

Perubahan Penggunaan dan Tutupan Lahan: Analisis Bibliometrik dan Kajian Pustaka Sistematis pada Dampak Kebijakan, Ekosistem dan Urbanisasi

Nur 'Izzatul Hikmah^{1*}, Dewi Sekar Arum^{1,2}, Gilber Payung^{1,3}, dan Eko Kusratmoko¹

¹Departemen Geografi, Universitas Indonesia, Indonesia; e-mail: nurizzatulh5@gmail.com

²Badan Informasi Geospasial, Indonesia

³Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional, Indonesia

ABSTRAK

Perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULCC) terus meningkat seiring pertumbuhan kebutuhan lahan manusia, terutama akibat urbanisasi. Dinamika tersebut memerlukan pendekatan terpadu yang menggabungkan analisis geospasial, evaluasi kebijakan, dan keterlibatan pemangku kepentingan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan menganalisis perkembangan kajian LULCC dalam kaitannya dengan kebijakan perencanaan tata ruang melalui analisis bibliometrik dan tinjauan pustaka sistematis, serta membandingkan fokus, tujuan, sumber data, metode, dan temuan penelitian terdahulu. Sebanyak 139 artikel ilmiah yang terbit pada periode 2018–2024 dianalisis menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dan pendekatan bibliometrik untuk mengidentifikasi tren penelitian, tema utama, serta jaringan kolaborasi internasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urbanisasi merupakan pendorong utama LULCC, yang ditandai oleh peningkatan kawasan terbangun dan penurunan lahan pertanian serta ruang hijau. Kebijakan tata ruang berperan penting sebagai instrumen mitigasi dan pengendalian dampak LULCC terhadap ekosistem. Selain itu, teknologi penginderaan jauh dan model spasial semakin dominan digunakan untuk memantau perubahan lahan, menilai dampak lingkungan, serta mendukung perumusan kebijakan. Pendekatan yang mengintegrasikan aspek spasial, kelembagaan, dan partisipatif diperlukan agar perencanaan tata ruang mampu merespons perubahan penggunaan lahan secara efektif. Efektivitas kebijakan juga dipengaruhi oleh ketersediaan data, kapasitas kelembagaan, konsistensi implementasi, pemantauan berkala, serta koordinasi antarsektor dan antarwilayah dalam menghadapi tekanan urbanisasi dan perubahan lingkungan pada masa mendatang. Penelitian ini menegaskan pentingnya penguatan kebijakan berbasis bukti yang menghubungkan hasil analisis ilmiah dengan kebutuhan pembangunan. Temuan penelitian memberikan rekomendasi bagi pembuat kebijakan untuk menyeimbangkan pembangunan perkotaan, perlindungan ekosistem, dan konservasi lingkungan melalui tata ruang yang adaptif, kolaboratif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: perubahan penggunaan lahan, kebijakan tata ruang, urbanisasi, ekosistem, bibliometrik

ABSTRACT

Land use and land cover change (LULCC) continues to intensify with growing land demand driven by urbanization. These dynamics require an integrated approach combining geospatial analysis, policy evaluation, and stakeholder engagement to support decisions. This study examines the development of LULCC research in relation to spatial planning policies through bibliometric analysis and a systematic literature review, and compares their focus, objectives, data, methods, and findings. The 139 articles published between 2018 and 2024 were analyzed using the *Systematic Literature Review* (SLR) method and a bibliometric approach to identify research trends, themes, and international collaboration networks. The results show that urbanization is the main driver of LULCC, characterized by the expansion of built-up areas and the decline of agricultural land and green spaces. Spatial planning policies play an important role as instruments for mitigating and controlling the impacts of LULCC on ecosystems. In addition, remote sensing technologies and spatial models are increasingly used to monitor land changes, assess environmental impacts, and support policy formulation. Integrating spatial, institutional, and participatory aspects is required so that spatial planning can respond effectively to land use change. Policy effectiveness is also influenced by data availability, institutional capacity, implementation consistency, regular monitoring, and coordination across sectors and regions. This study emphasizes the importance of strengthening policies based on evidence that connect scientific findings with development needs. The findings provide recommendations for policymakers to balance urban development, ecosystem protection, and environmental conservation through adaptive, collaborative, and sustainable spatial planning in the future.

Keywords: land use land change, spatial policy, urbanization, ecosystem, bibliometrics

Citation: Arum, D. S., Hikmah, N. I., Payung, G., dan Kusratmoko, E. (2026). Perubahan Penggunaan dan Tutupan Lahan: Analisis Bibliometrik dan Kajian Pustaka Sistematis pada Dampak Kebijakan, Ekosistem dan Urbanisasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(2), 497-510, doi:10.14710/jil.24.2.497-510

1. PENDAHULUAN

Land use and land cover change (LULCC) atau perubahan penggunaan dan penutup lahan adalah proses dinamis yang dipengaruhi oleh faktor alam dan faktor manusia, seperti pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi (Hassan, et al., 2016; Wang, et al., 2023) urbanisasi (Waleed, et al, 2024; Laar, et al., 2024), termasuk kebijakan terkait perencanaan tata ruang dan pembangunan (Turner, et al., 1995). Seiring dengan percepatan urbanisasi dan intensifikasi kegiatan ekonomi, pola penggunaan dan tutupan lahan terus berubah, sering kali mengakibatkan dampak ekologis dan sosial-ekonomi yang signifikan (Liu, et al., 2022). Urbanisasi juga merupakan fenomena spasial yang kompleks yang manifestasinya berbeda tergantung pada lokasi serta dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk populasi, kebijakan, ekonomi, dan penyebab alami (Abdeljawad, et al., 2023). Urbanisasi berdasarkan sudut pandang demografi adalah proses pemusatan populasi penduduk dengan ciri aktivitas non pertanian di suatu wilayah. Urbanisasi adalah proses yang terkait erat dengan nilai-nilai kehidupan, kebiasaan, dan lembaga perkotaan yang secara aktif menangani masalah perkotaan dalam konteks modernisasi (Rustiadi, 2009). Urbanisasi menyebabkan jumlah penduduk perkotaan makin meningkat dan menyebabkan jumlah penduduk yang tinggal di pedesaan makin menurun (Indrayati, et al., 2019). Urbanisasi menghadirkan tantangan besar terhadap keberlanjutan lingkungan, sehingga memerlukan kerangka hukum yang efektif untuk menyeimbangkan konservasi sumber daya dengan kebutuhan pembangunan yang terus meningkat (Bansal, et al., 2024).

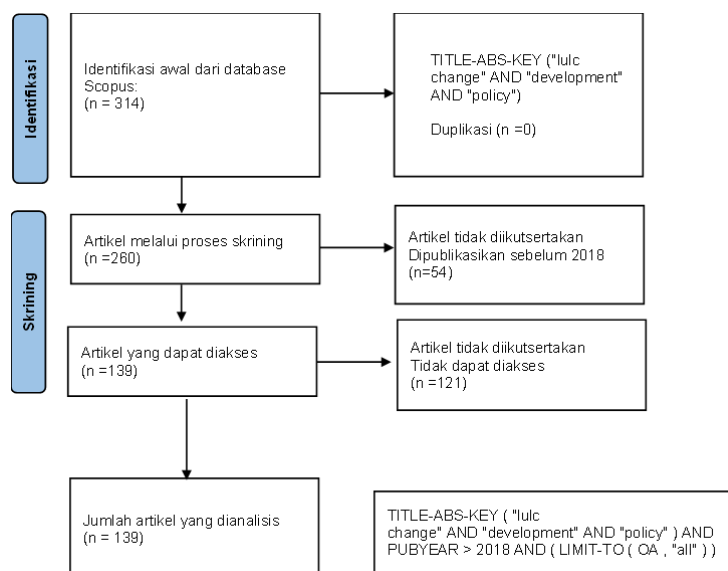
Kebijakan perencanaan tata ruang dan pembangunan penting untuk mengendalikan perubahan penggunaan dan tutupan lahan. Kebijakan yang dirancang untuk mengarahkan perencanaan tata ruang dan pembangunan memainkan peran penting dalam membentuk perubahan tersebut, baik sebagai pendorong maupun alat mitigasi untuk pengelolaan lahan yang berkelanjutan (Albrechts, et al., 2017; Hersperger, et al., 2018). Kebijakan tata ruang dan pembangunan berperan sebagai katalis sekaligus pengatur transisi lahan. Namun, hasil kebijakan semacam ini sering kali mengungkap keseimbangan maupun ketidak seimbangan antara pembangunan dan konservasi (Stead, et al., 2008). Di banyak wilayah, implementasi kebijakan tersebut telah menyebabkan dampak yang tidak diinginkan, seperti hilangnya lahan pertanian akibat konversi lahan subur menjadi kawasan perkotaan atau industri (Kabede, et al., 2024; Wang, et al., 2022), fragmentasi lanskap (Das, et al., 2023), atau urban sprawl (Abdeljawad, et al., 2023). Urbanisasi dan penyebaran

perkotaan-suburban adalah proses transformasi yang secara signifikan memengaruhi pola penggunaan lahan (Bhat, et al., 2017).

Mempelajari dinamika penggunaan dan tutupan lahan di bawah pengaruh kebijakan perencanaan tata ruang dan pembangunan sangat penting untuk memahami bagaimana kerangka kerja ini memengaruhi sistem lahan dan ekosistem terkaitnya (Peng, et al., 2011). Hal ini melibatkan pemeriksaan pola spasial dan temporal perubahan penggunaan lahan, mengidentifikasi faktor pendorong perubahan tersebut, dan mengevaluasi dampak ekologis dan sosial-ekonomi. Selain itu, studi ini menyoroti perlunya pendekatan terintegrasi yang menggabungkan analisis geospasial, penilaian kebijakan, dan keterlibatan pemangku kepentingan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Pemeriksaan terhadap penelitian terbaru dan publikasi terkait kebijakan dapat membantu pengambil keputusan dalam merancang regulasi lingkungan di masa depan. Tidak ada satu strategi penggunaan lahan tunggal yang dapat digunakan untuk mengelola masalah penggunaan lahan secara ideal (Abdeljawad, et al., 2023). Pembangunan yang berkelanjutan di kawasan perkotaan membutuhkan strategi untuk pertumbuhan kota dan pelestarian ekosistem perkotaan. Oleh karena itu, diperlukan strategi penggunaan lahan yang mempertimbangkan kepentingan semua pihak dan mengendalikan konflik akibat tumpang tindih pemanfaatan lahan.

