

**PREDIKSI POTENSI KESESUAIAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
RENCANA TATA RUANG WILAYAH TAHUN 2024-2044
DI KABUPATEN CIREBON**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Sebutan Sarjana Terapan
di Bidang Pertanahan pada Program Studi Diploma IV Pertanahan



Disusun oleh:

NAZHARA ARDHAN

NIT. 22314116

**KEMENTERIAN AGRARIA DAN TATA RUANG/
BADAN PERTANAHAN NASIONAL
POLITEKNIK AGRARIA STPN
2026**

ABSTRACT

Regional development in Cirebon Regency has increased pressure on land cover change, particularly through the expansion of built-up areas and the conversion of agricultural land. This study aims to analyze land cover changes in 2018, 2021, and 2025, predict land cover conditions in 2029, and evaluate their conformity with the spatial pattern of the 2024–2044 Regional Spatial Plan (RTRW) of Cirebon Regency.

This research used a quantitative spatial approach based on Sentinel-2A satellite imagery. Land cover classification was conducted using the Random Forest algorithm, while the 2029 land cover prediction was modeled using the Land Change Modeler (LCM). The 2025 existing land cover and the 2029 predicted land cover were overlaid with the RTRW spatial pattern map to determine three conformity categories: suitable, supporting, and unsuitable.

The results show that land cover change during 2018–2025 was characterized by an increase in built-up land and a decrease in agricultural land. Built-up land increased from 82.852 km² in 2018 to 101.972 km² in 2025, while agricultural land decreased from 753.364 km² to 636.534 km². The 2029 prediction indicates that built-up land may increase to 166.357 km². Model validation produced K_{no}, K_{location}, and K_{locationStrata} values above 0.89, indicating good spatial agreement. However, the model still has limitations in estimating the area of certain classes, especially open land, which is highly dynamic and temporary. The conformity analysis shows that unsuitable areas increased from 73.50 km² or 6.84% in 2025 to 102.68 km² or 9.54% in 2029. The largest potential incompatibility in 2029 occurs in Food Crop Areas, mainly due to the potential expansion of built-up land. Therefore, the 2029 prediction should be interpreted as an indicative spatial scenario and an early warning instrument to support spatial utilization control in Cirebon Regency.

Keywords: *land cover conformity, Random Forest, Land Change Modeler, RTRW*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTISARI.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I - PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penelitian Terdahulu	6
B. Kerangka Teoretis	16
1. Tutupan Lahan.....	16
2. Perubahan Tutupan Lahan.....	17
3. Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Tutupan Lahan.....	18
4. Citra Sentinel-2	19
5. Indeks Spektral (<i>Spectral Indices</i>)	22
6. Klasifikasi Multispektral.....	25
7. Rencana Tata Ruang Wilayah.....	27
8. Kesesuaian Tutupan Lahan.....	28
9. Pemodelan Spasial Perubahan Tutupan Lahan	28

C. Kerangka Pemikiran.....	30
BAB III – METODE PENELITIAN.....	32
A. Format Penelitian.....	32
B. Lokasi Penelitian.....	32
C. Definisi Operasional Konsep.....	33
D. Populasi dan Sampel.....	34
E. Jenis, Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	35
F. Teknik Analisis Data.....	38
BAB IV - GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN.....	45
A. Letak Geografis.....	45
B. Kondisi Fisik Lingkungan.....	48
C. Kondisi Demografi.....	49
BAB V - PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2018, 2021 DAN 2025	52
A. Pra-Pengolahan Citra Satelit Tahun 2018, 2021 dan 2025	52
B. Proses Pembuatan Data Latih (<i>Training Sample</i>) Klasifikasi Tutupan Lahan	56
C. Uji Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2018, 2021 dan 2025	59
D. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2018, 2021 dan 2025	65
E. Dinamika Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2018, 2021 dan 2025	78
BAB VI - PREDIKSI TUTUPAN LAHAN TAHUN 2029	87
A. Perubahan Tutupan Lahan.....	87
B. Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan.....	88
C. Pengujian Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan.....	90
D. Validasi Model Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2025	94
E. Tutupan Lahan Kabupaten Cirebon Tahun 2029	97
BAB VII - KESESUAIAN TUTUPAN LAHAN TAHUN 2025 DAN 2029	102
A. Matriks Kesesuaian Tutupan Lahan.....	102
B. Kesesuaian Tutupan Lahan Tahun 2025 dan 2029.....	105
BAB VIII - PENUTUP	109
A. Kesimpulan	109
B. Saran	110

DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN	119

Tabel 28. Kesesuaian Tutupan Lahan Tahun 2025 Dengan RTRW	105
Tabel 29. Kesesuaian Tutupan Lahan Tahun 2029 dengan RTRW	107

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lahan memiliki peran fundamental dalam menopang eksistensi manusia. Sebagai kebutuhan esensial, lahan tidak hanya berfungsi sebagai ruang permukiman dan sumber mata pencarian, melainkan juga berkontribusi pada pencapaian kesejahteraan masyarakat yang berkeadilan, baik secara fisik maupun non-fisik (Jakapratama dkk, 2021). Lahan dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas seperti pengembangan kawasan permukiman, kegiatan pertanian, serta kegunaan-kegunaan lainnya (Saputra & Santosa, 2020).

Setiap wilayah memiliki kecenderungan untuk terus berkembang. Laju perkembangan wilayah tidak dapat dihentikan karena ini merupakan konsekuensi logis dari pertumbuhan ekonomi dan dinamika sosial masyarakat (Pangauw dkk., 2025). Ketersediaan dan keberagaman penggunaan lahan memegang peranan krusial dalam menopang kehidupan manusia. Kebutuhan akan lahan, baik sebagai ruang hunian maupun sumber mata pencarian, terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi dan intensifikasi aktivitas antropogenik. Kondisi ini menjadikan lahan sebagai sumber daya yang terbatas, sehingga alih fungsi lahan menjadi suatu keniscayaan sebagai respons terhadap dinamika kebutuhan tersebut (Asra dkk, 2020).

Tutupan lahan dalam konteks penginderaan jauh merepresentasikan kenampakan fisik permukaan bumi, seperti lahan terbangun, pertanian, vegetasi, badan air, maupun lahan terbuka. Berbeda dengan penggunaan lahan yang lebih menekankan pada fungsi atau aktivitas manusia, tutupan lahan lebih berkaitan dengan kondisi permukaan yang dapat diidentifikasi melalui citra satelit (Danoedoro, 2012). Oleh karena itu, pemantauan tutupan lahan melalui citra satelit menjadi penting untuk memahami dinamika perubahan wilayah secara spasial dan temporal. Perkembangan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis memungkinkan perubahan tutupan lahan dianalisis secara lebih efisien, terutama melalui pemanfaatan citra satelit multitemporal dan

algoritma klasifikasi berbasis machine learning (Pahleviannur, 2019; Romano dkk., 2025).

Kabupaten Cirebon merupakan salah satu wilayah strategis di Provinsi Jawa Barat karena berada pada jalur Pantai Utara Jawa dan berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Tengah. Posisi tersebut menjadikan Kabupaten Cirebon sebagai wilayah penghubung antarwilayah sekaligus kawasan yang memiliki dinamika pembangunan cukup tinggi. Selain memiliki sektor pertanian yang masih dominan, Kabupaten Cirebon juga mengalami perkembangan pada sektor permukiman, industri, perdagangan, pendidikan, dan pariwisata. Perkembangan tersebut berpotensi mendorong perubahan tutupan lahan, terutama dari kawasan pertanian atau lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun.

Dinamika alih fungsi lahan di Kabupaten Cirebon pada beberapa tahun terakhir menunjukkan kecenderungan yang semakin mengkhawatirkan. Berdasarkan pemberitaan lokal yang mengutip data Dinas Pertanian Kabupaten Cirebon, dalam kurun waktu tiga tahun terakhir sekitar 4.000 hektare sawah produktif telah beralih fungsi menjadi kawasan permukiman dan industri. Kondisi tersebut tercermin dari menurunnya luas Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B), dari sekitar 52.000 hektare pada tahun 2021 menjadi sekitar 48.000 hektare (Ali, 2025). Penyusutan lahan sawah produktif ini berpotensi mengancam ketahanan pangan daerah, terutama karena kebutuhan pangan masyarakat terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan non-pertanian.

