



Arahan Penetapan Perlindungan Lahan Pertanian di Sekitaran Pusat Kota Bandung: (Studi Kasus Kabupaten Bandung)

Designating Agricultural Land Protection in the Vicinity of Downtown Bandung: A Case Study of Bandung Regency

Sony Nugratama Hijrawadi¹, Muzani¹, Adrian², Asma Irma Setianingsih¹

¹Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Jakarta

²Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Islam 45 Bekasi

*Correspondence: sonynugratama@unj.ac.id

Article Info

Article history:
Received: 24-06-2025
Revised: 12-07-2025
Accepted: 03-09-2025
Published: 10-10-2025

ABSTRAK

Alih fungsi lahan sawah menjadi kawasan non-pertanian di Kabupaten Bandung menjadi ancaman serius bagi ketahanan pangan akibat tekanan urbanisasi. Penelitian ini memetakan serta memprediksi perubahan penggunaan lahan hingga tahun 2035 dan menilai efektivitas kebijakan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) melalui pemodelan spasial berbasis GIS-Cellular Automata dengan pembobotan faktor pendorong menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP). Tiga skenario simulasi dilakukan, yakni bebas (tanpa kebijakan), moderat (RTRW1), dan optimis (RTRW2). Hasilnya menunjukkan penurunan luas sawah sebesar 12.773 ha (bebas), 11.211 ha (RTRW1), dan 10.850 ha (RTRW2), sementara lahan permukiman meningkat terutama dalam skenario tata ruang resmi. Hal ini menegaskan bahwa kebijakan RTRW menekan laju konversi, tetapi belum cukup efektif. Faktor utama pendorong konversi adalah aksesibilitas, transportasi, dan kedekatan dengan fasilitas publik. Studi ini menekankan perlunya penguatan zonasi LP2B berbasis data spasial dan integrasi antara kebijakan tata ruang dan kebijakan pangan demi menjaga keberlanjutan Kabupaten Bandung sebagai lumbung pangan regional.

Kata Kunci: AHP, Alih fungsi lahan, Cellular automata, Lahan sawah dilindungi, Alih fungsi lahan

ABSTRACT

The conversion of rice fields into non-agricultural areas in Bandung Regency poses a serious threat to food security due to increasing urbanization pressure. This study aims to map and predict land use changes up to 2035 and to assess the effectiveness of the Sustainable Food Agricultural Land (LP2B) protection policy using GIS-Cellular Automata spatial modeling combined with Analytic Hierarchy Process (AHP) for weighting driving factors. Three simulation scenarios were conducted: free (no policy), moderate (RTRW1), and optimistic (RTRW2). The results show a significant decline in rice field area of 12,773 ha (free), 11,211 ha (RTRW1), and 10,850 ha (RTRW2), while residential land increased, particularly under the official spatial planning scenarios. These findings indicate that although spatial planning policies (RTRW) can reduce the rate of conversion, their implementation remains insufficiently effective. The main driving factors of conversion include accessibility, transportation infrastructure, and proximity to public facilities. This study emphasizes the need to strengthen LP2B zoning based on spatial evidence and to integrate spatial and food policies to maintain Bandung Regency's role as a regional food production center.

Keywords: AHP, Cellular automata, Landuse Change, Prime farmland protection area, Land use Change



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Citation: Hijrawadi, S. N., Muzani, M., Setianingsih, A. I., & Adrian, A. (2025). Arahan Penetapan Perlindungan Lahan Pertanian di Sekitaran Pusat Kota Bandung: (Studi Kasus Kabupaten Bandung). *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*. 4(3), 425–437. <https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss3pp425-437>

PENDAHULUAN

Ekonomi dan populasi Jakarta dan Bandung tumbuh pesat, Pada 2022, ekonomi DKI Jakarta tumbuh 2,43 % dan Kota Bandung 3,76 %; disertai peningkatan jumlah penduduk yang signifikan sehingga mendorong perluasan koridor megapolitan Jakarta-Bandung dan memperkuat konektivitas wilayah penyangga (BPS Indonesia, 2021; Kurnia et al., 2022; Maheng et al., 2021).

Perubahan fungsi lahan pertanian, terutama sawah, di Indonesia kian mengkhawatirkan. Di Pulau Jawa yang menjadi sentra produksi beras nasional sekitar 1,2 juta ha sawah beralih fungsi pada 1994–2014, rata-rata 60 ribu ha per tahun (Komaruddin & Rachmi Handayani, 2017; Setiyowati et al., 2018). Laju konversi ini didorong oleh pertumbuhan ekonomi, pembangunan infrastruktur, urbanisasi, dan lonjakan penduduk, serta diperparah oleh minimnya minat generasi muda menekuni sektor pertanian – tenaga kerja kini didominasi kelompok usia > 40 tahun (Rochadi et al., 2022; Umi Nur Atni Setyaningsih et al., 2023). Konversi lahan tanpa kendali bukan saja menggerus kapasitas produksi beras, tetapi juga mengancam ketahanan pangan nasional, sehingga menuntut kebijakan tata guna lahan yang efektif dan praktik budidaya berkelanjutan (Adrian et al., 2022, 2024, 2023).

Provinsi Jawa Barat menanggung beban paling besar, pada beberapa Kabupaten Bandung, Bandung Barat dan Purwakart yang menjadi wilayah koridor penyangga ibu kota menunjukkan tingkat alih fungsi tertinggi akibat arus investasi dan kedekatan dengan pusat permukiman. Analisis spasial terkini di di berkurangnya lahan sawah di Kabupaten Bandung terjadi penyusutan 195,55 ha/tahun sawah pada rentang 2015–2020 seluas yang beralih ke kawasan industri, jaringan jalan, dan pemukiman, berdampak langsung pada penurunan produksi pangan (Harjanti &

Hara, 2020; Salean & Andriansah, 2020; Setiadi et al., 2021). Fenomena serupa teridentifikasi di seluruh Jawa Barat, memicu kekhawatiran defisit beras jika tren ini berlanjut (Suliman et al., 2023). Pertumbuhan ekonomi dan populasi menaikkan permintaan lahan, memicu alih fungsi ke penggunaan bernilai sewa lebih tinggi; dimana lahan pertanian yang bernilai sewa terendah sehingga paling rentan dikonversi (Kurnia et al., 2022; Rangkuti et al., 2022).