Penelitian ini adalah tinjauan artikel dengan mengaplikasikan Systematic Literature Review (SLR) yang meninjau perubahan penggunaan dan tutupan lahan dalam kaitannya dengan kebijakan perencanaan tata ruang. Systematic Literature Review (SLR) telah diterima secara luas dalam beberapa tahun terakhir karena ketatnya metodologi yang menjamin validitas, reliabilitas, dan replikabilitas proses tinjauan (McKibbin, 2006; Alexander, 2020; Chigbu, et al., 2023). Proses SLR mencakup beberapa tahapan: merumuskan pertanyaan penelitian, melakukan pencarian penelitian yang relevan terkait kebijakan dan perubahan penggunaan serta tutupan lahan, menyaring dan menentukan studi sesuai kriteria yang telah ditetapkan, menganalisis dan mensintesis materi, serta melaporkan temuan.

Tujuan penelitian ini adalah (1) melakukan analisis bibliometrik dan kajian pustaka sistematis terkait dampak kebijakan perencanaan tata ruang terhadap perubahan penggunaan dan tutupan lahan. Tujuan kedua (2) penelitian ini melakukan studi perbandingan berdasarkan referensi, tujuan & sumber data yang digunakan, dan metode & temuan utama terkait dampak kebijakan perencanaan tata ruang terhadap perubahan penggunaan dan tutupan lahan.



Gambar 1. Diagram Alir Sytematic Review dengan Protokol PRISMA

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi artikel-artikel yang membahas mengenai perubahan penggunaan dan tutupan lahan. Tahapan pencarian literatur menggunakan database Scopus karena kredibilitas dan cakupan literatur yang luas, dengan menggunakan beberapa kata kunci yang dapat menggambarkan literatur yang relevan. Tahapan selanjutnya adalah melalui proses skrinig dengan melakukan filter untuk artikel yang dipublikasikan sebelum tahun 2018 untuk alasan keterbaruan tema. Selanjutnya artikel yang tidak dapat diakses juga tidak diikutsertakan. Kata kunci final yang digunakan adalah sebagai berikut **"TITLE-ABS-KEY ("lulc change" AND "development" AND "policy") AND PUBYEAR > 2018 AND OA (all)"**. Pencarian dilakukan pada bulan November 2024. Gambar 1 merupakan protokol yang digunakan dalam proses pencarian, identifikasi, dan skrinig artikel, yang dikenal dengan protokol PRISMA (Preffered Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 2020.

Setelah melakukan tinjauan literatur sebanyak 139 artikel ilmiah terkait dengan perubahan penggunaan dan tutupan lahan, adapun perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis adalah Bibliometrix sebagai analisis bibliometrik, sebuah open-source package yang dioperasikan di R Studio. Analisis bibliometrik dapat menunjukkan dinamika dan perkembangan penelitian dalam bidang ini selama beberapa tahun terakhir. Berdasarkan visualisasi yang dihasilkan menggunakan perangkat lunak bibliometrik, dapat diidentifikasi berbagai aspek penting meliputi tema-tema utama penelitian, frekuensi kata kunci yang paling relevan, pola kolaborasi internasional, serta jaringan keterkaitan antar topik penelitian. Analisis ini memberikan gambaran komprehensif tentang tren penelitian,

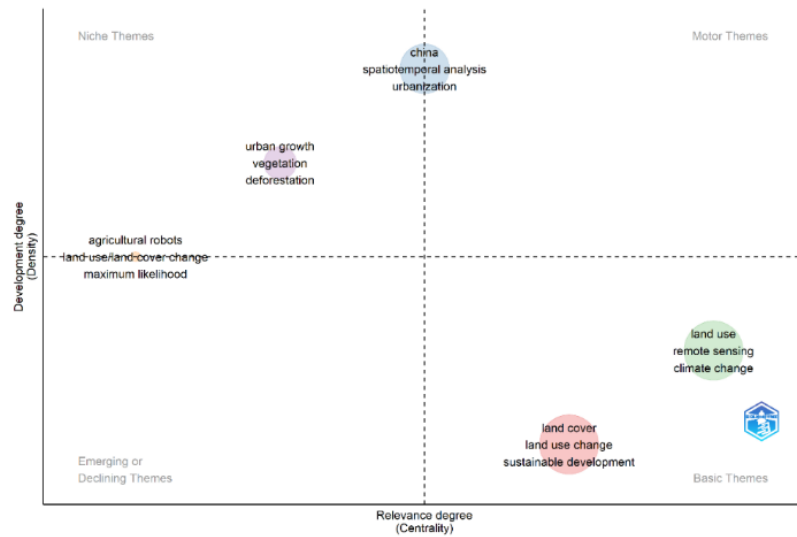
fokus utama para peneliti, serta hubungan antar berbagai konsep dalam studi perubahan penggunaan dan tutupan lahan, yang dapat menjadi dasar untuk memahami perkembangan dan arah penelitian di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui protocol PRISMA dan menemukan 139 artikel ilmiah yang dipublikasikan setelah tahun 2018 dan dengan status "open access", kami melakukan analisis bibliometerik untuk melihat pemetaan penelitian yang sudah dilakukan dan kemudian melakukan analisis mendalam pada tema metode, dampak Perubahan LULC pada ekosistem, urbanisasi dan dinamika perubahan LULC, serta mitigasi dan adaptasi terhadap dampak perubahan LULC.

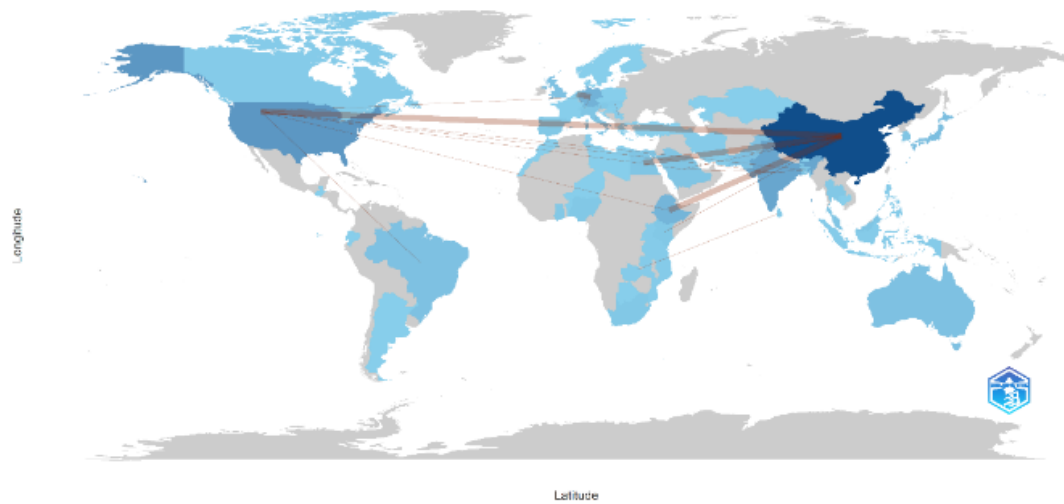
3.1. Hasil Analisis Bibliometrik

Hasil dari analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak Bibliometrix divisualisasikan pada Gambar 2 yang menunjukkan Peta Tematik yang menvisualisasikan pemetaan tema-tema penelitian berdasarkan relevansi (centrality) dan tingkat pengembangan (density). Tema-tema utama (motor themes) yang memiliki relevansi dan pengembangan tinggi adalah "land use", "remote sensing", dan "climate change". Hal ini menunjukkan bahwa ketiga topik tersebut menjadi fokus utama dalam penelitian terkait perubahan penggunaan lahan. Sementara itu, "land cover", "land use change", dan "sustainable development" muncul sebagai tema dasar yang memiliki relevansi tinggi namun tingkat pengembangan yang lebih rendah. Tema-tema niche seperti "china", "spatiotemporal analysis", dan "urbanization" memiliki tingkat pengembangan tinggi namun relevansi yang lebih rendah, menunjukkan adanya fokus penelitian yang lebih spesifik pada area-area tersebut.