Penelitian Mahdiyyah (2019) menunjukkan bahwa alih fungsi lahan pertanian di Kabupaten Cirebon pada periode 2010–2016 mencapai sekitar 392,91 ha, dengan Kecamatan Talun sebagai salah satu wilayah yang mengalami konversi terbesar. Penyusutan lahan sawah tersebut berkaitan dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, serta perkembangan permukiman dan industri. Kondisi ini menunjukkan bahwa Kabupaten Cirebon menghadapi tekanan perubahan ruang yang perlu dipantau secara berkelanjutan, terutama karena lahan pertanian masih menjadi salah satu komponen penting dalam struktur tutupan lahannya.

Alih fungsi lahan di Kabupaten Cirebon pada beberapa tahun terakhir juga tampak nyata melalui konversi lahan sawah menjadi penggunaan non-pertanian seperti permukiman, kawasan industri, dan lahan terbuka. Salah satu ilustrasinya adalah pembangunan Institut Teknologi Bandung (ITB) Kampus Cirebon, di mana Pemerintah Provinsi Jawa Barat menyiapkan lahan sekitar 20–30 hektare di Kecamatan Arjawinangun sebagai tapak utama, kemudian menawarkan pengembangan tambahan di kawasan Watubelah sehingga kampus berkembang di dua lokasi. Kehadiran perguruan tinggi ini berpotensi menjadi katalis perubahan penggunaan lahan karena memicu pertumbuhan aktivitas ekonomi dan kebutuhan ruang baru, yang pada akhirnya meningkatkan lahan terbangun di sekitar kawasan kampus (Amiruddin, 2014).

Perubahan tutupan lahan yang tidak terkendali dapat menimbulkan ketidaksesuaian antara kondisi aktual di lapangan dengan arahan rencana tata ruang. Dalam konteks Kabupaten Cirebon, Pemerintah Daerah telah menetapkan Peraturan Daerah Kabupaten Cirebon Nomor 6 Tahun 2024 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Cirebon Tahun 2024–2044. RTRW berfungsi sebagai pedoman dalam mengarahkan pemanfaatan ruang agar pembangunan wilayah berlangsung tertib, terkendali, dan berkelanjutan. Dengan demikian, analisis kesesuaian antara tutupan lahan dan rencana pola ruang menjadi penting untuk mengetahui sejauh mana kondisi aktual maupun prediksi tutupan lahan mendukung arahan pemanfaatan ruang yang telah ditetapkan.

Dalam sistem penataan ruang, RTRW tidak hanya berfungsi sebagai dokumen perencanaan, tetapi juga sebagai instrumen pengendalian pemanfaatan ruang. Melalui RTRW, pemanfaatan ruang diarahkan agar sesuai dengan fungsi kawasan, baik kawasan lindung maupun kawasan budi daya. Oleh karena itu, informasi mengenai kesesuaian tutupan lahan terhadap RTRW dapat menjadi masukan dalam pengawasan, evaluasi, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Analisis ini juga penting untuk mengidentifikasi wilayah yang telah sesuai, masih mendukung, maupun berpotensi tidak sesuai terhadap rencana pola ruang.

Pemanfaatan citra Sentinel-2 dapat digunakan untuk memetakan tutupan lahan karena memiliki resolusi spasial yang memadai untuk membedakan objek

permukaan, terutama pada skala wilayah kabupaten. Citra multitemporal juga dapat membantu menangkap variasi kondisi tutupan lahan, khususnya pada kelas pertanian yang bersifat dinamis akibat perbedaan fase tanam, masa panen, maupun kondisi bera. Dalam proses klasifikasi, algoritma Random Forest banyak digunakan karena mampu mengolah data spektral dan indeks citra secara stabil serta memiliki performa yang baik dalam klasifikasi tutupan lahan (Nurusman & Nugroho, 2025).