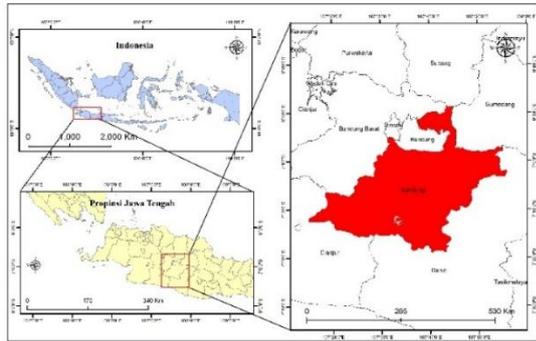
Berbagai studi telah membahas dinamika alih fungsi lahan secara makro, kajian berbasis pemodelan spasial yang memproyeksikan konversi sawah secara spesifik di Kabupaten Bandung masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan kuantitatif yang memadukan analisis spasial berbasis *Geographic Information System–Cellular Automata* (GIS–CA) dengan metode pembobotan kriteria melalui teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP) hingga tahun 2035, serta memberikan masukan terhadap penyusunan RTRW masa mendatang. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam penyusunan kebijakan perlindungan lahan sawah yang lebih adaptif dan berbasis bukti spasial, sejalan dengan agenda nasional mewujudkan ketahanan pangan berkelanjutan dan penataan ruang yang berpihak pada kelestarian fungsi agraris wilayah, serta menjadi masukan bagi penyusunan rencana tata ruang wilayah mendatang pada tahun 2035- 2055.

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, pada tahun 2025 bertempat di Kabupaten Bandung berada pada 6°49'–7°18' LS dan 107°14'–107°56' BT, menempati bagian selatan Cekungan Bandung di Provinsi Jawa Barat. Wilayah seluas ±1.762 km² ini berpusat di Soreang dan membawahi 31 kecamatan, berbatasan dengan Kota Bandung dan Kabupaten Bandung Barat di utara, Sumedang di timur laut, Garut di timur serta selatan, dan Cianjur di barat daya. Studi ini bermula dari kenyataan bahwa pertanian masih menjadi penopang utama kesejahteraan dan ekonomi Kabupaten Bandung, menempati

peringkat ketiga kontribusi PDRB setelah industri dan perdagangan.



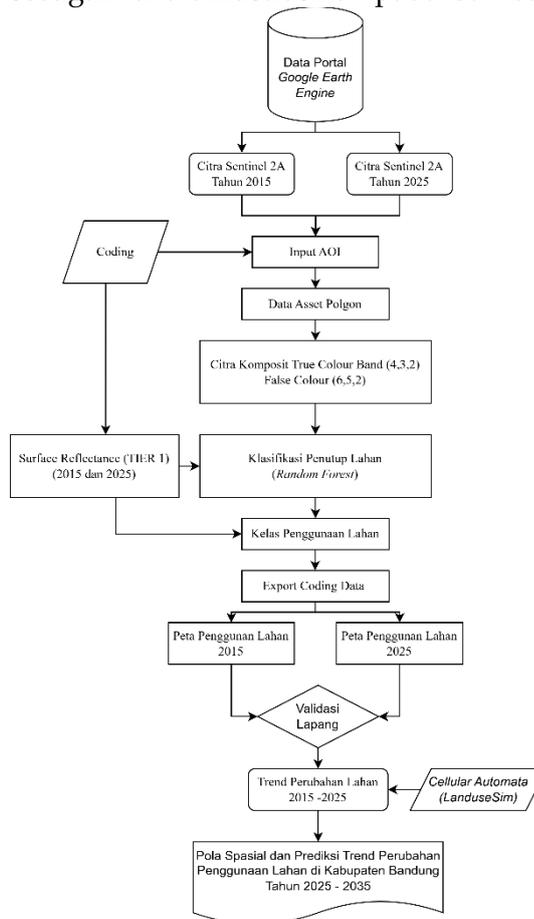
Gambar 1 Peta Kabupaten Bandung

b. Data dan Metode

Penelitian ini menggunakan dua sumber data. Data lapangan (primer) dikumpulkan lewat survei ground-truth dengan software AvenzaMap guna memverifikasi hasil interpretasi citra. Data pendukung (sekunder) mencakup peta penggunaan lahan 2015 dan 2025, peta administrasi, peta RTRW Kabupaten Bandung 2011-2031 dan serta peta lahan baku sawah. Selain itu, citra satelit diolah dengan Google Earth Engine dan ArcMap 10.8 untuk memetakan penggunaan lahan terkini.

Penelitian ini mengkaji dinamika konversi sawah di Kabupaten Majalengka melalui serangkaian tahapan terintegrasi; (1) peneliti menyusun mosaik citra Sentinel-2 untuk rentang dua tahun (2015 dan 2025) menggunakan koleksi Level-2A yang telah terkoreksi ortometrik dan atmosferik; (2) Nilai median kemudian diekstrak dari mosaik tersebut sebelum dipotong sesuai batas administrasi wilayah kajian untuk memperoleh citra fokus area; (3) Visualisasi citra dihasilkan sebagai dasar penetapan titik sampel kelas tutupan atau penggunaan lahan, yang selanjutnya diklasifikasikan dengan algoritma *Smile Random Forest*; (4) Akurasi hasil klasifikasi diuji melalui perhitungan *Overall Accuracy* dan *Kappa*, kemudian output diunduh untuk dimodelkan lebih lanjut; (5) Tahap akhir memproyeksikan perubahan penggunaan lahan hingga 2031 – tahun berakhirnya RTRW –

dengan pendekatan *cellular automata*, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kerangka Analisis Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Akurasi terhadap Hasil Klasifikasi Lahan