Gambar 2. Peta Tematik Topik Penelitian

Country Collaboration Map



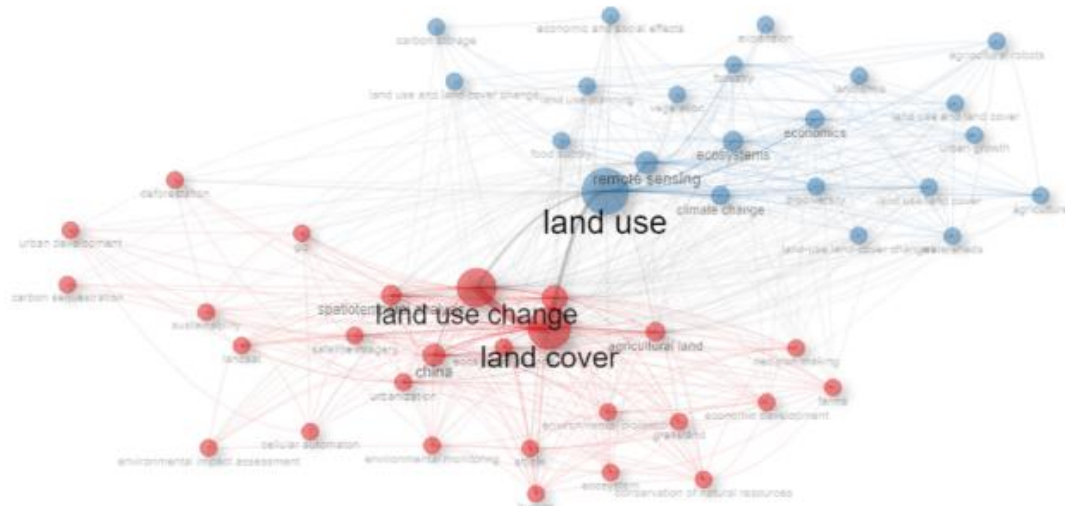
Gambar 3. Peta Kolaborasi Internasional

Analisis selanjutnya adalah peta kolaborasi yang ditunjukkan pada Gambar 3. Peta ini menggambarkan kolaborasi internasional dalam penelitian perubahan penggunaan lahan. China dan Amerika Serikat muncul sebagai pusat kolaborasi utama, ditunjukkan oleh warna biru tua pada peta. Garis-garis yang menghubungkan berbagai negara menunjukkan adanya kolaborasi penelitian yang luas, terutama antara negara-negara di Asia, Amerika Utara, dan Eropa. Ini mengindikasikan bahwa penelitian tentang perubahan penggunaan lahan memiliki dimensi global yang kuat, dengan berbagai negara berkontribusi dan berkolaborasi dalam studi ini.

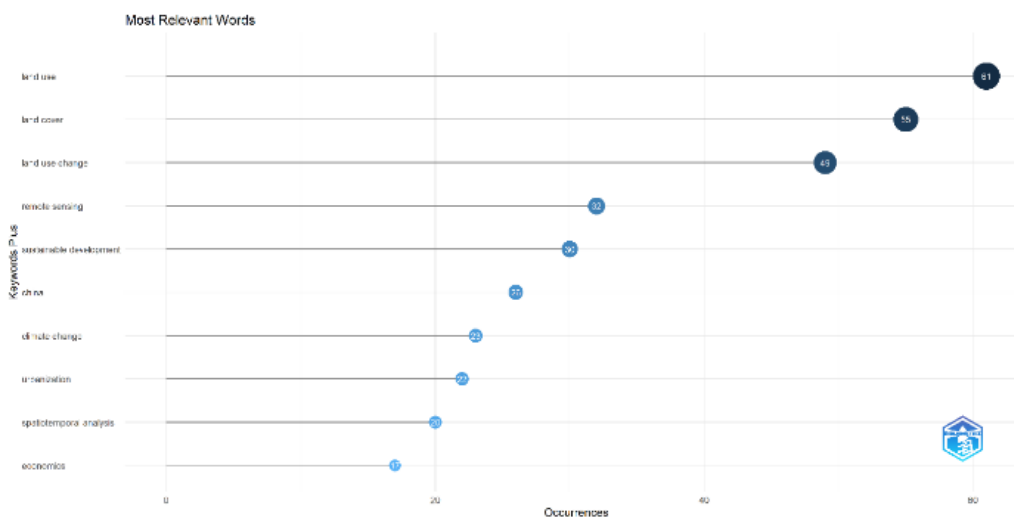
Gambar 4 menampilkan jaringan co-occurrence yang merepresentasikan hubungan antar kata kunci dalam penelitian. Terlihat bahwa "land use", "land use change", dan "land cover" membentuk inti dari jaringan dengan ukuran node yang besar, menunjukkan peran sentralnya dalam penelitian. Kata kunci seperti "remote sensing", "climate change", dan

"China" juga memiliki banyak koneksi, menandakan keterkaitan erat dengan topik utama. Jaringan ini juga menunjukkan adanya cluster-cluster tema seperti aspek ekonomi, dampak lingkungan, dan teknologi penginderaan jauh, yang menggambarkan kompleksitas dan interdisiplineritas dalam studi perubahan penggunaan lahan.

Gambar 5 menampilkan grafik frekuensi kemunculan kata-kata kunci dalam penelitian. "Land use" muncul sebagai kata kunci yang paling sering digunakan (61 kali), diikuti oleh "land cover" (55 kali) dan "land use change" (49 kali). Hal ini menegaskan bahwa fokus utama penelitian adalah pada perubahan penggunaan dan tutupan lahan. Kata kunci lainnya seperti "remote sensing", "sustainable development", "China", "climate change", dan "urbanization" juga muncul dengan frekuensi yang signifikan, menunjukkan berbagai aspek dan pendekatan yang digunakan dalam studi perubahan penggunaan lahan.



Gambar 4. Peta Jaringan Co-Occurance



Gambar 5. Kata Kunci yang Relevan

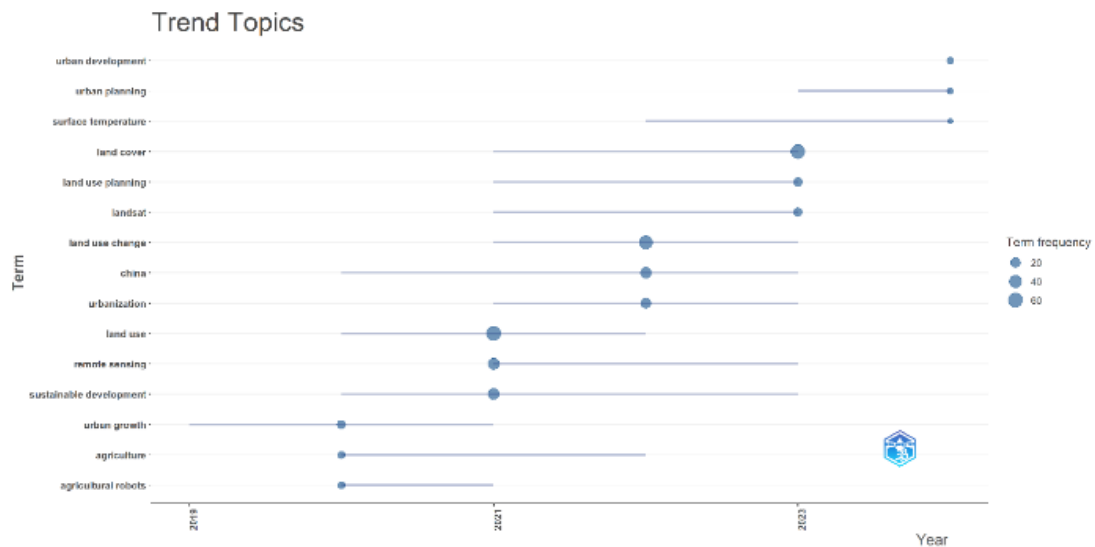
Sedangkan Gambar 6 menampilkan grafik tren topik yang menunjukkan evolusi tema penelitian dari tahun 2019 hingga 2023. Topik-topik seperti "urban development", "urban planning", dan "surface temperature" muncul sebagai tren terbaru di tahun 2023. Sementara itu, "land use", "remote sensing", dan "sustainable development" menunjukkan konsistensi sebagai topik yang terus dibahas sejak 2021. Topik-topik terkait pertanian dan robot pertanian muncul di periode awal (2019-2020) namun kemudian mengalami penurunan, menandakan pergeseran fokus penelitian ke arah isu perkotaan dan lingkungan.

3.2. Hasil Metode Analisis Perubahan LULC

Berdasarkan analisis dari penelitian yang ada, terdapat beberapa metode utama yang digunakan dalam analisis perubahan LULC. Tren terbaru menunjukkan adanya integrasi berbagai metode dan penggunaan teknologi yang lebih canggih, seperti machine learning dan model simulasi kompleks,

untuk menghasilkan analisis yang lebih komprehensif dan akurat dalam mengidentifikasi dinamika perubahan penggunaan lahan.

Dari hasil analisis, terdapat beragam metode yang digunakan untuk mengkaji perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan (LULC). Metode klasifikasi citra satelit seperti Maximum Likelihood Classification banyak digunakan untuk memetakan LULC di Sikkim Himalaya (Mishra et al., 2020). Untuk memprediksi perubahan LULC di masa depan, model Cellular Automata-Markov Chain (CA-Markov) juga termasuk sering diaplikasikan pada beberapa studi (Mathodi et al., 2021, Sugandhi et al., 2022, Ruben et al., 2020). Penggunaan platform cloud computing seperti Google Earth Engine juga semakin populer untuk analisis LULC skala besar (Pham & Bui, 2023) (C. Liu et al., 2020). Integrasi teknik machine learning seperti Random Forest dengan data penginderaan jauh juga banyak digunakan, misalnya menggunakan Landsat time-series di Mozambik Utara (Macarringue et al., 2023).



Gambar 6. Grafik Tren Topik

Untuk menilai dampak perubahan LULC terhadap jasa ekosistem, model InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) sering dimanfaatkan, misalnya penelitian tentang perubahan spasial dan temporal pada carbon storage di Foshan, China (Chen & Ma, 2022). Beberapa penelitian juga menerapkan kombinasi berbagai model, contohnya dengan mengintegrasikan model InVEST dengan PLUS (Patch-generating Land Use Simulation) untuk menilai kualitas habitat di Estuari Sungai Johor. (Zhang et al., 2024). Metode-metode ini menunjukkan perkembangan signifikan dalam teknik pemodelan dan analisis LULC, dari penggunaan data penginderaan jauh hingga integrasi kecerdasan buatan dan model geospasial yang lebih kompleks.