Selain untuk memetakan kondisi aktual, hasil klasifikasi tutupan lahan multitemporal juga dapat digunakan sebagai dasar pemodelan prediksi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah Land Change Modeler (LCM), yaitu model yang memanfaatkan pola perubahan historis dan faktor pendorong untuk memproyeksikan perubahan tutupan lahan pada masa mendatang. Pendekatan prediktif penting karena pemerintah daerah tidak hanya membutuhkan informasi tentang kondisi yang telah terjadi, tetapi juga gambaran mengenai lokasi yang berpotensi mengalami perubahan dan berisiko tidak sesuai dengan arahan tata ruang (Libriyanto dkk., 2022; Prabowo dkk., 2017).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perubahan tutupan lahan Kabupaten Cirebon tahun 2018, 2021, dan 2025, memprediksi tutupan lahan tahun 2029, serta menganalisis kesesuaiannya terhadap RTRW Kabupaten Cirebon Tahun 2024–2044. Tahun 2029 dipilih karena berada dalam periode awal pelaksanaan RTRW, sehingga hasil prediksi dapat digunakan untuk melihat kecenderungan kesesuaian tutupan lahan dalam jangka pendek setelah penetapan RTRW. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi spasial mengenai perubahan, prediksi, dan potensi kesesuaian tutupan lahan, sehingga dapat menjadi masukan dalam pengawasan dan pengendalian pemanfaatan ruang di Kabupaten Cirebon.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka diperoleh beberapa rumusan masalah yang dirumuskan oleh peneliti dengan tujuan untuk menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian. Berikut rumusan masalah yang dirumuskan oleh peneliti:

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan pada Kabupaten Cirebon pada tahun 2018-2021 dan 2021-2025?
2. Bagaimana tutupan lahan Kabupaten Cirebon pada tahun 2029 berdasarkan prediksi?
3. Bagaimana kesesuaian antara tutupan lahan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Cirebon pada tahun 2025 dan tahun 2029?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini terdiri atas beberapa poin, yakni:

1. Mendeskripsikan perubahan tutupan lahan yang terjadi pada tahun 2018-2021 dan 2021-2025.
2. Mendeskripsikan tutupan lahan Kabupaten Cirebon tahun 2029 berdasarkan hasil prediksi.
3. Mendeskripsikan kesesuaian tutupan lahan tahun 2025 dan hasil prediksi tutupan lahan tahun 2029 terhadap RTRW Kabupaten Cirebon tahun 2024-2044.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat akademis yaitu memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pertanahan, khususnya di bidang tata ruang, sekaligus menjadi referensi tambahan yang bermanfaat untuk mendukung penelitian penelitian di masa mendatang;
2. Manfaat praktis yaitu sebagai informasi awal bagi pemangku kebijakan dalam rangka pengawasan dan pengendalian pemanfaatan ruang.