Pengujian akurasi hasil klasifikasi dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu akurasi internal yang diperoleh dari perangkat lunak *Google Earth Engine* menggunakan *confusion matrix*, serta validasi eksternal berbasis data observasi lapangan. Dalam penelitian ini, pengambilan sampel untuk keperluan validasi lapangan dilakukan menggunakan metode *simple random sampling*. Jumlah sampel ditentukan berdasarkan rumus slovin, dengan tingkat ketelitian yang ditetapkan sebesar 80% (Sutanto, 1987). Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 120 titik, dengan masing-masing kelas penggunaan lahan diwakili oleh 15 sampel. Melalui analisis matriks konfusi, diperoleh nilai *producer accuracy*, *user*

accuracy, overall accuracy, serta kappa coefficient yang disajikan dalam tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Tingkat Overall Accuracy dan nilai Kappa Coefficient

No	Klasifikasi Terarah (supervised)	Oa	Kappa
1	Sentinel-2 MSI, Level-1 2015	95,75	93,67
2	Sentinel-2 MSI, Level-1 2020	93,48	94,49
3	Sentinel-2 MSI, Level-1 2025	96,55	97,24

Sumber: Pengolahan data 2025

Hasil interpretasi dan analisis citra satelit Sentinel-2A dengan algoritma Smile Random Forest menunjukkan pola sebaran penggunaan lahan di Kabupaten Bandung. Proses pengolahan data dilakukan secara runtut waktu (time series), yang mencakup tiga titik temporal, yaitu tahun 2011, 2016, dan 2021. Berdasarkan data tutupan lahan tersebut, dilakukan analisis kuantitatif terhadap perubahan penggunaan lahan antar periode waktu, yakni 2011–2016, 2016–2021, serta 2011–2021 secara keseluruhan. Perubahan luas dan karakteristik dinamika penggunaan lahan pada periode 2011–2016 disajikan dalam Tabel berikut sebagai dasar evaluasi lebih lanjut terhadap kecenderungan alih fungsi lahan di wilayah kajian, ditunjukkan pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Perbandingan Penggunaan Lahan Kabupaten Bandung Tahun 2015-2025

Penggunaan Lahan	2015		2020		2025	
	Luasan (ha)	Proporsi (%)	Luasan (ha)	Proporsi (%)	Luasan (ha)	Proporsi (%)
Sawah	43.609	24.83	36.680	20.88	35.571	20.17
Badan Air	621	0.35	591	0.34	599	0.34
Permukiman	15.202	8.65	26.869	15.3	29.530	16.74
Tanah Kosong	15.645	8.91	14.973	8.52	14.941	8.47
Kebun	42.070	23.95	39.014	22.21	38.646	21.91
Campuran						
Ladang	22.190	12.63	20.632	11.75	20.310	11.52
Hutan	35.609	20.27	35.583	20.26	35.571	20.17
Industri	712	0.41	1.202	0.68	1.313	0.75
Total Luasan	175.658		175.658		175.658	

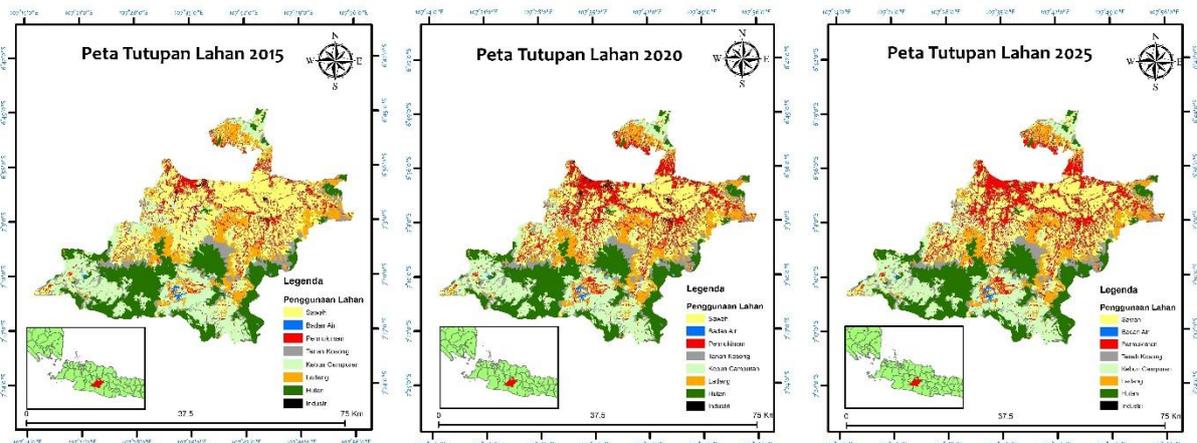
Sumber: Pengolahan data 2025

Perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bandung pada tahun 2010, 2015, 2025; dengan total luasan tetap sebesar 175.658 hektar. Selama kurun waktu tersebut, lahan sawah menunjukkan tren penurunan yang cukup mencolok, yakni dari 24,83% pada tahun 2010 menjadi 20,17% pada tahun 2025, atau mengalami pengurangan sekitar 8.038 hektar. Penurunan ini mencerminkan terjadinya alih fungsi lahan sawah ke penggunaan lain, terutama menjadi kawasan permukiman yang meningkat signifikan dari 8,65% menjadi 16,74%. Selain itu, perluasan kawasan industri dari 0,41% menjadi

0,75% turut menunjukkan intensifikasi pemanfaatan ruang untuk kegiatan non-pertanian.

Tren ini mengindikasikan tekanan urbanisasi yang tinggi, yang berimplikasi terhadap menurunnya ketersediaan lahan produktif untuk pertanian. Konversi lahan sawah yang terus berlangsung ini menimbulkan kekhawatiran terhadap keberlanjutan sistem pangan lokal serta kapasitas produksi pertanian. Di sisi lain, penurunan proporsi lahan ladang dan tanah kosong juga mengarah pada transformasi penggunaan lahan yang semakin berorientasi pada kepentingan ekonomi dan infrastruktur. Secara umum, dinamika ini mencerminkan pergeseran fungsi ruang dari

sektor agraris menuju sektor non-agraris seiring dengan meningkatnya kebutuhan pembangunan dan ekspansi kawasan perkotaan, Visualisasi penggunaan lahan pada tahun 2015, 2020, dan 2025 disajikan dalam bentuk peta yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Peta Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan Kabupaten Bandung

b. Faktor yang mempengaruhi perubahan lahan pertanian

Perubahan spasial lahan pertanian tidak hanya dipengaruhi oleh variabel biofisik, tetapi juga oleh faktor sosial, ekonomi, dan kebijakan. Untuk memperoleh hasil yang komprehensif, analisis spasial perlu mengintegrasikan seluruh faktor tersebut. Penelitian ini mengidentifikasi sejumlah faktor pendorong (*driving factors*) utama yang memengaruhi dinamika perubahan lahan (Barends et al., 2023).

