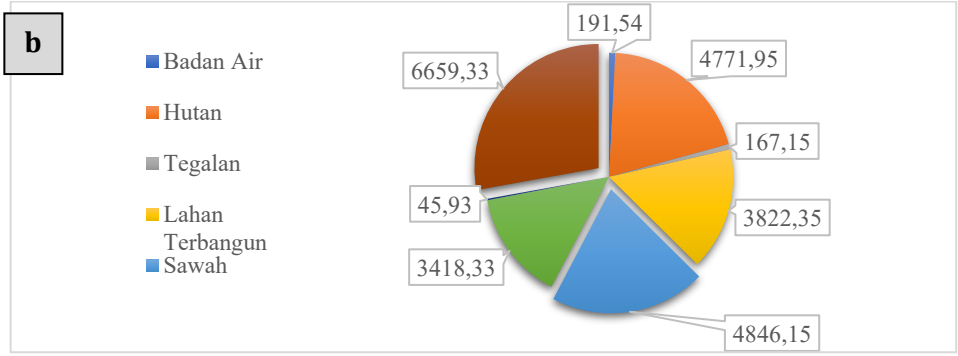
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. (a) Peta Lahan Kritis Tahun 2024, (b) Peta Penutup Lahan Tahun 2024



© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



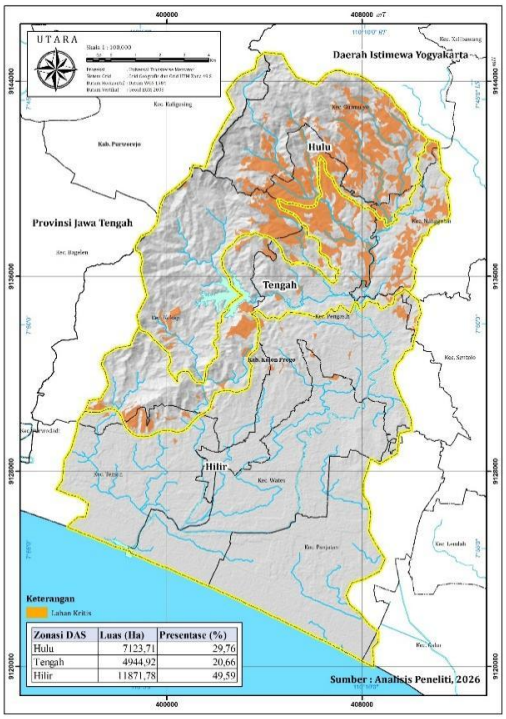
Gambar 4. (a) Grafik Luas Kelas Lahan Kritis DAS Serang Tahun 2024, (b) Diagram Luas Penutup Lahan DAS Serang Tahun 2024

Identifikasi baseline unit analisis dilakukan berdasarkan integrasi peta lahan kritis dan penutup lahan di tahun 2024. Pendekatan tersebut digunakan karena data lahan kritis nasional terbaru yang dipublikasikan adalah kondisi tahun 2024 sesuai dengan Keputusan Menteri Kehutanan No. 406 Tahun 2025, sehingga menjadi representasi kondisi eksisting untuk penelitian ini. Periode tahun yang sama untuk penutup lahan menjadi potret kondisi lahan kritis di DAS Serang sehingga menjadi acuan untuk analisis spasio-temporal. Analisis spasio-temporal tidak hanya menggambarkan perubahan lahan setiap waktu, namun juga menjelaskan riwayat terjadinya lahan kritis berdasarkan karakteristik tutupan lahannya.

Kondisi tutupan lahan DAS Serang pada tahun 2024 didominasi oleh kawasan kebun yanag mencapai 28% yang disusul penutup lahan hutan dan sawah seluas 20% dari luas DAS. Selanjutnya terdapat lahan terbangun yang memiliki luas sebesar 3822,35 Ha atau 16% yang diikuti oleh tanaman campuran sebesar 14%. Sedangkan luas penutup lahan terkecil adalah tambak yang kurang dari 1% atau hanya 45,93 Ha. Apabila dicermati komposisi penutup lahan tersebut, DAS Serang memiliki aktivitas pertanian yang tinggi, ditandai dengan lebih dari 40% wilayahnya merupakan kawasan perkebunan, sawah, dan tegalan. Secara lebih detail, luas tiap kelas tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 4.

Analisis zonasi DAS menghasilkan tiga zona yang terdiri dari kawasan hulu, tengah, dan hilir. Berdasarkan hasil zonasi menunjukkan kawasan hulu yang memiliki luas sebesar 7123,71 Ha atau 29,76%, kawasan tengah memiliki luas sebesar 4944,92 Ha atau 20,66%, dan kawasan hilir memiliki luas sebesar 11871,78 Ha atau 49,59. Hasil analisis zonasi DAS dapat dilihat pada Gambar 5. Pembatasan zonasi DAS digunakan sebagai kerangka spasial untuk mengevaluasi karakteristik persistensi tutupan lahan. Pendekatan tersebut digunakan karena dinamika perubahan tutupan lahan yang terjadi pada setiap zonasi dipengaruhi oleh kondisi biofisik dan tekanan pemanfaatan lahan dari aktivitas manusia. Lambin *et al*., (2003) menjelaskan bahwa kawasan produktif yang sesuai untuk pertanian seperti di kawasan hilir akan lebih cepat berkembang akibat upaya manusia dalam upaya meningkatkan nilai produksinya. Peningkatan produksi tersebut akan membawa dampak pada pemanfaatan lahan dengan skala yang lebih luas dan secara langsung mendorong terjadinya alih fungsi lahan di kawasan tengah sampai hulu dari DAS. Ketidaksesuaian pemanfaatan lahan tersebut secara langsung turut berkontribusi terhadap peningkatan degradasi lahan seperti erosi (Wairiu, 2017).