BAB VIII

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perubahan tutupan lahan, pemodelan prediksi, dan evaluasi kesesuaian terhadap RTRW Kabupaten Cirebon Tahun 2024–2044, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan tutupan lahan Kabupaten Cirebon pada periode 2018–2025 menunjukkan kecenderungan utama berupa peningkatan lahan terbangun dan penurunan lahan pertanian. Lahan terbangun meningkat dari 82,852 km² pada tahun 2018 menjadi 88,654 km² pada tahun 2021, kemudian meningkat kembali menjadi 101,972 km² pada tahun 2025. Sebaliknya, pertanian mengalami penurunan dari 753,364 km² pada tahun 2018 menjadi 685,820 km² pada tahun 2021, dan menurun kembali menjadi 636,534 km² pada tahun 2025. Perubahan tersebut menunjukkan adanya tekanan perkembangan wilayah terhadap lahan pertanian, terutama untuk kebutuhan permukiman, aktivitas ekonomi, infrastruktur, dan pembangunan kawasan terbangun. Sementara itu, vegetasi rapat relatif lebih stabil, badan air/tambak mengalami fluktuasi, dan lahan terbuka menunjukkan dinamika yang tinggi karena dapat merepresentasikan lahan bera, lahan pascapanen, tambak kering, area konstruksi, maupun permukaan terbuka sementara.
2. Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2029 menunjukkan bahwa pertanian masih menjadi kelas tutupan lahan dominan di Kabupaten Cirebon, namun tekanan perkembangan lahan terbangun diproyeksikan semakin meningkat. Lahan terbangun diprediksi mencapai 166,357 km² pada tahun 2029, meningkat cukup besar dibandingkan kondisi tahun 2025 sebesar 101,972 km². Pertanian diprediksi menjadi 681,289 km², sedangkan lahan terbuka menurun menjadi 25,368 km². Hasil ini perlu ditafsirkan secara hati-hati karena validasi model menunjukkan adanya bias kuantitas, terutama pada kelas lahan terbuka. Oleh karena itu, prediksi tahun 2029 lebih tepat dipahami sebagai simulasi indikatif mengenai kecenderungan perubahan

tutupan lahan, bukan sebagai gambaran absolut kondisi tutupan lahan pada masa mendatang.

3. Kesesuaian tutupan lahan terhadap RTRW Kabupaten Cirebon Tahun 2024–2044 pada tahun 2025 secara umum masih didominasi oleh kategori sesuai dan mendukung. Kategori sesuai mencakup 631,17 km² atau 58,66%, kategori mendukung sebesar 371,24 km² atau 34,50%, dan kategori tidak sesuai sebesar 73,50 km² atau 6,84%. Pada hasil prediksi tahun 2029, kategori sesuai meningkat menjadi 707,76 km² atau 65,78%, kategori mendukung menurun menjadi 265,47 km² atau 24,67%, sedangkan kategori tidak sesuai meningkat menjadi 102,68 km² atau 9,54%. Peningkatan kategori tidak sesuai menunjukkan adanya potensi tekanan terhadap arahan pola ruang RTRW, terutama pada Kawasan Tanaman Pangan yang berpotensi berkembang menjadi lahan terbangun. Secara spasial, hasil ini dapat digunakan sebagai informasi awal untuk mengidentifikasi wilayah yang perlu mendapat perhatian dalam pengawasan pemanfaatan ruang. Namun, hasil kesesuaian tidak dimaksudkan untuk menetapkan status kesesuaian RTRW secara mutlak.

B. Saran

1. Bagi Pemerintah Daerah Kabupaten Cirebon

Pemerintah Daerah Kabupaten Cirebon dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai informasi awal atau instrumen peringatan dini dalam pengawasan pemanfaatan ruang. Wilayah yang teridentifikasi berpotensi tidak sesuai pada tahun 2029 perlu menjadi prioritas pemantauan, terutama pada Kawasan Tanaman Pangan yang menunjukkan kecenderungan berkembang menjadi lahan terbangun.

Pemerintah daerah juga disarankan memperkuat pengendalian pemanfaatan ruang pada wilayah pertanian yang mengalami tekanan konversi, khususnya melalui pengawasan perizinan, pengendalian pembangunan di kawasan tanaman pangan, serta integrasi hasil pemantauan tutupan lahan ke dalam evaluasi berkala RTRW. Dengan demikian, hasil