Dalam pemodelan penggunaan lahan, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang memengaruhi dinamika perubahan penggunaan lahan. Interaksi antarfaktor tersebut kerap menimbulkan kompleksitas tersendiri dalam proses identifikasi dan evaluasi perubahan yang terjadi (Nazudin et al., 2025). Oleh karena itu, penentuan faktor-faktor pendorong (*driving factors*) serta proses pembobotan dalam analisis perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bandung dilakukan melalui pendekatan partisipatif, dengan melibatkan para pemangku kepentingan (*stakeholder*). Para *stakeholder* yang dijadikan representasi dalam proses ini meliputi unsur dari Bapelitbang, Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman, kalangan akademisi, serta tokoh masyarakat setempat.

Hasil pembobotan dalam penelitian ini diperoleh melalui pengolahan data kuesioner serta konsensus bersama *parastakeholder*, menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* yang dianalisis dengan bantuan aplikasi *Expert Choice-SA*. Nilai bobot dari masing-masing faktor yang memengaruhi pertumbuhan lahan terbangun disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 3. Faktor Pendorong (*driving factors*)

No	Faktor Pendorong (<i>driving factors</i>)	Bobot
1	Jalan Utama	0,128
2	Jalan Lingkungan	0,145
3	Fasilitas Pendidikan	0,109
4	Fasilitas Perdagangan dan Jasa	0,105
5	Pusat Pemerintahan	0,107
6	Fasilitas Kesehatan	0,116
7	Fasilitas Transportasi	0,149
8	Rel Kereta	0,041
9	Gerbang Tol (<i>Interchange</i>)	0,053
10	Pabrik (Lokasi Industri)	0,047

Sumber: Pengolahan data 2025

Hasil pembobotan AHP menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan lahan menjadi kawasan terbangun di Kabupaten Bandung adalah akses dan infrastruktur mobilitas, terutama fasilitas transportasi (0,149), jalan lingkungan (0,145), dan jalan

utama (0,128). Ini menandakan bahwa semakin mudah suatu area dijangkau, semakin besar pula potensi lahannya untuk dialihfungsikan.

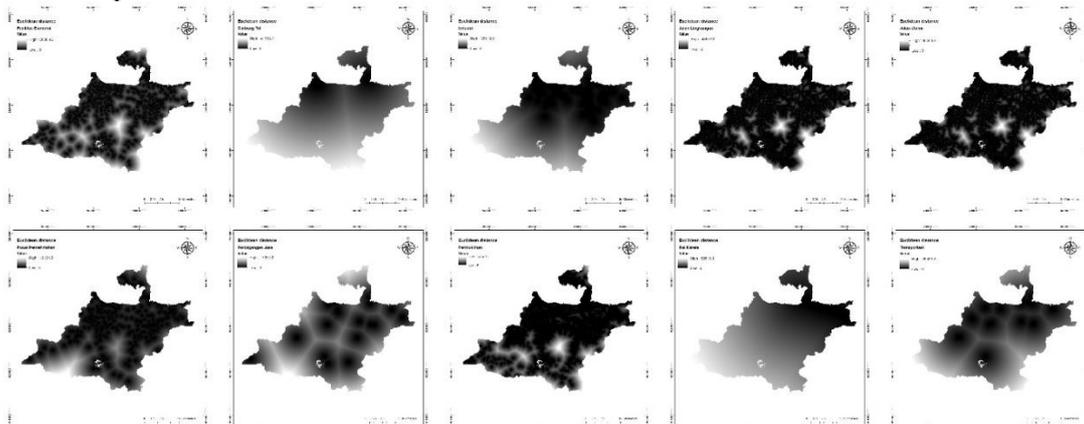
Fasilitas publik seperti kesehatan (0,116), pendidikan (0,109), dan perdagangan (0,105) juga cukup berpengaruh. Sementara itu, faktor seperti rel kereta (0,041), gerbang tol (0,053), dan pabrik (0,047) memiliki pengaruh yang lebih kecil, kemungkinan karena lokasinya yang tersebar atau hanya berdampak lokal.

c. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis ini bertujuan untuk memproyeksikan besarnya kebutuhan lahan terbangun di Kabupaten Bandung. Secara umum, sesuai dengan arahan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), pertumbuhan lahan terbangun dipengaruhi oleh perkembangan sektor permukiman dan industri. Dalam penelitian ini, estimasi kebutuhan lahan permukiman dijelaskan berdasarkan pedoman serta standar minimal

yang berlaku, yaitu Permenperin Nomor 35 Tahun 2010 dan Permen Perumahan Rakyat RI Nomor 10 Tahun 2012; adapun cakupan waktu proyeksi dan perhitungan kebutuhan permukiman dan industri ditetapkan hingga tahun 2035 disajikan pada tabel 4 dibawah.

Data penggunaan lahan yang telah dikodifikasi selanjutnya diolah untuk menghasilkan peta awal potensi transisi perubahan lahan di Kabupaten Bandung, yang berperan penting dalam proses pemodelan *LanduseSim*. Peta ini menjadi dasar dalam menentukan arah pertumbuhan lahan berdasarkan nilai transisi antar jenis penggunaan lahan. Dalam studi ini, peta transisi difokuskan pada dinamika perkembangan lahan permukiman dan industri; berikut peta yang digunakan dalam analisis perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bandung disajikan pada gambar 4 dibawah.