Sebaran lahan kritis yang terjadi di DAS Serang sebagian besar berada di kawasan hulu yang mencapai 60,84%, zona tengah sebesar 36,38 %, sedangkan untuk zona hilir berada di 2,78%. Apabila dilihat komposisi penutup lahan dari Tabel 2, diketahui bahwa proporsi luas hutan termasuk pada luasan minor baik di kawasan hulu, tengah, maupun hilirnya. Dominasi spasial penutup lahan pada lahan kritis berupa kawasan pertanian yanh terdiri dari kebun, sawah, dan tanaman campuran sebagai bukti tekanan aktivitas pertanian yang terus berkembang di DAS Serang.



Gambar 5. Peta Zonasi DAS Serang

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

Kondisi kawasan hulu merepresentasikan kondisi topografi tinggi dengan kemiringan lereng yang terjal terdefinisi seluas 1758,11 Ha masuk dalam kategori kritis dengan dominasi tutupan lahan sebagai tanaman campuran yang mencapai 60,35% dari total wilayah lahan kritis di kawasan hulu. Terdapat lahan terbangun seluas 8,38 Ha pada zona ini. Aktivitas pertanian yang cukup masif seperti area kebun dan sawah mencapai lebih dari 400 Ha atau hampir 25% wilayah di kawasan kritis. Secara fungsi kawasan, zona hulu merupakan kawasan yang paling esensial untuk melindungi kawasan di bawahnya karena menjadi kawasan tangkapan air dan beperan untuk menjaga kualitas maupun kuantitas air (Mukhoriyah *et al*., 2023). Tutupan lahan yang paling sesuai dengan kemampuan lahannya adalah hutan, namun pada kawasan hulu yang terdefinisi sebagai kawasan kritis, tutupan lahan hutan hanya mencakup 14,13% dari seluruh luas area lahan kritis. Intervensi pada kawasan lindung yang dimanfaatkan sebagai kawasan pertanian dengan kondisi tidak dikendalikan akan membawa dampak pada degradasi lingkungan seperti tingginya erosi dan sedimentasi ke arah kawasan tengah dan hilir DAS (Khidzir *et al*., 2023; Wairiu, 2017).

Kondisi hampir mirip dengan kawasan hulu apabila melihat rincian tutupan lahan pada Tabel 2, kawasan tengah terdefinisi seluas 1050,05 Ha dari wilayahnya masuk dalam kategori kritis dengan tutupan lahan hutan yang hanya sebesar 48,40 Ha. Terdapat kawasan terbangun sebesar 18,04 Ha serta kawasan pertanian dan perkebunan yang mencapai 631,66 Ha atau lebih dari dari 50% dari wilayah yang telah mengalami lahan kritis. Kawasan tengah merupakan kawasan transisi yang pemanfaatan lahannya memiiiki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan kawasan hulu. Berkurangnya proporsi hutan dan tingginya lahan budidaya menunjukkan adanya tekanan pemanfaatan lahan yang tinggi di kawasan tengah DAS Serang.

Kawasan hilir DAS memiliki luas sebesar 80,24 lahan kritis atau 2,78% dari total wilayah kawasan hilir dari DAS Serang. Penutup lahan dominan pada wilayah kritis adalah kebun yang mencapai 62,86%, sedangkan sawah 14,12%, dan masih terdapat hutan seluas 12,02%. Apabila meninjau kembali terkait pada petunjuk teknis penyusunan lahan kritis, aspek yang menjadi barometer utama dalam mendefinisikan kekritisan lahan adalah tutupan lahan dan erosi (Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung, 2018). Erosi yang terjadi secara dominan berada di kawasan hulu dan tengah berdasarkan karakteristik wilayahnya. Gambar 5 juga menunjukkan bahwa sebaran lahan kritis pada kawasan hilir berada dekat dengan kawasan tengah dari DAS, sehingga kondisi tersebut yang membuat rendahnya lahan kritis di kawasan hilir.