penelitian ini dapat membantu mengarahkan pengendalian ruang secara lebih selektif dan berbasis data spasial.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menggunakan citra satelit dengan resolusi spasial yang lebih tinggi agar klasifikasi tutupan lahan dapat dilakukan secara lebih detail dan akurat. Penggunaan citra resolusi tinggi diharapkan mampu mengurangi kesalahan klasifikasi, terutama pada kelas-kelas tutupan lahan yang memiliki kemiripan spektral. Selain itu, citra dengan resolusi lebih tinggi juga dapat membantu menghasilkan peta tutupan lahan dan analisis kesesuaian ruang yang lebih presisi, sehingga hasil penelitian dapat memberikan informasi yang lebih kuat untuk mendukung perencanaan dan pengendalian pemanfaatan ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ado, Y. P. G., Sela, R. L. E., & Warouw, F. (2023). Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis Cellular Automata Di Kota Batam Tahun 2041. *JURNAL BIOS LOGOS*, 13(2). <https://doi.org/10.35799/jbl.v13i2.46570>
- Ali, Z. Z. (2025). *Ribuan Hektare Sawah Lenyap, Jadi Kawasan Permukiman*. Rakyat Cirebon. <https://rakyatcirebon.disway.id/cirebon-rayat/read/663804/ribuan-hektare-sawah-lenyap-jadi-kawasan-permukiman>
- Amarrohman, F. J., Wahyuddin, Y., & Novialis, E. I. (2022). Analisis Spasial Perkembangan Kawasan Permukiman Perkotaan di Kabupaten Kudus Dengan Model Cellular Automata Marcov (Studi Kasus : Kecamatan Kota , Kecamatan Bae , Kecamatan Jati dan Kecamatan Kaliwungu). *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan*, 43(1), 57–66. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i1>.
- Amelia, J. R. (2024). Analisis Kritis Peran Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) sebagai Instrumen Perlindungan Lingkungan Hidup. *Justicia Sains: Jurnal Ilmu Hukum*, 09. <https://doi.org/10.24967/jcs.v9i1.2758>
- Amiruddin, A. (2014). *Pengaruh Keberadaan Universitas Haluoleo Terhadap Perubahan Tata Guna Lahan Di Kawasan Andonuohu Kota Kendari*. 2(April), 73–88.
- Anasiru, R. H. (2018). Analisis Spasial Dalam Klasifikasi Lahan Kritis Di Kawasan Sub-Das Langge Gorontalo. *Informatika Pertanian*, 25(2), 261–272. <https://doi.org/doi.org/10.21082/ip.v25n2.2016.p261-272>
- Ariza, A., Davila, N. A., Kemper, H., Kemper, G., Bare, D., Index, S., & Management, D. (2021). *Landslide Detection in Central America Using the Differential*. *XLIII*, 679–684. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-679-2021>
- Ashfa. (2016). *Pemodelan Pola Perubahan Tata Guna Tanah Kawasan Perkotaan* (1 ed.). Syiah Kuala University Press.
- Asra, R., Mappiasse, M. F., & Nurnawati, A. A. (2020). Penerapan Model CA-

- Markov Untuk Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Di Sub-DAS Bila Tahun 2036. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(1). <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i1.630>
- Budiman, E. (2016). *Analisis Spasial Data Jaringan Internet Service Provider Di Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda Berbasis Mobile*. 8(April), 1–8.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to Remote Sensing* (5 ed.). The Guildford Press.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2009). *Assesing the Accuracy of Remotely Sensed Data Principles and Practices* (2 ed.). CRC Press.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital* (B. W. Rini (ed.); 1 ed.). Andi Offset.
- Delegido, J., Verrelst, J., Alonso, L., & Moreno, J. (2011). *Evaluation of Sentinel-2 Red-Edge Bands for Empirical Estimation of Green LAI and Chlorophyll Content*. 7063–7081. <https://doi.org/doi.org/10.3390/s110707063>
- Fajri, F. G. (2025). Strategi Tata Guna Lahan Berbasis Stok Karbon untuk Pembangunan Berkelanjutan di Kota Balikpapan: Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Land Change Modeler dan Analisis Skenario Fadel Ghulam Fajri Pendahuluan Urbanisasi yang cepat menjadi fenomena g. *Jurnal Pertanahan*, 15(July), 44–64.
- Gifari, O. I., Kusriani, & Yuana, K. A. (2023). *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Terbimbing Pada Data Citra Penginderaan Jauh Kota Samarinda- Kalimantan Timur*. 18(2). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.30872/jim.v18i2.5716>
- Hakim, A. M. Y. (2021). *Pemodelan Spasial Prediksi Penggunaan Lahan dan Daya Dukung Lingkungan Kawasan Strategis Nasional Mamminasata*. Universitas Hasanuddin.
- Herlawati, H., Nidaul Khasanah, F., Dina Atika, P., Sari, R., & Handayanto, R. T. (2021). Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan dan Pola Berdasarkan Citra Landsat Multi Waktu dengan Land Change Modeler (LCM). *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, 5(1). <https://doi.org/10.31603/komtika.v5i1.5139>

- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Immitzer, M., Vuolo, F., & Atzberger, C. (2016). *First Experience with Sentinel-2 Data for Crop and Tree Species Classifications in Central Europe*. <https://doi.org/10.3390/rs8030166>
- Jakapratama, I. D., Zidan, M., Alfiah, N. S., & R, S. D. A. (2021). *Analisis Daya Dukung Dan Kebutuhan Lahan Pertanian Di Kabupaten Purwakarta Tahun 2028*. 4(1), 16–29.
- Jaya, I. N. S. (2014). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam* (H. Baihaqi (ed.); 1 ed.). IPB Press.
- Kapitarauw, C. L., Imburi, C. S., & Beljai, M. (2023). *Analisis Spasial Deforestasi Kawasan Hutan Lindung Arfak Di Kabupaten Manokwari*. 9(1), 109–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.46703/jurnalpapaasia.Vol9.Iss1.434>
- Lemenkova, P. (2025a). Gathering predictors of biodiversity change and reconstructing land cover history in Central Apennines using machine learning and remote sensing data. *Journal of Anatolian Geography*, 47(2), 115–129. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jag/issue/91911/1684280>
- Lemenkova, P. (2025b). Optimising process automation of geospatial data pipelines by artificial intelligence. *Facta Universitatis, Series: Automatic Control, Robotics and Informatics*, 21(1), 55–68. <https://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUAutContRob/article/view/14044>
- Libriyanto, O., Pravitasari, A. E., & Ardiansyah, M. (2022). Dynamics and Predictions of Land-Use Changes in Serang Raya and Their Conformity to the Spatial Plan of Banten Province. *Jurnal Geografi*, 14(1), 33–45. <https://doi.org/doi.org/10.24114/jg.v14i1.24441>
- Lu, D., & Weng, Q. (2007). *A Survey of Image Classification Methods and Techniques For Improving Classification Performance*. 1161. <https://doi.org/10.1080/01431160600746456>
- Lubis, L., & Nugroho, H. (2023). *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Terhadap*

Pola Ruang Pada Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Menggunakan Metode Klasifikasi Machine Learning (Studi Kasus: Kabupaten Tapanuli Utara).

- Madaul, R. A., & Ibal, L. (2023). Kajian Peninjauan Kembali Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sorong Tahun 2012 - 2032 Review Study of Regional Spatial Plan of Sorong Regency 2012 – 2032. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23, 658–672. <https://doi.org/10.35965/eco.v23i3.3907>
- Madhuri, C. R., Durga, M. M. M., & Dasam, S. (2025). MSMC: Multi-Spectral Meta Classifier Model for Land Classification. *IEEE International Conference on Emerging Trends in Computing*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11156696/>
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>
- Mrithika, M., Vanitha, R., & Jagan, J. (2025). Land Cover Classification using Satellite Imagery and Machine Learning Algorithm. *IEEE International Conference on Data Science and Engineering*. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11005205/>
- Muin, A. (2023). *Buku Ajar Metode Penelitian Kuantitatif* (1 ed., hal. 33). Literasi Nusantara Abadi Group.
- Mutia, N., Abidin, M. R., & Yanti, J. (2025). Evaluasi Kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Makassar Tahun 2024. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Geography*, 3(1), 79–92.
- Nguyen, C. T., Chidthaisong, A., Diem, P. K., & Huo, L.-Z. (2021). A modified bare soil index to identify bare land features during agricultural fallow-period in Southeast Asia using Landsat 8. *Land*, 10(3), 231. <https://doi.org/10.3390/land10030231>
- Nurhadi, R., & Suhattanto, M. A. (2025). Dinamika Perubahan Tutupan Lahan dan Tantangan Kebijakan Tata Ruang di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Widya Bhumi*, 5(2).