Gambar 4 Peta Faktor Pendorong (*Euclidean Distance*)

Tabel 4. Prediksi Kebutuhan Lahan Terbangun untuk Industri dan Permukiman di Kabupaten Bandung, 2021-2036

No	Arahan Pengembangan Kawasan	Standart Pedoman	Analisis
1	Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bandung 2015-2035 berdasarkan perda no 27 tahun 2016; •Kawasan industri yang di prioritaskan menampung kegiatan industri dengan luas lahan sebesar 4.390,78 Ha (di 11 Kecamatan) •Kawasan industri eksisting tahun 2021 1.366,95 Ha	Permenperin Nomor 35 Tahun 2010 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri; •Alokasi lahan pada kawasan industri dengan luas kawasan 100- 200 Ha adalah 50-70% sebagai kaveling industri, maksimal 15% kaveling komersial (untuk promosi wilayah dan produk), 10% kaveling perumahan, dan 10% RTH. •Kebutuhan tenaga kerja 90-110 tenaga kerja/Ha. • Diasumsikan jumlah tenaga kerja dari jumlah total tenaga kerja kegiatan industri adalah sebesar 3% sebagai manager, 20% sebagai staff, dan 77% adalah buruh dengan asumsi 5% penduduk lokal dan 72% pendatang	•Luas lahan industri terbangun maksimal = $4.390,78 \text{ Ha} \times 70\% = 3.073,54 \text{ Ha}$ •Pertambahan luas lahan industri untuk 2015-2025 = $1.366,95 \text{ Ha} - 721,76 \text{ Ha} = 616,34 \text{ Ha}$ •Prediksi perkembangan lahan industri untuk tahun 2025-2035 = $616,34 \text{ Ha}/10 \times 15 \text{ tahun} = 924,51 \text{ Ha}$
2	Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bandung 2015-2035 berdasarkan perda no 27 tahun 2016; •Rencana pengembangan kawasan permukiman meliputi permukiman perdesaan, perkotaan, dan khusus dengan luas total 33.500,12 Ha •Kawasan permukiman eksisting tahun 2025 29.530 Ha	Permen Perumahan Rakyat RI Nomor 10 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Perumahan dan Kawasan Permukiman dengan Hunian Berimbang •Komposisi jumlah rumah merupakan perbandingan jumlah rumah sederhana, jumlah rumah menengah, dan jumlah rumah mewah yaitu sekurang-kurangnya 3:2:1. RP4D Kabupaten (Keputusan Menteri Negara Perkim Nomor 09/KPTS/M/IX/1999) •Proporsi jumlah rumah terbangun adalah 1 : 3 : 6 dengan standar 600 m2 untuk tipe besar, 400 m2 tipe menengah, dan 200 m2 tipe kecil. •Ditetapkan perbandingan luas lahan permukiman : prasarana sarana umum dengan asumsi	•Luas lahan permukiman terbangun maksimal = 33.500,12 Ha •Pertambahan luas lahan permukiman untuk 2011-2021 = $27372,11 \text{ Ha} - 15258,24 \text{ Ha} = 14972,17 \text{ Ha}$ •Prediksi perkembangan lahan Permukiman untuk tahun 2021-2036 = $14972,17 \text{ Ha}/10 \times 15 \text{ tahun} = 22,458,26 \text{ Ha}$ (asumsi kebutuhan lahan terbangun terhadap luasan peruntukan RTRW akan terlampaui, mengingat Kabupaten Bandung merupakan kawasan megapolitan).

70% : 30% atau mengikuti ketentuan pada RTRW yang mengatur.

Sumber: Pengolahan data 2025, RDTR Kab Bandung

d. Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Cellular Automata

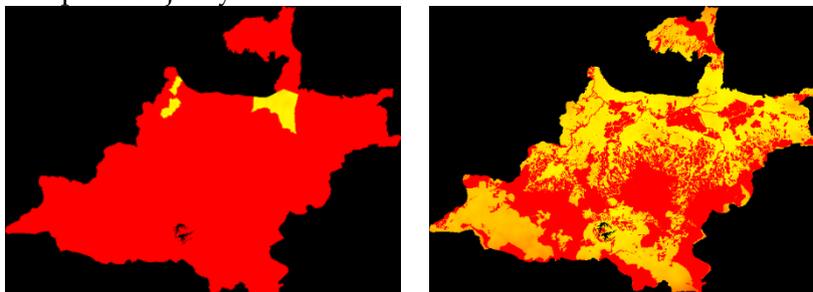
Setelah penetapan ukuran sel, dilakukan analisis berbasis jarak menggunakan metode Euclidean Distance untuk memetakan pengaruh spasial dari setiap faktor. Pendekatan ini dipilih karena faktor-faktor yang digunakan bersifat menyebar dan melekat pada wilayah studi. Dalam analisis ini, area yang berdekatan dengan suatu faktor diberi nilai nol, sedangkan nilai meningkat seiring bertambahnya jarak. Nilai yang mendekati nol menunjukkan potensi pertumbuhan lahan yang lebih cepat. Setiap faktor memiliki kriteria spesifik yang memengaruhi dinamika perubahan lahan pertanian di Kabupaten Bandung.

Proses *overlay* terhadap peta hasil *fuzzy set* dari langkah sebelumnya, dengan perhitungan berbasis bobot dalam bentuk *cell raster*. Nilai bobot masing-masing faktor dimasukkan berdasarkan hasil konversi ke dalam skala 0-1, sesuai penilaian *Analytical Hierarchy Process* (AHP) terkait pengaruhnya terhadap alih fungsi lahan. Faktor dengan bobot yang lebih tinggi menunjukkan kontribusi yang lebih besar terhadap perubahan penggunaan lahan. Setelah zona tersebut diidentifikasi, tahap selanjutnya adalah

melakukan *overlay* dengan peta kesesuaian lahan (*suitability map*) yang telah disusun sebelumnya. Proses ini menghasilkan *Transition Potential Map* yang telah memperhitungkan zona kendala (*constraint zone*). Nilai *Growth Potential* kemudian dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$GP_{x,y} = \sum_{i=0}^n (W_{x,y} \times F_{x,y})$$