Tabel 2. Luas Baseline Unit Analisis Tahun 2024

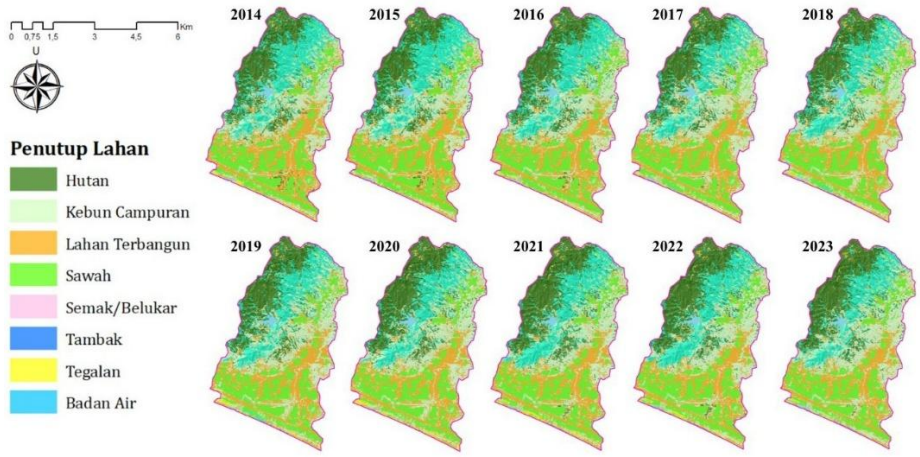
Area Lahan Kritis 2025			
Zonasi DAS	Penutup Lahan 2024	Luas (Ha)	Persentase (%)
Hulu 1758,11 Ha 60,87 %	Hutan	248,45	14,13
	Kebun	300,41	17,09
	Lahan Terbangun	8,38	0,48
	Sawah	139,89	7,96
	Tanaman Campuran	1060,99	60,35
Tengah 1050,05 Ha 36,35 %	Hutan	48,40	4,60
	Kebun	398,67	37,86
	Lahan Terbangun	18,04	1,72
	Sawah	232,99	22,19
	Tanaman Campuran	353,10	33,63
Hilir 80,24 Ha 2,78 %	Hutan	9,64	12,02
	Kebun	50,44	62,86
	Lahan Terbangun	3,96	4,94
	Sawah	11,33	14,12
	Tanaman Campuran	4,87	6,07

Distribusi lahan kritis memperlihatkan kecenderungan semakin berkurang dari wilayah hulu menuju hilir. Sebaliknya, karakteristik tutupan lahan menunjukkan adanya perubahan dominasi dari tanaman campuran di wilayah hulu menjadi kebun pada wilayah tengah dan hilir. Perbedaan karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa setiap zonasi DAS memiliki pola pemanfaatan lahan yang berbeda sehingga berpotensi menghasilkan karakteristik persistensi tutupan lahan yang berbeda selama periode tahun 2014–2024. Sehingga analisis persistensi pada penelitian ini dilakukan secara terpisah pada masing-masing zonasi DAS. Baseline unit analisis yang telah dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai dasar komparasi dan evaluasi persistensi tutupan lahan.

Perbedaan yang paling mendasar terkait analisis temporal penutup lahan dengan penelitian secara umum adalah penelitian ini menempatkan kondisi eksisting sebagai baseline untuk menelusuri riwayat penutup lahan pada periode sebelumnya. Pendekatan tersebut digunakan untuk bisa lebih memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait pembentukan lahan kritis. Adapun periode historis yang digunakan adalah peta tutupan lahan pada periode tahun 2014 – 2023 seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.

Kondisi penutup lahan pada zona hulu yang teridentifikasi sebagai lahan kritis secara historis didominasi oleh tanaman campuran dari tahun 2014 – 2024 yang ditunjukan pada Gambar 7 meskipun mengalami trend penurunan mencapai 15,6%. Kondisi sebaliknya ditunjukkan oleh kawasan hutan yang mengalami peningkatan dari 141,61 Ha pada tahun 2014 menjadi 250,34 Ha. Peningkatan terjadi juga pada tutupan lahan kebun dari 221,90 ha menjadi 304 ha pada tahun 2024, sedangkan pemanfaatan lahan untuk sawah dan lahan terbangun relatif stabil dengan perubahan yang tidak signifikan.

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 6. Penutup Lahan Periode Historis Tahun 2014 - 2023

Pola perubahan tutupan lahan yang ditunjukkan pada zona hulu lebih banyak terjadi antar kelas vegetasi dibandingkan dengan konversinya menjadi lahan terbangun. Dominasi tanaman campuran selama 1 dekade mengindikasikan bahwa sebagian besar lahan kritis yang ada di wilayah hulu merupakan kawasan yang sudah lama dimanfaatkan. Kondisi tersebut juga menunjukkan keberadaan vegetasi belum tentu mencerminkan kondisi lahan yang baik, secara lebih kompleks dapat dipengaruhi juga pada aspek kerapatan tutupan vegetasi, sistem pengelolaan dan kesesuaian lahan terhadap kemampuan lahannya. Zhongming *et al*. (2010) menjelaskan pada hasil penelitiannya bahwa pengaruh tutupan kanopi vegetasi tidak cukup untuk menjelaskan secara tegas dalam hubungannya menekan erosi yang terjadi, namun juga dipengaruhi pada jenis dan struktur vegetasinya.