- Nurusman, M. Z., & Nugroho, H. (2025). Analisis Perbandingan Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Dengan Algoritma CART dan Random Forest di Kabupaten Tangerang. *FTSP Series*.
- Oknisia, E., Dora, L., & Nugraini, A. (2022). *Effectiveness of Normalized Difference Built-Up Index in Mapping Built-up Features across Arid Rural Regions*. 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.12962/inderaja.v19i1.5084>
- Pahleviannur, M. R. (2019). *Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan*. 4(2), 18–26.
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Remote Sensing Sentinel-2 Data for Land Cover / Use Mapping : A Review. *Remote Sensing*. <https://doi.org/doi.org/10.3390/rs12142291>
- Prabowo, D. P., Bachri, S., & Wiwoho, B. S. (2017). Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Dan Pola Berdasarkan Citra Landsat Multiwaktu Dengan Land Change Modeler (LCM) Idrisi Selva 17: Studi Kasus Sub-Das Brantas Hulu. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 22(1), 32–48. <https://doi.org/10.17977/um017v22i12017p032>
- Prayogi, H., Setiadi, H., Supriatna, & Dewayany. (2022). Model Prediksi Perubahan Penutup Lahan di Kabupaten Majalengka Menggunakan Metode Cellular Automata Markov Chain. *Majalah Geografi Indonesia*, 36(2), 95. <https://doi.org/10.22146/mgi.70636>
- Ramadhan, G. D., & Nugroho, H. (2025). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma CART untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Terhadap RTRW Kabupaten Tangerang. *Rekayasa Hijau*, 9(2019), 44–57. <https://doi.org/https://doi.org/10.26760/jrh.v9i1.44-57>
- Romano, G., Ricci, G. F., & Gentile, F. (2025). Effectiveness Evaluation of Combining SAR And Multiple Optical Data on Land Cover Mapping of A Fragmented Landscape in A Cloud Computing Platform. *Frontiers in Remote Sensing*, 6. <https://doi.org/doi.org/10.3389/frsen.2025.1535418>
- Santoso, R. A. (2026). Analisis Dinamika Perubahan dan Prediksi Tutupan Lahan

- di Kecamatan Petungkriyono. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jmia.v3i3.10640>
- Saputra, V. A., & Santosa, P. B. (2020). *Analisis Geospasial Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaiannya Terhadap RTRW Kabupaten Purworejo Tahun 2011-2031*. 3(2), 152–160.
<https://doi.org/10.22146/jgise.60931>
- Shen, L., Li, J. B., Wheate, R., Yin, J., & Paul, S. S. (2020). *Multi-Layer Perceptron Neural Network and Markov Chain Based Geospatial Analysis of Land Use and Land Cover Change*. 3(1), 28–38.
<https://doi.org/10.3808/jeil.202000023.tions>
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. (2022). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata- Markov Chain. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), 143–154. <https://doi.org/10.20527/jpg.v9i2.13880>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. ALFABETA.
- Susilo, B. (2016). Pemodelan Spasial Probabilistik Integrasi Markov Chain Dan Cellular Automata Untuk Kajian Perubahan Penggunaan Lahan Skala Regional Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geografi Gea*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17509/gea.v11i2.1638>
- Sutanto. (2016). *Metode Penelitian Penginderaan Jauh* (2 ed.). Penerbit Ombak.
- Virinica, V., & Aulia, B. U. (2026). Analisis Spasial Perubahan Tutupan Lahan Hutan Pasca Pembangunan Pusat Pemerintahan di Kabupaten Tana Tidung , Provinsi Kalimantan Utara. *Ranah Research Journal of Multidiciplinary Research and Development*, 8(4), 2481–2499.
<https://doi.org/https://doi.org/10.38035/rtj.v8i4>
- Waladi, A. (2025). Peningkatan Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Random Forest pada Data Sentinel-2 di Jambi. *Jurnal Fasilkom*, 15(1), 17–24.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37859/jf.v15i1.8886>
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal*

of Remote Sensing, 24(3), 583–594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>