Di mana $GP_{x,y}$ merupakan nilai *growth potential* pada sel (x, y); W adalah bobot yang ditetapkan untuk masing-masing variabel; F menyatakan nilai *fuzzy set membership* pada sel (x, y); dan n adalah jumlah faktor yang memengaruhi pertumbuhan lahan terbangun, yaitu sebanyak sembilan faktor. Hasil dari perhitungan ini berupa *Transition Potential Map with Zoning*, di mana gradasi warna menunjukkan tingkat potensi konversi lahan: semakin terang (mendekati putih), semakin tinggi potensi lahan untuk dikonversi menjadi lahan terbangun; sebaliknya, warna yang semakin gelap menunjukkan potensi konversi yang rendah, mendekati nilai nol, peta zona transisi ditampilkan pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5 Peta Peta Potensi Transisi Zonasi Industri dan Permukiman

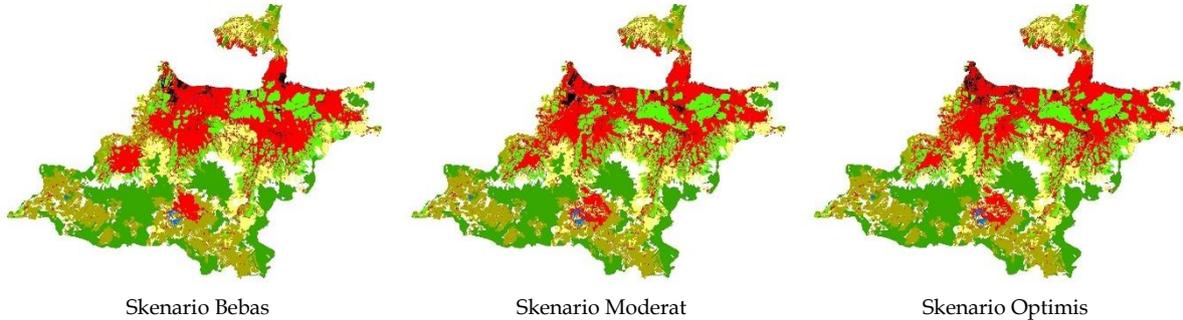
e. Analisis Hasil Simulasi Prediksi Penggunaan Lahan Tahun

Tahap akhir dilakukan melalui menu *LUCC Simulation* sebagai bagian dari

proses *cellular automata* dalam perangkat lunak *LanduseSim*. Simulasi ini menggunakan data penggunaan lahan tahun 2025 yang telah diperbarui dengan

informasi LP2B eksisting yang tidak mengalami konversi, serta *transition rules* dan *neighborhood filter* yang telah ditetapkan sebelumnya. Proyeksi dilakukan untuk tahun 2035, yakni 10

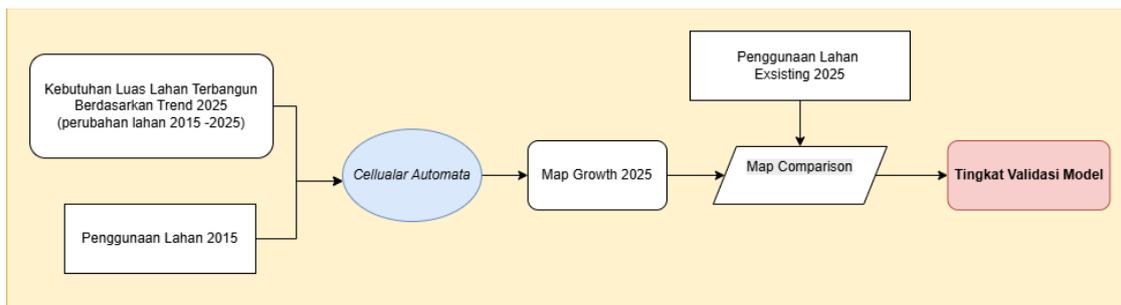
tahun ke depan. Output dari proses ini berupa peta prediksi perubahan lahan pertanian di Kabupaten Bandung pada tahun 2035 dibuat dalam 3 skenario yang dapat dilihat pada gambar 6 dibawah.



Gambar 6 Peta Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2035

Teknik validasi yang digunakan dalam pemodelan lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah *event validity*, yaitu metode yang membandingkan hasil model

dengan kondisi aktual di lapangan. Alur proses validasi model ditunjukkan pada gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7 Validasi Model Menggunakan Pendekatan Cellular Automata

Validasi model lahan terbangun dilakukan dengan membandingkan peta penggunaan lahan eksisting tahun 2015 dengan hasil simulasi tahun 2025 yang diproyeksikan ke tahun 2025. Perbedaan utama dalam simulasi ini dibandingkan proyeksi tahun 2035 terletak pada nilai pertumbuhan lahan dan variabel yang digunakan. Perhitungan pertumbuhan lahan (*growth*) juga diterapkan pada area terbangun, namun untuk keperluan validasi, nilai pertumbuhan diperoleh dari tren perubahan lahan antara tahun 2015 hingga 2025. Pendekatan berbasis tren ini digunakan karena simulasi dilakukan untuk periode historis, sehingga tidak memerlukan asumsi intervensi kebijakan.

Hasil simulasi menunjukkan kecenderungan pertumbuhan lahan terbangun mengarah ke kawasan perkotaan Kabupaten Bandung, khususnya mendekati wilayah Kota Bandung. Perbandingan antara peta penggunaan lahan eksisting tahun 2025 dan hasil simulasi untuk tahun yang sama menunjukkan tingkat kecocokan sebesar 90%. Hal ini mengindikasikan bahwa model yang digunakan memiliki akurasi tinggi dan layak digunakan untuk memprediksi pertumbuhan lahan terbangun di masa depan, matriks hasil uji akurasi model disajikan pada tabel 5 dibawah.

Tabel 5. Matriks Validasi Penggunaan Lahan antara Data Eksisting dan Simulasi

		Validasi Lapangan								Tidak Sesuai	Sesuai	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total		
Penggunaan Lahan 2025	1	134	5							139	5	96,30 %
	2		87	5						92	5	94,44 %
	3			84	3					87	3	96,39 %
	4				3					3	0	100 %
	5					20	1			21	1	90,91 %
	6						45	5		50	5	90,00 %
	7							6		6	0	100 %
	8								2	2	0	100 %
Total										400		95,88 %

Hasil simulasi jika dibandingkan dengan data penggunaan lahan tahun 2025 sebelumnya terjadi alih fungsi yang signifikan pada lahan pertanian di Kabupaten Bandung karena pengaruh pertumbuhan lahan terbangun. Berdasarkan hasil simulasi diproyeksikan akan terjadi alih

fungsi lahan pertanian seluas 12773.16 Ha jika dengan simulasi bebas, sedangkan alih fungsi lahan pertanian seluas 11211.39 Ha dengan model simulasi moderat, dan alih fungsi lahan pertanian seluas 10850.94 Ha dengan model simulasi optimis.