Peningkatan luas tutupan hutan selama periode 2018–2024 mengindikasikan adanya perubahan komposisi tutupan lahan yang mengarah pada peningkatan area berhutan di zona hulu. Dinas Lingkungan Hidup DIY (2026) melaporkan bahwa program rehabilitasi hutan dan lahan telah dilaksanakan pada tahun 2021 di kawasan Menoreh yang merupakan bagian dari hulu DAS Serang. Program tersebut dapat menjadi salah satu konteks yang relevan dalam menafsirkan perubahan tutupan vegetasi yang teridentifikasi. Secara ekologis, peningkatan tutupan vegetasi berpotensi mendukung pengendalian erosi melalui perlindungan permukaan tanah dari tenaga air hujan dan pengaruh sistem perakaran. Peningkatan luas hutan berdasarkan analisis tutupan lahan belum dapat secara langsung membuktikan bahwa laju erosi aktual pada titik-titik kritis di zona hulu telah menurun, akan tetapi pembuktian penurunan laju erosi aktual memerlukan pengukuran lapangan atau perbandingan hasil pemodelan erosi antarperiode.

Kondisi tutupan lahan pada kawasan tengah cukup menunjukkan karakteristik yang beragam dibandingkan pada kawasan hulu. Pada periode historis tahun 2014 – 2023 tutupan lahan paling dominan adalah kebun dan tanaman campuran (Gambar 7). Pada kondisi baseline tahun 2024 luas kebun menunjukkan luas sebesar 405,92 ha sedangkan untuk tanaman campuran sebesar 353,62 ha, dimana terdapat pola kenaikan pemanfaatan lahan sebagai kebun pada periode baseline dibandingkan periode historisnya. Pola kenaikan sawah juga terlihat dari tahun 2014 sampai dengan periode baseline meskipun tidak meningkat secara signifikan. Kondisi hutan pada kawasan tengah DAS yang mengalami kritis telah mengalami kenaikan sebesar 30 hektar selama 10 tahun terakhir. Kenaikan luas hutan sedikit menggeser luas tutupan tanaman campuran dari tahun 2022.

Sebagai kawasan transisi, kawasan tengah DAS harus dapat menyeimbangkan antara fungsi ekologis dan juga sosial ekonomi. Meskipun terdapat penambahan luas hutan pada kawasan kritis, namun dari sisi angka, luas wilayah pertanian lebih cepat berkembang. Perkembangan luas pertanian dapat mendorong terjadinya urbanisasi lebih cepat dan intensitas pertanian yang tinggidan berkembang pada kawasan yang awalnya adalah tegakan pohon dapat mempercepat tingginya erosi (Ghute *et al*., 2025; Liu *et al*., 2025). Pola perubahan tutupan lahan pada kawasan tengah ini mencerminkan interaksi biofisik dan keputusan ekonomi masyarakat didukung oleh kondisi lahan yang secara fisik mendukung pada aktivitas pertanian sesuai dengan konsep perubahan tutupan lahan yang dikemukakan oleh (Lambin *et al*., 2003). Upaya menjaga fungsi ekologis pada area kritis di bagian tengah DAS Serang telah mulai terlihat dengan kenaikan luas hutan, namun upaya dalam penanaman hutan kembali pada wilayah transisi ini harus mengintegrasikan prinsip sustainable land management dalam hal pengelolaan lahan pertanian yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan keberlanjutan hasil produktivitas lahan serta fungsi ekologis yang dipulihkan secara bersamaan (Motavalli *et al*., 2013).

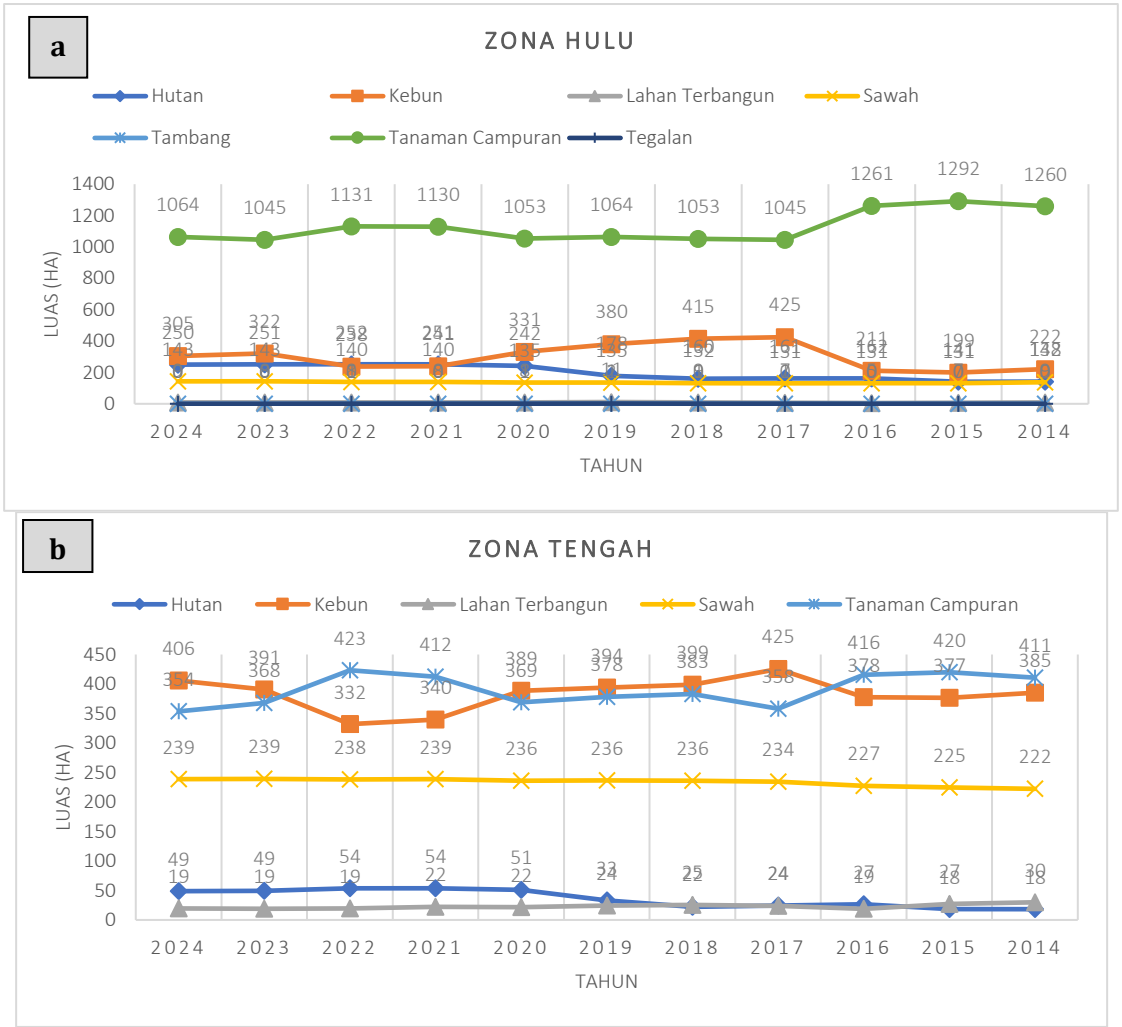
Kondisi tutupan lahan pada zona hilir memiliki karakteristik perubahan yang relatif kecil selama priode historis (Gambar 7). Kondisi baseline tahun 2024 menunjukkan lahan kritis dengan kondisi pennutup lahan kebun yang paling dominan dengan