3.3. Dampak Perubahan LULC pada Ekosistem

Beberapa studi dalam 139 artikel tersebut mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan terhadap ekosistem. (Wei et al., 2021) meneliti dampak perubahan tutupan lahan terhadap penyimpanan karbon ekosistem di dataran tinggi Tibet, menemukan peningkatan penyimpanan karbon sebesar $21,65 \times 10^6$ Mg antara 2001-2019 karena kebijakan konservasi. Penelitian lainnya menganalisis efek perubahan tutupan hutan terhadap dinamika penyimpanan karbon di Chittagong Hill Tracts, Bangladesh, menunjukkan hilangnya $21,65 \times 10^6$ Mg karbon tersimpan akibat berkurangnya 21% tutupan vegetasi selama 1996-2021 (Kafy et al., 2023).

Dampak terhadap jasa ekosistem juga menjadi fokus beberapa penelitian. Misalnya dengan memodelkan skenario perubahan tutupan lahan di Ethiopia tengah dan menemukan bahwa skenario restorasi ekosistem dapat meningkatkan nilai jasa ekosistem secara signifikan (Biratu et al., 2022). Penelitian lain di Kota Foshan Cina menggunakan model InVEST dan PLUS untuk menilai dampak kebijakan pembangunan terhadap penyimpanan karbon dengan memproyeksikan penurunan

berkelanjutan penyimpanan karbon hingga 2035 akibat ekspansi perkotaan (Chen & Ma, 2022).

Efek perubahan iklim dan tutupan lahan terhadap erosi tanah dikaji secara mendalam dengan geomer di area reservoir Three Gorges, Cina (Huang et al., 2020). Mereka menemukan bahwa peningkatan curah hujan menghasilkan $2,90 \times 10^7$ ton kehilangan tanah, namun efek ini diimbangi oleh penghutanan kembali yang mempertahankan sekitar $1,10 \times 10^7$ ton tanah per tahun. Studi ini menunjukkan pentingnya restorasi ekologis untuk mengurangi erosi tanah akibat urbanisasi dan pembangunan bendungan.

Penelitian sebelumnya (Y. Liu et al., 2023) meneliti hubungan antara perubahan tutupan lahan dan hasil air di DAS Danau Nansi, Cina. Mereka menemukan bahwa perubahan tutupan lahan memiliki efek signifikan terhadap hasil air, dengan skenario pengembangan ekonomi menghasilkan peningkatan hasil air tertinggi dibandingkan skenario lainnya. Ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan trade-off antara pembangunan ekonomi dan konservasi sumber daya air dalam perencanaan penggunaan lahan.

Penelitian lainnya mengintegrasikan model InVEST dan PLUS untuk menilai kualitas habitat di Estuari Sungai Johor, Malaysia (Zhang et al., 2024). Mereka memproyeksikan penurunan indeks kualitas habitat akibat ekspansi lahan terbangun, konversi lahan pertanian, dan reklamasi pantai. Studi ini menekankan perlunya kebijakan penggunaan lahan yang mempertimbangkan dampak faktor alami dan antropogenik terhadap ekosistem estuari.

Dampak perubahan tutupan lahan terhadap nilai jasa ekosistem secara nilai ekonomi juga dikaji, contohnya adalah penelitian di wilayah Guangdong-Hong Kong-Makau, Cina (Hasan, Shi, & Zhu, 2020). Mereka menemukan penurunan total nilai jasa ekosistem dari 680,23 miliar CNY pada 1986 menjadi 668,45 miliar CNY pada 2017, terutama karena berkurangnya lahan pertanian dan tambak ikan. Studi ini menggarisbawahi pentingnya perencanaan

penggunaan lahan yang cerdas untuk menjamin keberlanjutan jasa ekosistem di wilayah perkotaan yang berkembang pesat.

Studi-studi ini menunjukkan bahwa kebijakan penggunaan lahan memiliki pengaruh signifikan terhadap pola perubahan LULC dan dapat digunakan sebagai alat untuk mengelola dampak perubahan tersebut terhadap ekosistem dan masyarakat.

3.4. Urbanisasi dan Dinamika Perubahan LULC

Urbanisasi dan dinamika perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan (LULC) menjadi fokus utama dalam banyak penelitian dari 139 artikel tersebut. (Arshad et al., 2022) menganalisis dampak ekspansi perkotaan terhadap ruang hijau dan efek urban heat island di Lahore, Pakistan. Mereka menemukan bahwa pembangunan perkotaan yang cepat selama 2003-2019 menyebabkan hilangnya 36% ruang hijau perkotaan, dengan total kehilangan ~19% lahan pertanian dan ruang terbuka.

Penelitian lainnya (Xie et al., 2023) mengkaji evolusi dinamis LULC dan faktor pendorong sosio-ekonominya di Wuhan, China. Studi ini menunjukkan bagaimana urbanisasi mempengaruhi pola penggunaan lahan perkotaan, dengan peningkatan signifikan area terbangun dan penurunan lahan pertanian. Penelitian lain membandingkan ekspansi perkotaan dan hilangnya lahan pertanian di Kampala dan Mbarara, Uganda (Muchelo et al., 2024). Mereka menemukan peningkatan dramatis area perkotaan, dengan Kampala meningkat dari 7,14% pada 1989 menjadi 55,10% pada 2015, sementara lahan pertanian menurun dari 48,02% menjadi 16,69%.

Penelitian (C. Liu et al., 2020) menggunakan Google Earth Engine dan Random Forest untuk menganalisis perubahan LULC di Prefektur Gannan, China. Mereka menemukan bahwa area padang rumput menurun, sementara lahan hutan dan terbangun meningkat, dengan kepadatan penduduk sebagai salah satu faktor pendorong utama. (Matlhodi et al., 2021) memprediksi perubahan LULC masa depan di DAS Bendungan Gaborone menggunakan model CA-Markov, memproyeksikan peningkatan lahan terbangun sebesar 65,65% antara 2015 dan 2035.

Penelitian lain oleh (Marino et al., 2023) meneliti dampak perubahan LULC terhadap penyediaan jasa ekosistem di Italia, menunjukkan penurunan tahunan sebesar 927 juta euro akibat perubahan LULC antara 1990 dan 2018. Studi ini menekankan konsekuensi urbanisasi terhadap jasa ekosistem. Sementara itu (Radwan et al., 2019) menganalisis hilangnya lahan pertanian akibat ekspansi perkotaan di Delta Nil, Mesir, yang hasilnya menunjukkan bahwa 74.600 hektar lahan pertanian produktif hilang antara 1992-2015, dengan proyeksi kehilangan 87.000 hektar tambahan pada 2030 dalam skenario business-as-usual.

Peneliti lain (Koko et al., 2020) meneliti perubahan LULC dan dampaknya terhadap iklim

perkotaan di Kano, Nigeria, menemukan ekspansi perkotaan sebesar 152,55 km² dari 1991 hingga 2020, dengan penurunan lahan kosong dan badan air. Studi-studi ini secara kolektif menggambarkan tren global urbanisasi yang cepat dan dampaknya yang signifikan terhadap penggunaan lahan, ekosistem, dan keberlanjutan lingkungan. Dengan analisis yang beragam tentang dinamika urbanisasi, penelitian-penelitian ini memberikan Gambaran tentang perlunya perencanaan penggunaan lahan yang berkelanjutan dan strategi mitigasi untuk menjaga keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan.

3.5. Policy sebagai Pengontrol Perubahan LULC

Perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan (LULC) memiliki kaitan yang erat dengan kebijakan sebagai pengontrol dinamika perubahan tersebut. Beberapa penelitian yang dianalisis menunjukkan bagaimana kebijakan dapat mempengaruhi dan mengarahkan perubahan LULC.

Cai & Peng (2021) dalam studi mereka di kawasan Delta Sungai Yangtze, China, menunjukkan bahwa kebijakan penggunaan lahan memiliki dampak signifikan terhadap penyimpanan karbon. Mereka menemukan bahwa implementasi kebijakan yang tepat dapat meningkatkan penyimpanan karbon di wilayah tersebut, menunjukkan pentingnya peran kebijakan dalam mengelola perubahan LULC untuk tujuan mitigasi perubahan iklim.

C. Liu et al., (2020) menganalisis perubahan LULC di Prefektur Gannan, Dataran Tinggi Tibet menggunakan Google Earth Engine. Mereka menemukan bahwa kebijakan pengembangan ekonomi memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan LULC, dengan area hutan dan lahan terbangun meningkat sementara padang rumput menurun. Hal ini menunjukkan bagaimana kebijakan pembangunan dapat mengarahkan pola perubahan penggunaan lahan.

Studi oleh (Matlhodi et al., 2021) di DAS Bendungan Gaborone, Botswana, menggunakan model CA-Markov untuk memprediksi perubahan LULC masa depan. Mereka menekankan pentingnya mempertimbangkan hasil proyeksi tersebut dalam perencanaan kebijakan penggunaan lahan dan pengelolaan sumber daya air. Ini menunjukkan bagaimana analisis perubahan LULC dapat membantu dalam perumusan kebijakan yang lebih efektif.

Peneliti lainnya (Faria de Deus et al., 2023) melakukan evaluasi terhadap efektivitas kebijakan perencanaan tata ruang selama satu abad di wilayah pesisir Portugal. Mereka menemukan bahwa meskipun ada kebijakan yang bertujuan mengatur penggunaan lahan, banyak perubahan LULC terjadi di luar ekspektasi kebijakan tersebut. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih responsif dan adaptif dalam perencanaan tata ruang.

Selain itu, (Arficho & Thiel, 2020) meneliti bagaimana kebijakan penggunaan lahan dapat

memoderasi dampak anomali iklim terhadap perubahan LULC di daerah kering Ethiopia Selatan. Mereka menemukan bahwa kebijakan yang mencakup tujuan pengembangan ekonomi dan sumber daya alam dapat mengurangi efek buruk variabilitas iklim terhadap degradasi lahan.

Penelitian lainnya menggunakan simulasi skenario penggunaan lahan perkotaan dan jasa ekosistem yang dikaitkan dengan zonasi fungsi utama (Li et al., 2024). Studi ini menunjukkan bagaimana kebijakan zonasi dapat mempengaruhi pola penggunaan lahan dan jasa ekosistem di masa depan, memberikan wawasan bagi pembuat kebijakan dalam merencanakan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

Secara umum, penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan memiliki peran penting dalam mengarahkan dan mengontrol perubahan LULC. Namun, efektivitas kebijakan tersebut sangat bergantung pada implementasi yang tepat dan kemampuan untuk beradaptasi dengan dinamika perubahan yang terjadi. Integrasi antara analisis ilmiah perubahan LULC dan perumusan kebijakan menjadi kunci dalam mencapai pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

3.6. Studi Perbandingan

3.6.1. Referensi

Dalam studi perbandingan ini, 10 artikel yang paling banyak disitasi dikaji dan dibandingkan secara lebih mendalam untuk beberapa variabel, diantaranya

judul, kata kunci, tujuan penelitian, sumber data, variabel, Lokasi, metode dan beberapa temuan penting. 10 penelitian yang paling banyak dijadikan referensi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1, dipublikasikan dalam berbagai jurnal yang semuanya termasuk dalam kategori jurnal pada Quartile 1. Untuk kata kunci yang paling sering digunakan adalah Land use land cover (LULC), remote sensing, change detection, ecosystem services, dan sustainability. Hal ini mencerminkan fokus utama penelitian terkait perubahan LULC adalah pada dampak perubahan penggunaan lahan akibat urbanisasi, pertumbuhan populasi, dan perubahan sosial-ekonomi terhadap ekosistem, kualitas habitat serta keberlanjutan lingkungan. Pada kolom kata kunci juga dapat dianalisis mengenai metode yang sering digunakan dalam mendeteksi perubahan LULC yaitu remote sensing, land change modeler dan CA-Markov, serta platform analisis seperti Google Earth Engine dan model InVEST.

3.6.2. Tujuan dan Sumber Data yang Digunakan

Untuk melihat tujuan dan sumber data yang digunakan, 10 artikel yang paling banyak dijadikan referensi kemudian dibandingkan pada Tabel 2, didapatkan fokus yang berbeda-beda pada penelitian tersebut, mulai dari ekosistem pegunungan hingga perkotaan, dimana hal ini memperkaya pemahaman tentang dampak aktivitas manusia pada lingkup global.

Tabel 1. 10 Artikel yang Paling Banyak Dikutip dan Referensinya

No	Judul	Kata Kunci	Jurnal	Referensi
1	Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India	Change detection; Land use land cover; Rani Khola watershed; Remote sensing and GIS	Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science (Q1)	(Mishra et al., 2020)
2	Spatio-temporal changes in ecosystem service values: Effects of land-use changes from past to future (1860–2100)	Adaptation; Ecosystem service mapping; Mountain region; Policymaking; Scenario analysis; Sustainability	Journal of Environmental Management (Q1)	(Schirpke et al., 2020)
3	Future simulation of land use changes in rapidly urbanizing South China based on land change modeler and remote sensing data	Guangdong; Hong Kong; Land change modeler; Land use land cover; Landsat; Macao; Prediction	Sustainability (Switzerland) (Q1)	(Hasan, Shi, Zhu, et al., 2020)
4	Evolution of habitat quality and association with land-use changes in mountainous areas: A case study of the Taihang Mountains in Hebei Province, China	Habitat quality; Hebei province; InVEST model; Land-use/land-cover change; Landscape pattern; Taihang mountains	Ecological Indicators (Q1)	(Yang, 2021)
5	Land use/land cover changes and their driving factors in the northeastern tibetan plateau based on geographical detectors and google earth engine: A case study in gannan prefecture	Gannan prefecture; Geographical detector; Google earth engine (GEE); Land use degree index; Random Forest	Remote Sensing (Q1)	(C. Liu et al., 2020)
6	Impact of land use land cover changes on ecosystem service value - A case study of Guangdong, Hong Kong, and Macao in South China	-	Plos ONE (Q1)	(Hasan, Shi, & Zhu, 2020)
7	Dynamics of Urbanization and its impact on Urban Ecosystem Services (UESS): A study of a medium size town of West Bengal, Eastern India	Ecosystem services; Medium size town; Sensitivity analysis; Urban ecosystem; Urban sustainability	Journal of Urban Management (Q1)	(Das & Das, 2019)
8	Quantifying the contribution of diminishing green spaces and urban sprawl to urban heat island effect in a rapidly urbanizing metropolitan city of Pakistan	Lahore; Land Surface Temperature (LST); Multinucleated urbanization; Surface Urban Heat Island (SUHI); Urban development policies; Urban green spaces; Urban sprawl	Land Use Policy (Q1)	(Arshad et al., 2022)
9	Exploring land use/land cover changes, drivers and their implications in contrasting agro-ecological environments of Ethiopia	Agro-ecologies; Drought-prone; Farming practices; Geographical information system; Upper Blue Nile basin	Land Use Policy (Q1)	(Mariye et al., 2024)
10	Dramatic loss of agricultural land due to urban expansion threatens food security in the Nile Delta, Egypt	Agricultural land sustainability; CA-Markov; Change detection; Land use/land cover; Remote sensing	Remote Sensing (Q1)	(Radwan et al., 2019)

Tabel 2. Perbandingan Tujuan dan Sumber Data yang Digunakan

No	Tujuan	Sumber Data	Variabel	Lokasi	Referensi
1	Memonitor perubahan pola penggunaan/ tutupan lahan di DAS Rani Khola, Sikkim Himalaya selama periode 1988-2017.	Citra Landsat TM (1988, 1996, 2008) dan Sentinel-2A (2017)	Tutupan lahan (hutan lebat, hutan terbuka, pertanian, lahan terbangun, dll)	DAS Rani Khola, Sikkim, India	(Mishra et al., 2020)
2	Menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan terhadap nilai jasa ekosistem dari masa lalu hingga masa depan (1860-2100) di Provinsi Otonom Tyrol Selatan, Italia.	Peta tutupan lahan historis, saat ini, dan masa depan Data elevasi digital Data suhu udara	Tutupan lahan Nilai jasa ekosistem Indikator topografi dan iklim	Provinsi Otonom Tyrol Selatan, Italia	(Schirpke et al., 2020)
3	Menganalisis perubahan tutupan lahan di wilayah Guangdong, Hong Kong, dan Makau (GHKM) selama periode 2005-2017.	Data tutupan lahan dari citra Landsat (TM/ETM+/OLI) tahun 2005, 2010, dan 2017. Data elevasi digital (DEM) dari SRTM 30 m. Data jaringan jalan dan saluran air dari OpenStreetMap.	Tutupan lahan (hutan, padang rumput, badan air, tambak ikan, lahan terbangun, lahan kosong, lahan pertanian) Variabel penjelas: kemiringan, aspek, elevasi, hillshade, jarak ke jalan, jarak ke saluran air Metrik lanskap: patch density, edge density, largest patch index, mean patch area, Euclidean nearest neighbor distance, dll.	Wilayah Guangdong, Hong Kong, dan Makau (GHKM) di China Selatan.	(Hasan, Shi, Zhu, et al., 2020)
4	Memprediksi perubahan tutupan lahan dan pertumbuhan perkotaan di GHKM untuk tahun 2024 dan 2031 menggunakan model Land Change Modeler (LCM).	Data penggunaan lahan 1990-2020 Data jalan tahun 2018 Data DEM	Tipe penggunaan lahan Metrik lanskap (kepadatan patch, indeks bentuk lanskap, dll) Kualitas habitat	Pegunungan Taihang, Provinsi Hebei, China	(Yang, 2021)
5	Menganalisis perubahan pola spasial struktur lanskap menggunakan metrik morfologi lanskap."	Citra Landsat (2000-2018), data sosial ekonomi, DEM	Tutupan lahan, elevasi, kepadatan penduduk, GDP, jumlah ternak, dll	Prefektur Gannan, Dataran Tinggi Tibet, China	(C. Liu et al., 2020)
6	Menguji dinamika perubahan penggunaan lahan di Pegunungan Taihang, Provinsi Hebei, China dari 1990-2020	Citra satelit Landsat (TM/ETM+/OLI) resolusi 30m untuk tahun 1986, 1989, 1994, 2000, 2005, 2010, dan 2017	Kelas penggunaan lahan/tutupan lahan (LULC): hutan, padang rumput, perairan, tambak ikan, lahan terbangun, lahan kosong, lahan pertanian Nilai jasa ekosistem (ESV) untuk setiap kelas LULC PDB dan PDB per kapita Populasi	Wilayah Guangdong, Hong Kong, dan Makau (GHKM) di Cina Selatan	(Hasan, Shi, & Zhu, 2020)
7	Mengevaluasi perubahan kualitas habitat akibat perubahan penggunaan lahan tersebut"	Citra Landsat TM (1990, 2000, 2010) dan OLI (2017)	Tutupan lahan, nilai jasa ekosistem	Old Malda, West Bengal, India	(Das & Das, 2019)
8	Menganalisis perubahan tutupan lahan dan faktor pendorongnya di Prefektur Gannan, Dataran Tinggi Tibet.	Citra Landsat (1990-2019) Data LST MODIS (2001-2020) Data populasi WorldPop	Tutupan lahan NDVI NDBI LST	Lahore, Pakistan	(Arshad et al., 2022)
9	"Mengevaluasi dan mengkuantifikasi dampak perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan (LULC) terhadap nilai jasa ekosistem (ESV) di wilayah Guangdong, Hong Kong, dan Makau (GHKM) dari tahun 1986 hingga 2017	Foto udara dan citra satelit resolusi tinggi (0.5-3.2 m) Data populasi Data curah hujan Data limpasan dari plot eksperimen	Tipe penggunaan/ tutupan lahan Populasi Erosi parit Koefisien limpasan	Tiga DAS di Upper Blue Nile Basin, Ethiopia: Guder (dataran tinggi), Aba Gerima (dataran sedang), dan Debatie (dataran rendah)	(Mariye et al., 2024)
10	Menentukan koefisien ESV spesifik untuk setiap kategori penggunaan lahan menggunakan metode transfer nilai unit yang telah mapan	Peta tutupan lahan ESA-CCI (1992-2015) Data populasi	Kelas tutupan lahan (pertanian, perkotaan, lahan tandus, dll)	Delta Nil, Mesir	(Radwan et al., 2019)

Tabel 3. Perbandingan Metode dan Temuan Utama

No	Metode	Temuan Utama	Referensi
1	- Klasifikasi citra Landsat menggunakan Supervised Maximum Likelihood Classification - Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan matriks transisi	- Hutan lebat meningkat 16,40% (41,76 km²) - Lahan terbangun meningkat 2,13% (5,41 km²) - Hutan terbuka menurun 13,98% (35,59 km²) - Lahan pertanian menurun 2,83% (7,22 km²)	(Mishra et al., 2020)
2	- Mengembangkan skenario masa depan berdasarkan storyline sosial-ekonomi - Memetakan distribusi spasial skenario menggunakan toolbox SPA-LUCC - Menghitung nilai jasa ekosistem berdasarkan tipe tutupan lahan	- Abandonment padang rumput pegunungan menyebabkan pengseran jasa ekosistem dari padang rumput ke hutan - Intensifikasi penggunaan lahan di lembah berdampak negatif pada jasa regulasi & pemeliharaan serta jasa budaya - Skenario "Food sovereignty" memiliki dampak negatif terbesar pada jasa regulasi & pemeliharaan dan budaya - Skenario "Liberalisation" dan "Rewilding" menunjukkan tren positif untuk jasa penyediaan hutan	(Schirpke et al., 2020)
3	- Land Change Modeler (LCM) untuk memodelkan dan memprediksi perubahan tutupan lahan. - Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan data Landsat multi-temporal. - Pemodelan potensi transisi menggunakan Multilayer Perceptron (MLP) neural network. - Prediksi perubahan menggunakan model Markov Chain. - Analisis metrik lanskap menggunakan software FRAGSTATS.	- Luas area terbangun meningkat dari 5,84% pada 2005 menjadi 10,31% pada 2017, dan diprediksi akan terus meningkat menjadi 16,30% pada 2031. - Luas lahan pertanian menurun dari 40,77% pada 2005 menjadi 33,03% pada 2017, dan diprediksi akan terus menurun menjadi 26,00% pada 2031. - Tutupan hutan meningkat dari 40,84% pada 2005 menjadi 45,02% pada 2017, dan diprediksi akan terus meningkat menjadi 46,88% pada 2031. - Analisis metrik lanskap menunjukkan lanskap yang semakin terfragmentasi dan heterogen.	(Hasan, Shi, Zhu, et al., 2020)
4	- Analisis metrik lanskap untuk memeriksa perubahan pola penggunaan lahan - Model InVEST untuk mengevaluasi kualitas habitat - Analisis regresi geografis terboboti (GWR) untuk menganalisis hubungan perubahan penggunaan lahan dan kualitas habitat	- Lahan pertanian, hutan dan padang rumput adalah tipe penggunaan lahan dominan - Perubahan utama adalah konversi lahan pertanian dan padang rumput menjadi lahan terbangun - Kualitas habitat secara umum tinggi tapi menunjukkan tren penurunan dalam 30 tahun terakhir - Perubahan kualitas habitat berkorelasi signifikan dengan perubahan penggunaan lahan	(Yang, 2021)
5	- Klasifikasi citra Landsat menggunakan Random Forest di Google Earth Engine - Analisis faktor pendorong menggunakan Geographical Detector	- Luas padang rumput menurun, hutan dan lahan terbangun meningkat - Elevasi dan kepadatan penduduk adalah faktor utama perubahan tutupan lahan - Faktor ekonomi juga berpengaruh signifikan	(C. Liu et al., 2020)
6	- Menggunakan citra satelit Landsat untuk mengklasifikasikan LULC - Menghitung ESV menggunakan metode transfer nilai unit yang dikembangkan oleh Costanza et al. (1997) dan disesuaikan oleh Xie et al. (2003) untuk ekosistem terestrial Cina - Melakukan analisis sensitivitas untuk menilai ketidakpastian dalam koefisien nilai	- Total ESV di GHKM menurun dari 680,23 miliar CNY pada 1986 menjadi 668,45 miliar CNY pada 2017, terutama karena penurunan lahan pertanian dan tambak ikan - Penurunan terbesar terjadi pada nilai pasokan air (-22,20 miliar CNY, -14,72%), pengolahan limbah (-20,77 miliar CNY, -14,63%), dan produksi pangan (-7,96 miliar CNY, -33,18%) - Nilai pembentukan dan retensi tanah subur meningkat (6,28 miliar CNY, +7,26%), begitu juga rekreasi dan budaya (5,09 miliar CNY, +12,91%) - Total ESV dan ESV per kapita menurun signifikan seiring peningkatan PDB total dan PDB per kapita - Terdapat korelasi negatif yang substansial antara ESV lahan pertanian dan PDB	(Hasan, Shi, & Zhu, 2020)
7	- Klasifikasi citra Landsat - Perhitungan nilai jasa ekosistem menggunakan koefisien nilai global	- Nilai jasa ekosistem menurun 25% dari US\$ 1,33 juta menjadi US\$ 1,07 juta - Lahan pertanian dan vegetasi menurun masing-masing 34% dan 35%, jasa pengaturan meningkat 12%, jasa pembentukan tanah menurun 33,33%	(Das & Das, 2019)
8	- Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan citra Landsat multi-temporal - Perhitungan indeks vegetasi (NDVI) dan indeks lahan terbangun (NDBI) - Analisis Land Surface Temperature (LST) dari data Landsat dan MODIS - Overlay analisis untuk menghubungkan perubahan tutupan lahan dengan LST	- Lahan terbangun meningkat 150.3% dari 1992-2015 - Lahan pertanian dan vegetasi menurun masing-masing 36% dan 35% - LST meningkat 0.7°C di musim panas dan 0.021°C per tahun dari 1981-2013 - Area dengan vegetasi lebih rendah memiliki LST 1-4°C lebih tinggi	(Arshad et al., 2022)
9	- Analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan data penginderaan jauh dan GIS - Wawancara informan kunci dan studi literatur untuk mengeksplorasi faktor pendorong perubahan	- Lahan hutan, semak, dan padang rumput menurun di semua DAS - Lahan pertanian meningkat signifikan terutama di DAS dataran rendah - Pertumbuhan populasi dan perubahan praktik pertanian adalah faktor pendorong utama	(Mariye et al., 2024)

No	Metode	Temuan Utama	Referensi
10	• Evaluasi implikasi perubahan terhadap erosi tanah dan limpasan permukaan	• Ekspansi lahan pertanian berkorelasi positif dengan peningkatan erosi parit dan potensi limpasan permukaan	(Radwan et al., 2019)
	• Analisis perubahan tutupan lahan dari data ESA-CCI • Pemodelan perubahan tutupan lahan masa depan menggunakan model CA-Markov	• 74,600 hektar lahan pertanian produktif hilang akibat ekspansi perkotaan dari 1992-2015 • 206,100 hektar lahan tandus dikonversi menjadi lahan pertanian baru • Skenario business as usual memprediksi hilangnya 87,000 hektar lahan pertanian menjadi area perkotaan pada 2030 • Skenario alternatif dapat menyelamatkan hingga 41,000 hektar lahan pertanian produktif	

Sebagian besar penelitian dari 10 artikel ini memiliki tujuan utama untuk menganalisis perubahan penggunaan atau tutupan lahan (LULC) dan dampaknya terhadap ekosistem. Beberapa penelitian, seperti yang dilakukan di Himalaya, India, dan Delta Nil, Mesir, berfokus pada pemetaan perubahan LULC untuk mengidentifikasi dampaknya serta memberikan rekomendasi kebijakan guna mendukung keberlanjutan lingkungan. Di sisi lain, studi di wilayah Guangdong-Hong Kong-Makau (GHKM) menyoroti prediksi perubahan LULC di masa depan yang dipicu oleh urbanisasi yang cepat. Selain itu, penelitian di Tyrol Selatan, Italia, lebih berorientasi pada pemahaman tentang nilai jasa ekosistem dan bagaimana perubahan penggunaan lahan mempengaruhi ekosistem dari masa lalu hingga masa depan (Annan et al., 2024), hal ini dapat memberikan wawasan penting bagi perencanaan jangka panjang.

Dalam hal pemanfaatan sumber data, sebagian besar dari artikel tersebut menggunakan citra satelit sebagai sumber data utama untuk analisis perubahan penggunaan atau tutupan lahan (LULC). Citra Landsat banyak digunakan, seperti dalam studi di Himalaya (Mishra et al., 2020), wilayah Guangdong-Hong Kong-Makau (GHKM) (Hasan, Shi, & Zhu, 2020), dan Pegunungan Taihang (Yang, 2021), karena menyediakan data multi-temporal yang dapat menganalisis perubahan jangka panjang. Selain itu, Sentinel-2A digunakan di Himalaya untuk resolusi yang lebih tinggi, sedangkan ESA-CCI dimanfaatkan di Delta Nil untuk memantau perubahan LULC pada skala yang lebih luas (Radwan et al., 2019). Data satelit ini sering dilengkapi dengan data pendukung lainnya, seperti data sosial ekonomi untuk memahami hubungan antara faktor manusia dan perubahan lingkungan, data elevasi digital (DEM) untuk mengevaluasi pengaruh topografi, serta peta historis penggunaan lahan untuk melacak perubahan spasial dari masa lalu hingga masa kini. Kombinasi sumber data ini memungkinkan analisis yang lebih holistik, memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan berbasis bukti dan pengembangan kebijakan berkelanjutan.