Tabel 5. Hasil Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2035

Penggunaan Lahan	Skenario Bebas		Skenario RTRW1		Skenario RTRW2	
	Luas (ha)	Perubahan (ha)	Luas (ha)	Perubahan (ha)	Luas (ha)	Perubahan (ha)
Sawah	23.529	-12.773	25.091	-11.211	25.451	-10.850
Badan Air	591	0	591	0	591	0
Permukiman	44.450	-738	45.285	0	44.612	-384
Tanah Kosong	14.566	-405	14.457	-515	14.487	-485
Kebun	35.500	-3.497	33.545	-5.452	33.734	-5.264
Campuran						
Ladang	19.225	-1.385	18.894	-1.716	18.988	-1.622
Hutan	35.583	0	35.584	0	35.584	0
Industri	2.211	0	2.211	0	2.212	0
Total Luasan		175.658		175.658		175.658

Hasil Analisis Cellular Automata, 2025

Berdasarkan Simulasi Perubahan Lahan Hasil simulasi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bandung hingga tahun 2035 mengindikasikan bahwa kategori lahan sawah merupakan unit spasial yang paling rentan terhadap alih fungsi, terutama menuju penggunaan non-pertanian

seperti permukiman. Dalam skenario bebas, yang diasumsikan tanpa intervensi kebijakan tata ruang, luas lahan sawah mengalami penurunan drastis sebesar 12.773 hektar, menyisakan hanya 23.529 hektar dari total awal. Sementara dalam skenario RTRW1 dan RTRW2—yang mencerminkan keberadaan

intervensi kebijakan tata ruang – penurunan luas sawah tercatat masing-masing sebesar 11.211 ha dan 10.850 ha. Meskipun tampak ada reduksi tekanan konversi, penurunan ini masih tergolong signifikan secara ekologis maupun strategis, terutama jika dikaitkan dengan ketahanan pangan wilayah.

Di sisi lain, kategori permukiman menunjukkan pola pertumbuhan yang berbanding terbalik dengan sawah. Dalam skenario RTRW1, permukiman bertambah hingga mencapai 45.285 ha – naik sekitar 835 ha dari baseline. Pada RTRW2, kenaikan masih terjadi meski lebih kecil, yakni sebesar 384 ha. Uniknya, pada skenario bebas justru terjadi penyusutan permukiman sebesar 738 ha. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh absennya struktur alokasi ruang yang mendorong penyebaran pembangunan ke zona-zona tak teratur (seperti ke kebun dan ladang), sehingga menekan perluasan formal kawasan permukiman. Sebaliknya, RTRW justru secara eksplisit menyediakan ruang tumbuh bagi sektor permukiman, namun belum sepenuhnya diimbangi oleh perlindungan lahan pertanian secara spasial.

Perbandingan ketiga skenario ini memperlihatkan bahwa meskipun kebijakan RTRW dapat memperlambat laju konversi lahan sawah, mekanisme proteksi yang berlaku belum cukup efektif untuk menjamin eksistensi sawah sebagai lahan lindung. Fakta bahwa penurunan lahan sawah masih terjadi lebih dari 10.000 ha pada skenario

yang seharusnya mengakomodasi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B), mengindikasikan potensi kelemahan dalam penetapan zonasi lindung sawah atau lemahnya implementasi dan pengawasan di lapangan. Hal ini diperkuat oleh tidak adanya perubahan pada kategori industri maupun hutan, yang menandakan bahwa alih fungsi lebih banyak menyasar lahan-lahan produktif non-lindung atau yang lemah secara regulatif, seperti kebun dan ladang.

Dari sisi ketahanan pangan dan keberlanjutan sistem agraria, tren ini sangat mengkhawatirkan. Terlebih, dalam konteks Kabupaten Bandung yang memiliki posisi strategis dalam suplai pangan regional, kehilangan lebih dari 10.000 ha lahan sawah dapat berdampak langsung terhadap volume produksi padi dan struktur kerja petani. Jika tren ini tidak diintervensi melalui perlindungan LP2B yang lebih ketat dan adaptif, maka risiko defisit produksi dan ketergantungan pasokan pangan dari luar wilayah akan semakin tinggi.

Dengan demikian, hasil simulasi ini menekankan urgensi penguatan regulasi LP2B secara spasial dan institusional, serta perlunya integrasi lebih dalam antara kebijakan tata ruang dan kebijakan pangan daerah agar sawah sebagai elemen strategis pembangunan tidak terus terpinggirkan oleh tekanan urbanisasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi spasial dan pemodelan prediktif berbasis GIS-Cellular Automata, penelitian ini menunjukkan bahwa lahan sawah di Kabupaten Bandung mengalami tekanan alih fungsi yang sangat signifikan dalam seluruh skenario yang dianalisis, baik skenario bebas, moderat (RTRW1), maupun optimis (RTRW2). Penurunan luas sawah tertinggi tercatat pada skenario tanpa intervensi kebijakan, yaitu sebesar 12.773 hektar, sementara pada dua skenario dengan asumsi implementasi tata ruang, penurunan tetap terjadi dalam angka besar: masing-masing 11.211 dan 10.850 hektar. Temuan ini

menegaskan bahwa meskipun kebijakan RTRW dapat mengurangi laju konversi, efektivitasnya belum mampu menahan penyusutan lahan sawah secara substansial. Ketiadaan mekanisme proteksi spasial yang ketat, lemahnya implementasi zonasi LP2B (Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan), serta tingginya nilai sewa ekonomi lahan untuk penggunaan non-pertanian menjadi penyebab utama terus berlangsungnya degradasi ruang agraris.