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

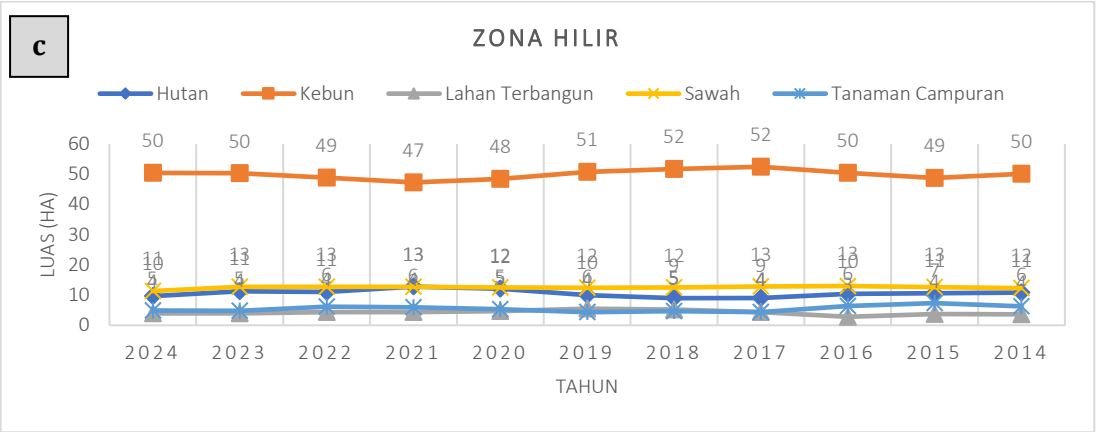
luas sebesar 50,44 ha, yang diikuti penutup lahan sawah sebesar 11,33 ha, hutan sebesar 9,64 ha, serta tanaman campuran 4,87 ha, dan lahan terbangun sebesar 3,96 ha. Secara urut luas penutup lahan pada periode baseline secara pola diikuti dengan periode historisnya. Merujuk pada Gambar 5, kondisi lahan kritis pada zona hilir ini dekat dengan zona tengah, sehingga terjadinya erosi masih terdapat pada wilayah tersebut meskipun intensitasnya secara gradual menurun mengikuti elevasi yang turun dan kondisi kemiringan lereng yang semakin datar.

Pola tutupan lahan dari periode historis dan baseline menunjukkan tingkat persistensi tutupan lahan yang paling tinggi dibandingkan zona hulu dan tengah. Selama 1 dekade, komposisi tutupan lahan berada pada kondisi yang relatif tetap dan fluktuasi luas perubahan lahan yang tidak signifikan. Apabila kondisi tutupan lahan dan praktik pengelolaannya tidak mengalami perubahan berarti, karakteristik biofisik yang mendasari status lahan kritis berpotensi tetap bertahan. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan bahwa penggunaan lahan dan praktik pengelolaan tanah berperan penting dalam menentukan tingkat erosi dan keberlanjutan kondisi lahan (Vanwalleghem *et al*., 2017).