Terkait dengan variabel utama, sebagian besar penelitian menggunakan variabel yang meliputi jenis tutupan lahan (hutan, lahan pertanian, kawasan terbangun), nilai jasa ekosistem (air, regulasi suhu, rekreasi), dan faktor topografi seperti elevasi. Sedangkan pada beberapa penelitian menambahkan

variabel tambahan yang mencakup suhu permukaan (Arshad et al., 2022), kepadatan populasi (C. Liu et al., 2020), dan data ekonomi seperti pendapatan domestik bruto (Hasan, Shi, & Zhu, 2020).

Lokasi penelitian tersebar di berbagai wilayah di dunia dengan variasi ekosistem yang beragam, seperti Himalaya (India), Delta Nil (Mesir), dan Tyrol Selatan (Italia) yang mewakili daerah pegunungan dan lembah. Beberapa penelitian berfokus pada wilayah urban, seperti Lahore (Pakistan) dan GHKM (China), dimana hasilnya dapat menunjukkan dampak urbanisasi terhadap ruang hijau dan ekosistem perkotaan. Lokasi lainnya, seperti Gannan (Tibet) dan Upper Blue Nile Basin (Ethiopia), memberikan hasil studi di ekosistem dataran tinggi dan daerah pertanian.

3.6.3. Metode dan Temuan Utama

Perbandingan selanjutnya adalah mengenai metode yang digunakan dan temuan utama dari masing-masing artikel. 10 artikel ini menggunakan berbagai pendekatan metodologi untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dan dampaknya pada ekosistem, urbanisasi, dan kebijakan. Beberapa studi menggunakan penginderaan jauh dan GIS untuk memetakan perubahan tutupan lahan, dengan metode klasifikasi seperti supervised classification (Mishra et al., 2020) dan algoritma random forest (C. Liu et al., 2020). Model prediksi seperti Land Change Modeler (Hasan, Shi, & Zhu, 2020) dan CA-Markov (Radwan et al., 2019) juga digunakan untuk menggambarkan skenario perubahan tutupan lahan di masa depan. Analisis *ecosystem services* menjadi fokus penting, seperti yang dilakukan oleh (Yang, 2021) dengan model InVEST untuk mengevaluasi kualitas habitat, atau (Hasan, Shi, & Zhu, 2020) yang menggunakan metode transfer nilai unit untuk menilai dampak perubahan penggunaan lahan terhadap jasa ekosistem. Selain itu, analisis skenario oleh (Schirpke et al., 2020) di Tyrol Selatan dan (Radwan et al., 2019) di Delta Nil menghasilkan studi tentang konsekuensi jangka panjang dari berbagai kebijakan penggunaan lahan.

Terkait dengan hasil penelitian yang menjadi temuan utama, hasil perbandingan menunjukkan bahwa urbanisasi adalah pendorong utama perubahan tutupan lahan, dengan peningkatan signifikan pada area lahan terbangun seperti di Guangdong (Hasan, Shi, & Zhu, 2020) dan Lahore (Arshad et al., 2022), sementara lahan pertanian dan

vegetasi menurun signifikan di Delta Nil (Radwan et al., 2019) dan Old Malda (Das & Das, 2019). Penurunan ini berdampak pada nilai *ecosystem services*, seperti yang terlihat di Guangdong dan Old Malda, di mana layanan seperti produksi pangan dan pengolahan limbah menurun tajam. Namun, beberapa penelitian menemukan peningkatan pada aspek tertentu, seperti layanan pengaturan air di Old Malda. Hubungan erat antara perubahan tutupan lahan dan faktor sosial-ekonomi juga teridentifikasi, misalnya kepadatan penduduk dan pertumbuhan ekonomi di Tibet dan Delta Nil, yang menjadi pendorong utama perubahan tersebut. Studi-studi ini memberikan gambaran mengenai dampak perubahan tutupan lahan terhadap ekosistem, baik dalam bentuk degradasi ekosistem, seperti yang ditemukan di Sikkim Himalaya (Mishra et al., 2020), maupun potensi mitigasi melalui kebijakan, seperti yang dianalisis dalam skenario alternatif di Delta Nil (Radwan et al., 2019).

4. KESIMPULAN

Perubahan penggunaan dan tutupan lahan (Land Use and Land Cover Change/LULCC) merupakan proses dinamis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kebijakan, urbanisasi, dan perkembangan sosial-ekonomi. Studi ini menyoroti pentingnya kebijakan tata ruang dalam mengarahkan dan mengelola perubahan penggunaan lahan. Kebijakan yang efektif dapat menjadi alat mitigasi untuk mengurangi dampak negatif perubahan LULCC terhadap ekosistem, seperti kehilangan jasa ekosistem, erosi tanah, dan fragmentasi lanskap.

Melalui analisis bibliometrik dan tinjauan literatur sistematis, ditemukan bahwa tren penelitian pada perubahan penggunaan lahan semakin berkembang ke arah pendekatan integratif yang menggunakan teknologi canggih seperti penginderaan jauh, machine learning, dan model simulasi spasial. Topik utama penelitian meliputi perubahan penggunaan lahan, penginderaan jauh, perubahan iklim, dan pembangunan berkelanjutan, yang semuanya saling terkait erat dalam konteks urbanisasi yang pesat.

Urbanisasi telah menjadi pendorong utama perubahan tutupan lahan, mengakibatkan peningkatan kawasan terbangun dan penurunan lahan pertanian serta ruang hijau. Dampak ini menuntut pengambilan kebijakan yang tidak hanya mengutamakan pembangunan, tetapi juga memastikan keberlanjutan ekosistem dan jasa ekosistem. Penelitian ini menegaskan perlunya pendekatan yang holistik dalam perencanaan penggunaan lahan, yang melibatkan analisis data spasial, evaluasi kebijakan, dan keterlibatan pemangku kepentingan untuk mencapai pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Kami tujukan kepada pihak Departemen Geografi Universitas Indonesia yang telah membantu untuk memberikan Kami kesempatan dalam

menulis artikel ini dan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) sebagai pihak yang membantu dalam pendanaan pendidikan kepada penulis pertama dan penulis ketiga.

Nur 'Izzatul Hikmah sebagai penulis korespondensi, penulisan konsep dan analisis data. Dewi Sekar Arum sebagai pengumpulan, pengolahan dan analisis data. Gilber Payung sebagai penulisan konsep dan analisis data. Kemudian Eko Kusratmoko sebagai telaah artikel dan penyampaian ide & gagasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdeljawad, N., & Nagy, I. (2023). Evaluation Urban Land Use Related Policies to Reduce Urban Sprawl Environmental Consequences in Amman City-Jordan Compared with Other Two Cities. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 19, 119–137.
<https://doi.org/10.37394/232015.2023.19.11>
- Albrechts, L., Balducci, A., Hillier, J. (2017) *Situated Practices of Strategic Planning - An International Perspective*. Routledge
- Alexander, P.A., (2020) Methodological guidance paper: the art and science of quality systematic reviews, *Rev. Educ. Res.* 90 6–23,
<https://doi.org/10.3102/0034654319854352>
- Annan, E., Amponsah, W., Adjei, K. A., Disse, M., Hounkpè, J., Biney, E., Agbenorhevi, A. E., & Agyare, W. A. (2024). Spatio-temporal land use and land cover change assessment: Insights from the Ouémé River Basin. *Scientific African*, 25.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02262>
- Arficho, M., & Thiel, A. (2020). Does land-use policy moderate impacts of climate anomalies on lulc change in dry-lands? An empirical enquiry into drivers and moderators of LULC change in Southern Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15).
<https://doi.org/10.3390/SU12156261>
- Arshad, S., Ahmad, S. R., Abbas, S., Asharf, A., Siddiqui, N. A., & Islam, Z. U. (2022). Quantifying the contribution of diminishing green spaces and urban sprawl to urban heat island effect in a rapidly urbanizing metropolitan city of Pakistan. *Land Use Policy*, 113.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105874>
- Bansal, S., Pandey, S., Legal frameworks for sustainable urban development: Analysing the efficacy of zoning regulations in promoting environmental conservation. *E3S Web Conf.*, 01022 (2024).
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452701022>
- Bhat, P. A., Shafiq, M. ul, Mir, A. A., & Ahmed, P. (2017). Urban sprawl and its impact on landuse/land cover dynamics of Dehradun City, India. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.10.003>
- Biratu, A. A., Bedadi, B., Gebrehiwot, S. G., Melesse, A. M., Nebi, T. H., Abera, W., Tamene, L., & Egeru, A. (2022). Impact of Landscape Management Scenarios on Ecosystem Service Values in Central Ethiopia. *Land*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/land11081266>
- Cai, W., & Peng, W. (2021). Exploring spatiotemporal variation of carbon storage driven by land use policy in the yangtze river delta region. *Land*, 10(11).
<https://doi.org/10.3390/land10111120>
- Chen, L., & Ma, Y. (2022). Exploring the Spatial and Temporal Changes of Carbon Storage in Different Development

- Scenarios in Foshan, China. *Forests*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/f13122177>
- Chigbu, U. E., S. O. Atiku, C. C. Du Plessis, The Science of Literature Reviews: Searching, Identifying, Selecting, and Synthesising, vol. 11, Publications, 2023, p. 2, <https://doi.org/10.3390/publications11010002>
- Das, M., & Das, A. (2019). Dynamics of Urbanization and its impact on Urban Ecosystem Services (UESs): A study of a medium size town of West Bengal, Eastern India. *Journal of Urban Management*, 8(3), 420–434. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.03.002>
- Das, N., & Mehrotra, S. (2023). Impact of Urban Expansion on Wetlands: A Case Study of Bhoj Wetland, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51(8), 1697–1714. <https://doi.org/10.1007/s12524-023-01728-7>
- Faria de Deus, R., Tenedório, J. A., Pumain, D., Rocha, J., & Pereira, M. (2023). 100 Years of Land-Use and Land-Cover Data: What Has Been the Effect of Spatial Planning in Coastal Land-Use and Land-Cover Change? *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097636>
- Hasan, S., Shi, W., & Zhu, X. (2020). Impact of land use land cover changes on ecosystem service value - A case study of Guangdong, Hong Kong, and Macao in South China. *PLoS ONE*, 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231259>
- Hasan, S., Shi, W., Zhu, X., Abbas, S., & Khan, H. U. A. (2020). Future simulation of land use changes in rapidly urbanizing South China based on land change modeler and remote sensing data. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114350>
- Hassan, Z., Shabbir, R., Ahmad, S. S. et al. Dynamics of land use and land cover change (LULCC) using geospatial techniques: a case study of Islamabad Pakistan. *SpringerPlus* 5, 812 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2414-z>
- Hersperger, A. M., Oliveira, E., Pagliarin, S., Palka, G., Verburg, P., Bolliger, J., & Grädinaru, S. (2018). Urban land-use change: The role of strategic spatial planning. *Global Environmental Change*, 51, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.001>
- Huang, C., Zhou, Z., Teng, M., Wu, C., & Wang, P. (2020). Effects of climate, land use and land cover changes on soil loss in the Three Gorges Reservoir area, China. *Geography and Sustainability*, 1(3), 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.08.001>
- Indrayati, A., Hikmah, N. I., & Fauzanna, R. (2019). *Increasing reciprocal linkages between primary city and secondary cities in Kedungsepur Metropolitan. Proceedings of the International Conference on Engineering, Science, and Innovation (ICESI)*. <https://doi.org/10.4108/eai.18-7-2019.2290111>
- Kebede, Y., Rienow, A. (2024). Assessing the Impact of Addis Ababa's Successive Urban Policies on Farmland Loss, Food Insecurity and Economic Inequalities Using Earth Observation Data (1986–2022) (Yilak Kebede and Andreas Rienow). In: Kuffer, M., Georganos, S. (eds) *Urban Inequalities from Space. Remote Sensing and Digital Image Processing*, vol 26. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49183-2_11
- Kafy, A.-A., Saha, M., Fattah, M. A., Rahman, M. T., Dutti, B. M., Rahaman, Z. A., Bakshi, A., Kalaivani, S., Nafiz Rahaman, S., & Sattar, G. S. (2023). Integrating forest cover change and carbon storage dynamics: Leveraging Google Earth Engine and InVEST model to inform conservation in hilly regions. *Ecological Indicators*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110374>
- Koko, A. F., Yue, W., Abubakar, G. A., Hamed, R., & Alabsi, A. A. N. (2020). Monitoring and predicting spatio-temporal land use/land cover changes in Zaria City, Nigeria, through an integrated cellular automata and markov chain model (CA-Markov). *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su122410452>
- Laar, C., Annan, K. B. K., Gibrilla, A., Kusi-Afrakoma, Z., Korkor-Asante, O., Saah-Hayford, M., Egbi, C., Abdul-Wahab, D., Attah, J., & Anornu, G. (2024). Assessing the impact of land use and land cover change on the Densu Delta wetland using Markov chain modeling and artificial neural networks. *Environmental Challenges*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.101018>
- Li, T., Jia, B., Zhang, Q., Liu, W., & Fang, Y. (2024). Scenario Simulation of Urban Land Use and Ecosystem Service Coupling Major Function-Oriented Zoning. *Ecosystem Health and Sustainability*, 10. <https://doi.org/10.34133/ehs.0078>
- Liu, C., Li, W., Zhu, G., Zhou, H., Yan, H., & Xue, P. (2020). Land use/land cover changes and their driving factors in the northeastern tibetan plateau based on geographical detectors and google earth engine: A case study in gannan prefecture. *Remote Sensing*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/RS12193139>
- Liu, K., Wang, J., Kang, X., Liu, J., Xia, Z., Du, & K., Zhu, X. (2022). Spatio-Temporal Analysis of Population-Land-Economic Urbanization and Its Impact on Urban Carbon Emissions in Shandong Province, China. *Land* 2022, 11, 266. <https://doi.org/10.3390/land11020266>
- Liu, Y., Jing, Y., & Han, S. (2023). Multi-scenario simulation of land use/land cover change and water yield evaluation coupled with the GMOP-PLUS-InVEST model: A case study of the Nansi Lake Basin in China. *Ecological Indicators*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110926>
- Macarrigue, L. S., Bolfe, É. L., Duverger, S. G., Sano, E. E., Caldas, M. M., Ferreira, M. C., Zullo Junior, J., & Matias, L. F. (2023). Land Use and Land Cover Classification in the Northern Region of Mozambique Based on Landsat Time Series and Machine Learning. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/ijgi12080342>
- Marino, D., Barone, A., Marucci, A., Pili, S., & Palmieri, M. (2023). Impact of Land Use Changes on Ecosystem Services Supply: A Meta Analysis of the Italian Context. *Land*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/land12122173>
- Mariye, M., Jianhua, L., Maryo, M., Tsegaye, G., & Aletaye, E. (2024). Remote sensing and GIS-based study of land use/cover dynamics, driving factors, and implications in southern Ethiopia, with special reference to the Legabora watershed. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23380>
- Matlhodi, B., Kenabatho, P. K., Parida, B. P., & Maphanyane, J. G. (2021). Analysis of the future land use land cover changes in the gaborone dam catchment using camarkov model: Implications on water resources. *Remote Sensing*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/rs13132427>

- McKibbin, Systematic reviews and librarians, *Libr. Trends* 55 (2006) 202–215, <https://doi.org/10.1353/lib.2006.0049>
- Mishra, P. K., Rai, A., & Rai, S. C. (2020). Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.02.001>
- Muchelo, R. O., Bishop, T. F. A., Ugbaje, S. U., & Akpa, S. I. C. (2024). Patterns of Urban Sprawl and Agricultural Land Loss in Sub-Saharan Africa: The Cases of the Ugandan Cities of Kampala and Mbarara. *Land*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/land13071056>
- Peng, J., Xu, Y. Q., Cai, Y. L., & Xiao, H. L. (2011). The role of policies in land use/cover change since the 1970s in ecologically fragile karst areas of Southwest China: A case study on the Maotiaohe watershed. *Environmental Science and Policy*, 14(4), 408–418. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.03.009>
- Pham, H. T. H., & Bui, L. T. (2023). Mechanism of erosion zone formation based on hydrodynamic factor analysis in the Mekong Delta coast, Vietnam. *Environmental Technology and Innovation*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103094>
- Radwan, T. M., Blackburn, G. A., Whyatt, J. D., & Atkinson, P. M. (2019). Dramatic loss of agricultural land due to urban expansion threatens food security in the Nile Delta, Egypt. *Remote Sensing*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/rs11030332>
- Ruben, G. B., Zhang, K., Dong, Z., & Xia, J. (2020). Analysis and projection of land-use/land-cover dynamics through scenario-based simulations using the CA-Markov model: A case study in guanting reservoir basin, China. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/su12093747>
- Schirpke, U., Tscholl, S., & Tasser, E. (2020). Spatio-temporal changes in ecosystem service values: Effects of land-use changes from past to future (1860–2100). *Journal of Environmental Management*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111068>
- Stead, Dominic & Nadin, Vincent. (2008). Spatial planning. Key instrument for development and effective governance with special reference to countries in transition.
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. (2022). Prediksi perubahan tutupan lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon menggunakan *Cellular Automata-Markov Chain*. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 9(2). <https://doi.org/10.20527/jpg.v9i2.13880>
- Turner, B.L., David, S., Liu, Y., 1995. Land use and land cover changes science/research plan. In: IHDP Report, no. 07. <https://www.gbv.de/dms/goettingen/216976820.pdf>
- Waleed, M., Sajjad, M., & Shazil, M. S. (2024). Urbanization-led land cover change impacts terrestrial carbon storage capacity: A high-resolution remote sensing-based nation-wide assessment in Pakistan (1990–2020). *Environmental Impact Assessment Review*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107396>
- Wang, S., He, S., Wang, J., Li, J., Zhong, X., Cole, J., Kurbanov, E., Sha, J. Analysis of Land Use/Cover Changes and Driving Forces in a Typical Subtropical Region of South Africa. *Remote Sens.* 2023, 15, 4823. <https://doi.org/10.3390/rs15194823>
- Wang, Y., He, Y., Li, J., & Jiang, Y. (2022). Evolution Simulation and Risk Analysis of Land Use Functions and Structures in Ecologically Fragile Watersheds. *Remote Sensing*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/rs14215521>
- Wei, P., Chen, S., Wu, M., Jia, Y., Xu, H., & Liu, D. (2021). Increased ecosystem carbon storage between 2001 and 2019 in the northeastern margin of the Qinghai-Tibet plateau. *Remote Sensing*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/rs13193986>
- Xie, Y., Fukamachi, K., Wang, W., & Shibata, S. (2023). Exploring Land Use Management Strategies through Morphological Spatial Patterns Using a Climate-Socioeconomic-Based Land Use Simulation Modeling Framework. *Land*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/land12091722>
- Yang, Y. (2021). Evolution of habitat quality and association with land-use changes in mountainous areas: A case study of the Taihang Mountains in Hebei Province, China. *Ecological Indicators*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107967>
- Zhang, J., Yan, F., Su, F., Lyne, V., Wang, X., & Wang, X. (2024). Response of habitat quality to land use changes in The Johor River Estuary. *International Journal of Digital Earth*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2390439>