Sebaliknya, luas lahan permukiman dalam simulasi menunjukkan kecenderungan bertambah, khususnya pada skenario dengan tata ruang formal, yang memperlihatkan peningkatan hingga 835

hektar (RTRW1) dan 384 hektar (RTRW2). Pola pertumbuhan ini menandakan bahwa kebijakan ruang cenderung lebih memfasilitasi ekspansi permukiman dibanding mempertahankan eksistensi lahan pangan. Di sisi lain, skenario bebas justru memperlihatkan penurunan permukiman sebesar 738 ha, yang mengindikasikan penyebaran pembangunan secara tak terkendali ke zona-zona lain seperti ladang dan kebun. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menekankan pentingnya konsistensi antara perencanaan ruang dan perlindungan pangan, termasuk penguatan regulasi LP2B yang berbasis bukti spasial dan didukung oleh partisipasi pemangku kepentingan. Tanpa intervensi yang terarah dan tegas, Kabupaten Bandung berisiko kehilangan fungsi strategisnya sebagai lumbung pangan regional, yang pada gilirannya dapat memperburuk ketahanan pangan di tingkat provinsi maupun nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Jakarta melalui Program Hibah Penelitian Dasar Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum Universitas Negeri Jakarta Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, ., Widiatmaka, ., Munibah, K., Firmansyah, I., & Adrian, . (2024). Enhancing Agricultural Protection Areas Under Spatial Restrictions: A Case Study Of Majalengka Regency, Indonesia. *Geography, Environment, Sustainability*, 17(1), 67-82. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2023-2939>
- Adrian, A., Widiatmaka, W., Munibah, K., & Firmansyah, I. (2023). Pola Spasial Perubahan Tutupan Lahan/Penggunaan Lahan Menggunakan Google Earth Engine di Kabupaten Majalengka. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 19(4), 447-463. <https://doi.org/10.14710/pwk.v19i4.46254>
- Adrian, Widiatmaka, Munibah, K., & Firmansyah, I. (2022). Evaluate land suitability analysis for rice cultivation using a GIS-based AHP multi-criteria decision-making approach: Majalengka Regency, West Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012062>
- Barends, A. J., Riry, J., & Leuwol, F. S. (2023). The Impact of Household Waste on Environmental Pollution in Negeri Passo, Baguala District, Ambon City. *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.30598/jpguvol3iss1pp1-9>
- BPS Indonesia. (2021). BPS Indonesia 2021. *Statistik Indonesia 2020*, 1101001, 790. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- Harjanti, L. T., & Hara, Y. (2020). The Determinants of Paddy Fields Conversion in Java and Sumatra [Faktor-Faktor Penentu Konversi Luas Lahan Sawah di Jawa dan Sumatera]. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 11(1), 39-52. <https://doi.org/10.22212/jekp.v11i1.1492>
- Komaruddin, K., & Rachmi Handayani, I. G. A. K. (2017). Legal Protection: Converting Agricultural Land To Residential Land (Legal Analysis of Agricultural Land Conversion). *Legal Standing : Jurnal Ilmu Hukum*, 1(2), 18. <https://doi.org/10.24269/lv.v1i2.768>
- Kurnia, A. A., Rustiadi, E., Fauzi, A., Pravitasari, A. E., Saizen, I., & Ženka, J. (2022). Understanding Industrial Land Development on Rural-Urban Land Transformation of Jakarta Megacity's Outer Suburb. *Land*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/land11050670>
- Maheng, D., Pathirana, A., & Zevenbergen, C. (2021). A preliminary study on the impact of landscape pattern changes due to urbanization: Case study of Jakarta, Indonesia. *Land*, 10(2), 1-27.

- <https://doi.org/10.3390/land10020218>
Nazudin, S. F., Riry, R. B., & Tetelepta, E. G. (2025). Pemanfaatan Remote Sensing (RS) Untuk Mengetahui Kepadatan Penduduk di Desa Rumah Tiga, Kec Teluk Ambon, Kota Ambon. *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*, 4(2 SE-Articles).
<https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss2pp168-179>
- Rangkuti, A. N., Rustiadi, E., Fauzi, A., & Mulatsih, S. (2022). Economic Growth, Investment, Economics Agglomeration, And Regional Development Inequality In West Java Province. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 34(2), 493.
<https://doi.org/10.52155/ijpsat.v34.2.4606>
- Rochadi, A. S., Sadiyatunnimah, S., & Salim, K. (2022). Agricultural Land Conversion and Human Trafficking in Northern Java Island, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 12(3), 173-181.
<https://doi.org/10.55493/5005.v12i3.4563>
- Salean, S. T., & Andriansah, H. (2020). Kajian Alih Fungsi Lahan Pertanian Sebagai Implikasi Kebijakan Pengembangan Kota (Studi Kasus: Kota Soreang Terpadu). *Jurnal Teknokris*, 23(1), 11-19.
- Setiadi, H., Dimiyati, M., Rizqihandari, N., Restuti, R. C., Indratmoko, S., & Handayani, T. (2021). Paddy Field Conversion in Indonesia in a Contemporary Geographic Perspective: a Conceptual Overview of Human-Nature Dialectics. *Jurnal Geografi*, 13(2), 195.
<https://doi.org/10.24114/jg.v13i2.21027>
- Setiyowati, I. L., Sasongko, S., & Noor, I. (2018). Farmer Exchange Rate and Agricultural Land Conversion Analysis to Agricultural Sector Poverty in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 10(1), 35-43.
<https://doi.org/10.17977/um002v10i12018p035>
- Suliman, S., Setiawan, Y., & Syartinilia. (2023). A Dynamic Model to Uphold Rice Self-Sufficiency Policies, Case Study; Karawang Regency, West Java Province. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(2), 641-651.
<https://doi.org/10.18280/ijsdp.180235>
- Sutanto. (1987). Prinsip dasar penginderaan jauh. In *Panduan Aplikasi Penginderaan Jauh Tingkat Dasar*.
- Umi Nur Atni Setyaningsih, Nofi Fatmawati, Muhammad Daffa Maulana, Shifa Nur Afrianti, & Hany Nurpratiwi. (2023). Pengaruh Pengalihfungsian Lahan Pertanian Menjadi Permukiman Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat (Studi Kasus Lahan Sawah Di Kec. Widodaren, Kab. Ngawi). *Jurnal Pendidikan Sosial Humaniora*, 2(2), 158-167.