Selain penutupan lahan, erosi merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam penilaian lahan kritis berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Nomor P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis. Persistensi yang cukup tinggi pada penutup lahan pertanian merupakan bentuk pemanfaatan yang sudah lama diterapkan pada satu dekade terakhir. Adapun upaya intervensi yang dapat dilakukan selain proses pengembalian fungsi hutan adalah pengelolaan pertanian yang secara langsung turut mempengaruhi terhadap erosi. Faktor CP yang menjadi salah satu model erosi berkontribusi terhadap penilaian besarnya erosi yang ada di suatu wilayah. Erosi yang disebabkan karena ketidaksesuaian pengelolaan tanah dan vegetasi pertanian akan membawa dampak penurunan fungsi lahan secara dan tidak berkelanjutan akibat erosi (Morgan, 2005).



© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP



Gambar 7. Luas Tutupan Lahan Secara Historis pada Zona Hulu (a), Tengah (b), dan Hilir (c)



Gambar 8. Karakteristik Persistensi Tutupan Lahan dan Implikasi Pengelolaan Lahan Kritis pada Setiap Zonasi DAS Serang
Sumber: Analisis peneliti, 2026

Secara garis besar hasil analisis spasio-temporal menunjukkan karakteristik dari persistensi tutupan lahan pada area kritis memiliki pola yang berbeda di setiap zonasi DAS. Wilayah hulu menunjukkan pola yang paling tinggi dinamika perubahan tutupan lahan ke arah perubahan antar vegetasi, wilayah tengah menunjukkan kondisi tutupan lahan dengan komposisi yang sama namun terdapat perubahan yang merujuk pada peningkatan lahan pertanian dan juga hutan, sedangkan kawasan hilir menunjukkan perubahan yang sangat kecil dan memiliki persistensi yang paling tinggi dibandingkan kedua zona lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, pada kondisi hulu terdapat peluang pengurangan lahan kritis di masa mendatang karena pola hutan yang menunjukkan trend yang meningkat, pada zona tengah dan hilir cenderung memiliki potensi area lahan kritis yang tetap. Khusus pada zona tengah, meskipun area hutan meningkat, namun luas area pertanian yang meningkat lebih tinggi dibandingkan peningkatan hutan, sehingga faktor pengelolaan lahan pertanian harus memperhatikan prinsip-prinsip keberlanjutan.

Evaluasi persistensi tutupan lahan memberikan informasi yang lebih komprehensif dibandingkan analisis kondisi eksisting pada satu periode waktu karena memungkinkan penelusuran riwayat dan kecenderungan perubahan tutupan lahan pada kawasan yang saat ini teridentifikasi sebagai lahan kritis. Dalam penelitian ini, perbedaan dinamika tutupan lahan antara zona hulu, tengah, dan hilir menunjukkan bahwa kawasan lahan kritis tidak memiliki karakteristik perubahan yang seragam. Zona hulu memperlihatkan dinamika perubahan antarkelas tutupan lahan yang lebih tinggi, zona tengah mengalami peningkatan luas hutan sekaligus lahan pertanian, sedangkan zona hilir cenderung mempertahankan komposisi tutupan lahannya.

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

Temuan ini memperlihatkan bahwa informasi mengenai status lahan kritis pada satu periode perlu dilengkapi dengan informasi historis untuk memahami kecenderungan pemanfaatan lahan dan menentukan bentuk intervensi yang sesuai. Pendekatan tersebut sejalan dengan pentingnya mempertimbangkan dinamika perubahan penggunaan lahan dalam memahami proses degradasi dan mendukung perencanaan pengelolaan lahan (Masoudi *et al*., 2021). Evaluasi persistensi dalam penelitian ini dapat menjadi dasar tambahan dalam penentuan prioritas rehabilitasi hutan dan lahan, yaitu melalui penguatan pemulihan vegetasi di zona hulu, integrasi rehabilitasi dan pertanian konservatif di zona tengah, serta perbaikan praktik pengelolaan lahan pada zona hilir. Dengan mempertimbangkan riwayat perubahan tutupan lahan, strategi pengelolaan tidak hanya didasarkan pada distribusi lahan kritis saat ini, tetapi juga pada karakteristik dan kecenderungan perubahan yang teridentifikasi selama periode pengamatan.

Pendekatan dalam penyusunan lahan kritis lebih dominan dipengaruhi oleh kondisi tutupan lahan dan potensi erosi yang terjadi. Kondisi tersebut juga tercermin dari hasil perhitungan luas lahan kritis pada Tabel 2, dimana kawasan hilir yang memiliki area yang relatif datar tidak memiliki potensi erosi yang lebih besar dibandingkan zona di atasnya. Meskipun terdapat variabel kemiringan lereng dalam mempertimbangkan klasifikasi kelas kekritisan lahan, pendekatan tersebut berupaya mengakomodir kawasan hulu sampai dengan hilir, namun karakteristik dari tutupan lahan dari kawasan hilir lebih heterogen karena menjadi pusat aktivitas manusia. Selain itu analisis kekritisan lahan akan lebih tepat dilakukan pada area hulu dan tengah pada DAS sesuai dengan karakteristik biofisik pada wilayah yang rawan terjadi erosi sebagai salah satu variabel utama dalam penyusunannya.

4. KESIMPULAN

Karakteristik persistensi tutupan lahan pada kawasan lahan kritis menunjukkan pola yang berbeda pada setiap zonasi DAS. Terbentuk dan bertahannya kondisi lahan kritis tidak hanya berkaitan dengan karakteristik biofisik, tetapi juga dengan pola pemanfaatan lahan yang berlangsung dalam jangka panjang. Pendekatan baseline dalam penelitian ini memungkinkan riwayat tutupan lahan dievaluasi pada unit spasial yang tetap, sehingga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika tutupan lahan pada kawasan yang saat ini teridentifikasi sebagai lahan kritis dibandingkan analisis yang hanya menggunakan kondisi eksisting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona hulu memiliki dinamika perubahan tutupan lahan yang relatif tinggi, zona tengah mengalami peningkatan luas hutan sekaligus lahan pertanian, sedangkan zona hilir menunjukkan persistensi tutupan lahan tertinggi. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa strategi pengelolaan dan rehabilitasi perlu mempertimbangkan karakteristik serta riwayat perubahan tutupan lahan pada setiap zona DAS. Secara operasional, BPDASHL dan instansi terkait dapat memprioritaskan pemulihan vegetasi dan pengembangan agroforestri di zona hulu, penerapan Sustainable Land Management (SLM) melalui praktik pertanian konservatif di zona tengah, serta pengendalian limpasan permukaan dan konservasi tanah sesuai kondisi biofisik di zona hilir. Dengan demikian, informasi persistensi tutupan lahan dapat menjadi dasar pendukung dalam penentuan prioritas pengelolaan dan rehabilitasi hutan dan lahan yang lebih adaptif terhadap karakteristik pemanfaatan lahan di setiap bagian DAS.

DAFTAR PUSTAKA

Arif, N., & Danoedoro, P. (2017). Pemodelan Spasial Erosi Kualitatif Berbasis Raster (Studi Kasus di DAS Serang , Kabupaten Kulonprogo). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *15*(2), 127–134. https://doi.org/10.14710/jil.15.2.127-134

Biru, M. K., Gadisa, C. W., Dirbaba, N. B., & Nunes, M. R. (2025). Land Use Changes and Their Impacts on Soil Erosion in a Fragile Ecosystem of the Ethiopian Highlands. *Land*, 1–20. https://doi.org/10.3390/land14071473

Blissag, B., Yebdri, D., & Kessar, C. (2024). Spatiotemporal change analysis of LULC using remote sensing and CA-ANN approach in the Hodna basin , NE of Algeria. *Physics and Chemistry of the Earth*, *133*(August 2023), 103535. https://doi.org/10.1016/j.pce.2023.103535

Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta. (2026). *Rapat Rencana Rehabilitasi DAS DIY Bahas Pemulihan Lahan Kritis Hingga Pesisir Selatan*. https://dlhk.jogjaprov.go.id/rencana-rehabilitasi-das-di-diy/

Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung. (2018). *Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian DAS dan Hutan Lindung Nomor P.3/PDASHL/SET/KUM.1/7/2018 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*.

Ghute, B., Biswas, B., Vahidnia, M., Rai, P. K., Singh, S. K., & Kanga, S. (2025). Soil Erosion and Sediment Rate Assessment Using Geospatial Tools and RUSLE Modeling Approach : A Case Study of Yeldari Reservoir, Maharashtra, India. *Economic and Enivronmental Geologi*, *58*(6), 719–741. https://doi.org/10.9719/EEG.2025.58.6.719.Journal

Graesser, J., Stanimirova, R., Tarrio, K., Copati, E. J., Volante, J. N., Verón, S. R., Banchero, S., Elena, H., Abelleyra, D. De, & Friedl, M. A. (2022). *Temporally-Consistent Annual Land Cover from Landsat Time Series in the Southern Cone of South America*. 1–28. https://doi.org/10.3390/rs14164005

Hidayat, W., Sari, C. P., Supriyadi, S., & Himawan, W. (2025). *Evaluation of built-up land incompatibility with land capability and its implications for critical land in the Serang Watershed*. *02001*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202568202001

Kaleji, M. K., Kamkar, H. K. B., & Hosseinalizadeh, H. A. M. (2026). Evaluation and mapping of soil erosion in the agricultural landscape of Dasht-e-Naz Sari (Mazandarn province), Northern Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, *23*(1), 1–14. https://doi.org/10.1007/s13762-025-06859-7

Kamruzzaman, M., Aston, L., Baker, D., Braun, B., & Shatu, F. (2021). Changes in land use typology of global airports : An empirical investigation with implications for the aerotropolis concept. *Journal of Transport Geography*, *97*(July 2020), 103217.

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103217

Kementerian Kehutanan. (2013). *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor P.3/V-SET/2013 Tentang Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai*.

Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2009). *Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor SK.328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai (DAS) Prioritas dalam Rangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Tahun 2010–2014*.

Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2025 tentang Rencana Strategis Kementerian Kehutanan Tahun 2025–2029*.

Khidzir, A. R., Setyawan, C., S.Susanto, & Zaki, M. K. (2023). GIS Based Monitoring of Critical Area Upstream Watershed of PB . Soedirman Reservoir , Central Java , Indonesia GIS Based Monitoring of Critical Area Upstream Watershed of PB . Soedirman Reservoir , Central Java , Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1233/1/012059

Kironoto, B. A., Yulistiyanto, B., & Olii, M. R. (2021). *Erosi dan Konservasi Lahan* (Siti (ed.); 1st ed.). Gadjah Mada University Press.

Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. *Annual Review Environment and Resources*. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459

Liu, Y., Zang, M., Peng, J., Bai, Y., Wang, S., Wang, Z., & Shi, P. (2025). Analysis of Ecosystem Pattern Evolution and Driving Forces in the Qin River Basin in the Middle Reaches of the Yellow River. *Sustainability*, *17*(3), 1–21. https://doi.org/10.3390/su17136199

López-osorio, R. F., Pérez-aguilar, L. Y., Avila-aceves, E., Zambrano-medina, Y. G., & Quintero-morales, M. A. (2026). Spatial Analysis of Land Cover Degradation Processes Associated with Aridity in Northwestern Mexico Using Geographically Weighted Regression. *International Journal of Geo-Information*, 1–20. https://doi.org/10.3390/ijgi15050200

Masoudi, M., Elhaeesahar, M., & Cerdà, A. (2021). Risk Assessment of Land Degradation (RALDE) in Khuzestan Province, Iran. *Eurasian Soil Science*, *54*(8), 1228–1240. https://doi.org/10.1134/S1064229321080135

Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation* (3rd ed.). Blackwell Publishing Ltd.

Motavalli, P., Nelson, K., Udawatta, R., Jose, S., & Bardhan, S. (2013). Global achievements in sustainable land management. *International Soil and Water Conservation Research*, *1*(1). https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30044-7

Mukhoriyah, Arifin, S., Kushardono, D., Ardha, M., & Yulianto, F. (2023). Analysis of land use and spatial planning in the Upstream Citarum watershed of West Java based on remote sensing data. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, *10*(3), 4315–4324. https://doi.org/10.15243/jdmlm.2023.103.4315

Nahib, I., Wahyudin, Y., Widiatmaka, W., Tarigan, S. D., Ambarwulan, W., Ramadhani, F., Pranoto, B., & Nugroho, N. P. (2026). Spatio-Temporal Dynamics of Land Use and Land Cover Change and Ecosystem Service Value Assessment in Citarum Watershed , Indonesia : A Multi-Scenario and Multi-Scale Approach. *Resources*, 1–34. https://doi.org/10.3390/resources15020024

Taufan, L. B., & Pratomo, R. A. (2022). *Implementasi Instrumen Zoning Regulation dalam Penanganan Lahan Kritis di DTA Kaskade Mahakam*. *10*, 151–165. https://doi.org/10.14710/jwl.10.2.151-165.

Thomas, J., Joseph, S., & Thrivikramji, K. P. (2018). Assessment of soil erosion in a tropical mountain river basin of the southern Western Ghats, India using RUSLE and GIS. *Geoscience Frontiers*, *9*(3), 893–906. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2017.05.011

Utami, W., Aji, K., Marini, Sugiyanto, C., & Rahardjo, N. (2023). Dampak Pembangunan Bandara Internasional Yogyakarta Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, *19*(1), 105–117. https://doi.org/10.14710/pwk.v19i1.37429

Vanwalleghem, T., Gómez, J. A., Amate, J. I., Molina, M. G. De, Vanderlinden, K., Guzmán, G., Laguna, A., & Giráldez, J. V. (2017). Anthropocene Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the Anthropocene. *Biochemical Pharmacology*, *17*, 13–29. https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.01.002

Wahyunto, & Dariah, A. (2014). Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisi Eksisting , Karakteristik, dan Penyeragaman Definisi Mendukung Gerakan Menuju Satu Peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, *Vol. 8*, *No*, 81–93. https://doi.org/10.2018/jsdl.v8i2.6470

Wairiu, M. (2017). Land degradation and sustainable land management practices in Pacific Island Countries. *Regional Environmental Change*, *17*(4), 1053–1064. https://doi.org/10.1007/s10113-016-1041-0

Widyatmanti, W., Murti, S. H., & Syam, P. D. (2018). Pemetaan Lahan Kritis Untuk Analisis Kesesuaian Pemanfaatan Lahan di Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Pengabdian Dan Pengembangan Masyarakat*. https://doi.org/10.22146/jp2m.41024

Yusliana, & Devi, M. K. (2020). *Interaksi wilayah pusat pertumbuhan melalui pendekatan skalogram dan gravitasi di wilayah pesisir daerah istimewa yogyakarta*. *4*, 148–159. https://doi.org/10.29408/geodika.v4i2.2721

Zachrani, A. O., Rayes, M. L., & Sulaeman, Y. (2024). Identifikasi Lahan Kritis Skala 1:25.000 Berbasis Citra Sentinel 2 Dan Demnas Resolusi 8 Meter (Studi Kasus Sub Das Cikapundung Jawa Barat). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *11*(2), 327–338. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.2.4

Zhongming, W., Lees, B. G., Feng, J., Wanning, L., & Haijing, S. (2010). Stratifed vegetation cover index : A new way to assess vegetation impact on soil erosion. *Catena*, *83*(1), 87–93. https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.07.006

© 2026, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP