

Analisis Perubahan Tutupan Lahan dan Dampaknya terhadap Ketahanan Pangan di Kota Bukittinggi

Muhammad Irfansyah¹, Arie Yulfa¹

¹Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

*Email Koresponden: mhdirfansyah03@gmail.com

Diterima: 8-12-2025

Disetujui: 29-12-2025

Publish: 31-12-2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perubahan tutupan lahan tahun 2018–2024, dan (2) menganalisis dampak alih fungsi lahan sawah terhadap ketahanan pangan Kota Bukittinggi. Pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis SIG digunakan dengan klasifikasi citra Sentinel-2 memakai algoritma *Random Forest*. Perubahan lahan dianalisis melalui overlay, sementara ketahanan pangan dihitung dari ketersediaan dan kebutuhan beras. Dampak alih fungsi diuji menggunakan *Paired Sample t-Test*, dan proyeksi penyusutan sawah dibuat dengan *Exponential Triple Smoothing*. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan lahan terbangun sebesar 31,70 hektar dan penurunan lahan sawah sebesar 20,92 hektar pada periode 2018–2024, disertai penyusutan beberapa kelas lahan lainnya. Selain itu, Lahan Sawah Dilindungi juga mengalami alih fungsi seluas 7 hektar yang mengindikasikan masih lemahnya efektivitas perlindungan lahan. Selanjutnya alih fungsi lahan sawah di Bukittinggi menurunkan ketersediaan beras dari 3.157,35 ton menjadi 2.185,11 ton, sementara kebutuhan meningkat hingga menimbulkan defisit yang membesar dari -3.835,57 ton menjadi -5.909,94 ton pada 2024. Uji t menunjukkan penurunan ketahanan pangan signifikan dengan rata-rata pemenuhan turun dari 33,74% menjadi 33,37% (sig. 0,048). Proyeksi ETS memperlihatkan luas sawah terus menurun hingga mendekati habis pada 2201–2202 jika konversi tidak dikendalikan. Kesimpulannya, alih fungsi sawah berdampak nyata terhadap ketahanan pangan Kota Bukittinggi. Apabila tidak dikendalikan, prediksi menunjukkan sawah dapat mencapai titik kritis dalam beberapa tahun mendatang.

Kata kunci: Alih Fungsi Lahan, Ketahanan Pangan, *Random Forest*

Abstract: This study aims to: (1) analyze land-cover changes from 2018 to 2024, and (2) analyze the impact of paddy field conversion for food security in Bukittinggi City. A quantitative descriptive approach based on Geographic Information Systems (GIS) was employed, using Sentinel-2 image classification with the Random Forest algorithm. Land-use changes were analyzed through overlay techniques, while food security was assessed by comparing rice availability and rice demand. The impacts of land conversion were tested using a Paired Sample t-Test, and projected paddy field decline was estimated through Exponential Triple Smoothing (ETS). The results indicate an increase in built-up land by 31.70 hectares and a decrease in paddy fields by 20.92 hectares between 2018 and 2024, along with reductions in several other land-use classes. Additionally, 7 hectares of Protected Paddy Fields were converted, reflecting weak effectiveness of land-protection policies. Paddy field conversion reduced rice availability from 3,157.35 tons to 2,185.11 tons, while rising demand widened the deficit from -3,835.57 tons to -5,909.94 tons in 2024. The t-Test showed a significant decline in food security, with average fulfillment decreasing from 33.74% to 33.37% (sig. 0.048). ETS projections further indicate that paddy fields will continue to decline and may nearly disappear by 2201–2202 if conversion is not controlled. In conclusion, paddy field conversion poses a substantial threat to Bukittinggi's food security, and without strict regulation, the region may reach a critical point in the coming years.

Keywords: Land Conversion, Protected Rice Field, *Random Forest*

1. PENDAHULUAN

Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena spasial yang umum terjadi di wilayah perkotaan sebagai respons terhadap dinamika pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi, dan perluasan aktivitas perkotaan (Setiawan et al., 2020). Tutupan lahan menggambarkan kondisi nyata permukaan bumi, seperti lahan pertanian, kawasan terbangun, badan air, dan lahan terbuka, yang dapat dipetakan secara efektif menggunakan data penginderaan jauh berbasis citra satelit (Barlowe, 2020). Dalam konteks wilayah perkotaan, perubahan tutupan lahan umumnya dipicu oleh pertumbuhan penduduk, perkembangan aktivitas ekonomi, serta kebijakan tata ruang yang mendorong ekspansi kawasan terbangun (Fitriani & Suryani, 2021; Usnadi & Sari, 2022). Perubahan tersebut tidak hanya

berdampak pada struktur ruang, tetapi juga berdampak terhadap keberlanjutan fungsi ekologis dan sosial, termasuk sistem pangan perkotaan.

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan ruang semakin besar, sementara ketersediaan lahan bersifat terbatas. Kondisi ini memicu kompetisi pemanfaatan ruang yang sering kali mengorbankan lahan pertanian produktif (Zalmita et al., 2020). Di wilayah perkotaan berkembang, konversi lahan pertanian menjadi kawasan terbangun menjadi pola perubahan tutupan lahan yang paling dominan (Laia et al., 2025). Kota Bukittinggi merupakan salah satu kota yang menghadapi tekanan tersebut. Dengan luas wilayah yang relatif kecil dan kondisi topografi berbukit, perkembangan permukiman dan infrastruktur di Kota Bukittinggi cenderung menekan keberadaan lahan pertanian, khususnya sawah.

Alih fungsi lahan sawah memiliki konsekuensi serius terhadap ketahanan pangan daerah. Sawah merupakan ruang produksi utama komoditas padi yang berperan strategis dalam menjaga ketersediaan pangan lokal. Astuti dan Lukito (2020) menegaskan bahwa konversi lahan pertanian berdampak langsung terhadap penurunan produksi pangan dan meningkatkan risiko kerentanan pangan. Temuan serupa juga disampaikan oleh Siregar dan Yulfa (2024) yang menyatakan bahwa peningkatan kepadatan penduduk dan ekspansi kawasan terbangun menjadi faktor utama penyusutan lahan sawah di wilayah perkotaan. Penurunan luas sawah yang berlangsung secara berkelanjutan berpotensi meningkatkan ketergantungan daerah terhadap pasokan pangan dari luar wilayah.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji hubungan antara alih fungsi lahan dan ketahanan pangan. Prasada dan Rosa (2018) menunjukkan bahwa alih fungsi lahan sawah menyebabkan hilangnya produksi beras dalam jumlah signifikan, meskipun pada kasus tertentu ketahanan pangan masih dapat dipertahankan melalui pasokan eksternal. Harniyati (2021) menemukan bahwa tingginya laju alih fungsi sawah menyebabkan wilayah penelitian berada dalam kondisi rawan ketahanan pangan dan bergantung pada daerah lain. Sementara itu, Farashanda (2024) menekankan pentingnya pendekatan prediktif untuk memahami keberlanjutan lahan sawah di wilayah perkotaan. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada wilayah dengan skala yang lebih luas atau belum secara spesifik mengintegrasikan analisis spasial perubahan tutupan lahan dengan evaluasi kuantitatif ketahanan pangan di kota berukuran kecil dan bertopografi terbatas seperti Kota Bukittinggi.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat celah penelitian terkait bagaimana dinamika perubahan tutupan lahan sawah secara spasial dan temporal memengaruhi ketahanan pangan di Kota Bukittinggi, serta bagaimana kecenderungan penyusutan lahan sawah di masa mendatang jika pola konversi terus berlanjut. Penelitian ini memiliki nilai kebaruan karena mengintegrasikan analisis perubahan tutupan lahan berbasis citra satelit multitemporal dengan evaluasi ketahanan pangan dan analisis prediktif penyusutan lahan sawah pada skala kota. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai dampak perubahan ruang terhadap keberlanjutan pangan perkotaan.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan artikel ini adalah untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Kota Bukittinggi pada periode 2018–2024, mengkaji dampak alih fungsi lahan sawah terhadap ketahanan pangan daerah, serta memprediksi kecenderungan penyusutan lahan sawah di masa mendatang sebagai dasar perumusan kebijakan pengelolaan ruang dan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan dukungan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengkaji perubahan tutupan lahan serta dampaknya terhadap ketahanan pangan di Kota Bukittinggi pada periode 2018–2024. Data utama yang digunakan berupa citra satelit Sentinel-2 tahun 2018, 2021, dan 2024, peta administrasi dan Rupa Bumi Indonesia, serta peta Lahan Sawah Dilindungi (LSD). Data pendukung meliputi data jumlah penduduk, luas dan produktivitas lahan sawah, produksi padi, serta konsumsi beras yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dan instansi terkait.

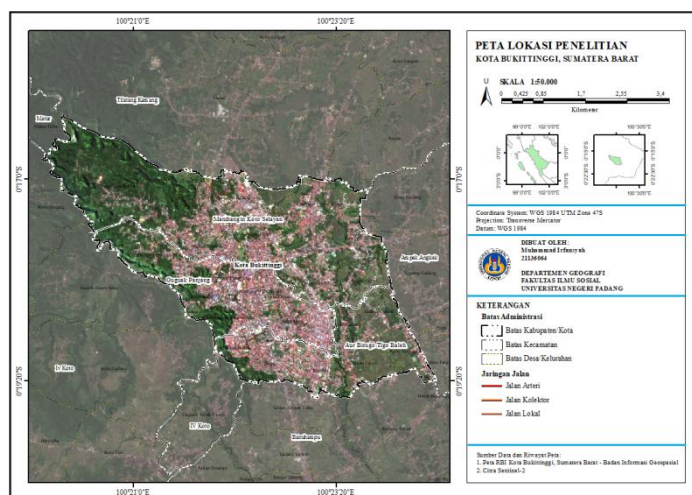
Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan melalui tahapan pra-pengolahan citra, peningkatan resolusi, dan klasifikasi terbimbing menggunakan algoritma *Random Forest* pada platform *Google Earth Engine*. Klasifikasi tutupan lahan dibagi ke dalam beberapa kelas, yaitu badan air, hutan, lahan terbangun, lahan terbuka, perkebunan, sawah, semak belukar, dan tegalan. Akurasi hasil klasifikasi diuji menggunakan confusion matrix dengan indikator Overall Accuracy dan Kappa Accuracy. Perubahan tutupan lahan dianalisis melalui teknik overlay antar peta tutupan lahan tahun 2018 dan 2024 untuk mengidentifikasi arah dan besaran perubahan, khususnya alih fungsi lahan sawah.

Dampak alih fungsi lahan sawah terhadap ketahanan pangan dianalisis pada aspek ketersediaan pangan. Kehilangan potensi produksi padi dihitung berdasarkan luas sawah yang terkonversi dan tingkat produktivitas padi. Selanjutnya dilakukan perhitungan ketersediaan beras, kebutuhan konsumsi beras penduduk, serta selisih antara ketersediaan dan kebutuhan pangan untuk menentukan kondisi surplus atau defisit pangan. Perbedaan kondisi ketahanan pangan sebelum dan sesudah terjadinya alih fungsi lahan diuji menggunakan uji statistik *Paired Sample t-Test* pada tingkat kepercayaan 95%.

Selain itu, prediksi penyusutan lahan sawah dilakukan untuk mengetahui kecenderungan perubahan luas sawah di masa mendatang. Peramalan dilakukan menggunakan metode *Exponential Triple Smoothing* (ETS) melalui fitur *Forecast.ETS* pada Microsoft Excel dengan memanfaatkan data luas sawah periode 2018–2024 sebagai dasar perhitungan.

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kota Bukittinggi, Provinsi Sumatera Barat, yang secara astronomis terletak pada $100^{\circ}20' - 100^{\circ}25'$ Bujur Timur dan $00^{\circ}16' - 00^{\circ}20'$ Lintang Selatan. Kota Bukittinggi memiliki luas 24,167 km² dengan ketinggian 942,31 meter di atas permukaan laut. Secara administratif, Kota Bukittinggi terbagi menjadi tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Guguk Panjang, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, dan Kecamatan Aur Birugo Tigo baleh. Kota Bukittinggi dikelilingi oleh Kabupaten Agam dengan batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Tilatang Kamang, sebelah selatan dengan Kecamatan Banuhampu dan Sungai Puar, sebelah barat dengan Kecamatan IV Koto, serta sebelah timur dengan Kecamatan IV Angkek Canduang.



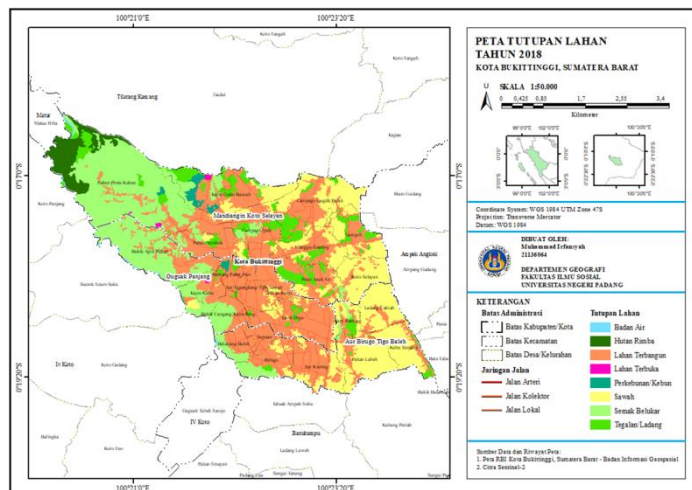
Sumber: Pengolahan Data Administrasi Kota Bukittinggi
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perubahan Tutupan Lahan Kota Bukittinggi

3.1.1 Tutupan Lahan Kota Bukittinggi Tahun 2018

Hasil klasifikasi citra Sentinel-2 tahun 2018 menunjukkan bahwa tutupan lahan Kota Bukittinggi masih didominasi oleh lahan terbangun dan lahan pertanian, khususnya sawah. Pada tahun ini, distribusi sawah masih relatif terkonsentrasi di wilayah pinggiran kota dan area dengan topografi yang lebih landai. Peta tutupan lahan tahun 2018 (Gambar 2) menggambarkan kondisi awal sebelum terjadinya tekanan alih fungsi lahan secara intensif.



Sumber: Pengolahan Data 2025
Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Tahun 2018

Secara kuantitatif, luas masing-masing kelas tutupan lahan tahun 2018 disajikan pada Tabel 1. Data ini menjadi dasar perbandingan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan pada tahun-tahun berikutnya.

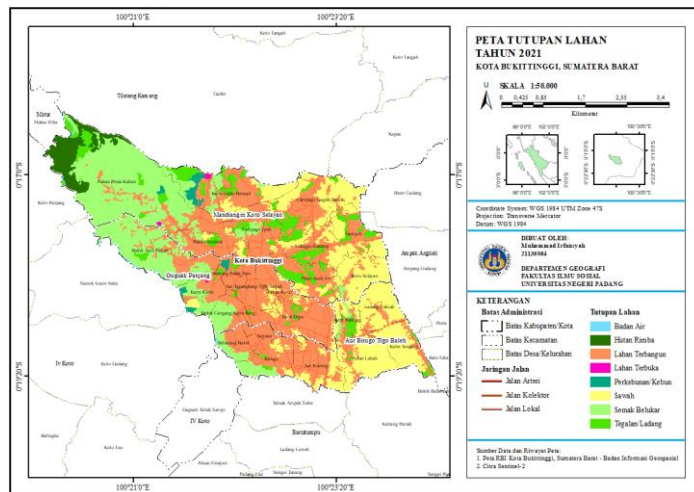
Tabel 1. Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2018

Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)
Badan Air	13,55	0,56%
Hutan Rimba	79,30	3,28%
Lahan Terbangun	930,49	38,50%
Lahan Terbuka	4,48	0,19%
Perkebunan/Kebun	21,46	0,89%
Sawah	601,20	24,88%
Semak Belukar	588,72	24,36%
Tegalan/Ladang	177,54	7,35%
Total	2416,74	100,00%

Sumber: Pengolahan Data 2025

3.1.2 Tutupan Lahan Kota Bukittinggi Tahun 2021

Hasil klasifikasi citra Sentinel-2 tahun 2021 menunjukkan adanya perubahan tutupan lahan yang mulai signifikan dibandingkan tahun 2018. Peningkatan luas lahan terbangun terlihat jelas pada kawasan yang berdekatan dengan pusat aktivitas kota dan sepanjang jaringan jalan utama. Sebaliknya, luas lahan sawah mulai mengalami penurunan akibat konversi menjadi penggunaan non-pertanian. Perubahan tutupan lahan tahun 2021 terdapat pada (Gambar 3).



Sumber: Pengolahan Data 2025
Gambar 3. Peta Tutupan Lahan Tahun 2021

Pola perubahan tutupan lahan tahun 2021 mengindikasikan fase transisi tutupan lahan, di mana tekanan urbanisasi mulai menggeser fungsi lahan pertanian. Perbandingan luas tutupan lahan tahun 2018 dan 2021 disajikan pada Tabel 3.

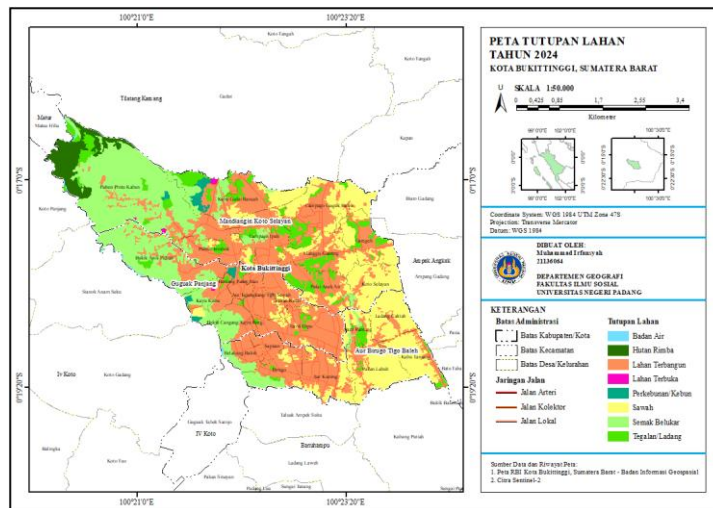
Tabel 2. Klasifikasi Tutupan Lahan 2021

Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)
Badan Air	12,57	0,52%
Hutan Rimba	79,30	3,28%
Lahan Terbangun	943,27	39,03%
Lahan Terbuka	3,83	0,16%
Perkebunan/Kebun	21,74	0,90%
Sawah	592,04	24,50%
Semak Belukar	583,85	24,16%
Tegalan/Ladang	180,12	7,45%
Total	2416,74	100,00%

Sumber: Pengolahan Data 2025

3.1.3 Tutupan Lahan Kota Bukittinggi Tahun 2024

Pada tahun 2024, perubahan tutupan lahan di Kota Bukittinggi semakin terlihat nyata. Ekspansi lahan terbangun berlangsung lebih intensif dan disertai dengan penyusutan lahan sawah yang lebih besar dibandingkan periode sebelumnya. Peta tutupan lahan tahun 2024 (Gambar 4) memperlihatkan bahwa alih fungsi lahan sawah banyak terjadi di wilayah strategis dengan aksesibilitas tinggi.



Sumber: Pengolahan data 2025
Gambar 4. Peta Tutupan Lahan Tahun 2024

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa periode 2018–2024 ditandai oleh kecenderungan peningkatan kawasan terbangun dan penurunan lahan sawah yang konsisten. Ringkasan perubahan luas tutupan lahan antar tahun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2024

Klasifikasi	Luas (ha)	Persentase (%)
Badan Air	12,57	0,52%
Hutan Rimba	78,67	3,26%
Lahan Terbangun	962,18	39,81%
Lahan Terbuka	4,06	0,17%
Perkebunan/Kebun	21,66	0,90%
Sawah	580,27	24,01%
Semak Belukar	579,24	23,97%
Tegalan/Ladang	178,08	7,37%
Total	2416,74	100,00%

Sumber: Pengolahan Data, 2025

3.1.4 Perubahan Tutupan Lahan Kota Bukittinggi Tahun 2018-2024

Hasil klasifikasi citra Sentinel-2 menunjukkan bahwa tutupan lahan Kota Bukittinggi mengalami perubahan signifikan selama periode 2018–2024. Peta tutupan lahan tahun 2018, 2021, dan 2024 memperlihatkan kecenderungan peningkatan luas lahan terbangun yang disertai dengan penurunan luas lahan pertanian, khususnya lahan sawah. Perubahan ini terutama terjadi di wilayah yang berdekatan dengan pusat aktivitas perkotaan dan sepanjang jaringan jalan utama. Secara kuantitatif, perubahan luas masing-masing kelas tutupan lahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2018-2024

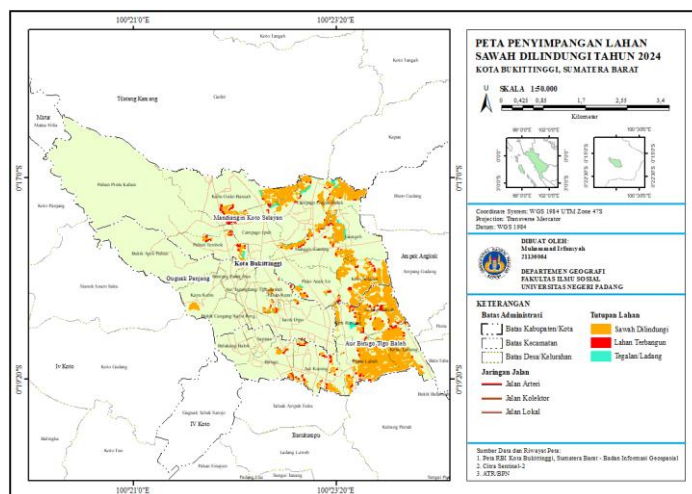
Klasifikasi	Luas (ha)		Ket (ha)
	2018	2024	
Badan Air	13,55	12,57	-0,98
Hutan Rimba	79,30	78,67	-0,63
Lahan Terbangun	930,49	962,18	31,70
Lahan Terbuka	4,48	4,06	-0,42
Perkebunan/Kebun	21,46	21,66	0,20
Sawah	601,20	580,27	-20,92
Semak Belukar	588,72	579,24	-9,48
Tegalan/Ladang	177,54	178,08	0,55
Total	2416,74	2416,74	

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Tabel tersebut menunjukkan bahwa beberapa kelas tutupan lahan menunjukkan tren penurunan dalam periode yang sama, seperti lahan sawah yang mengalami penyusutan dari 601,20 hektar menjadi 580,27 hektar atau berkurang 20,92 hektar, hutan rimba berkurang 0,63 hektar, semak belukar berkurang 9,48 hektar, lahan terbuka berkurang 0,42 hektar, serta badan air yang menyusut 0,98 hektar. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Armensyah & Iswandi (2025) yang menyatakan bahwa peningkatan pembangunan dan perluasan fisik Kota Bukittinggi telah menekan keberadaan ruang terbuka hijau dan elemen lanskap alami kota.

3.1.5 Lahan Sawah Dilindungi

Analisis Lahan Sawah Dilindungi (LSD) dilakukan untuk menilai tingkat keberlanjutan dan perlindungan lahan sawah di Kota Bukittinggi. Overlay antara peta tutupan lahan hasil klasifikasi dengan peta LSD menunjukkan bahwa tidak seluruh lahan sawah eksisting berada dalam kawasan LSD. Selain itu, ditemukan adanya perubahan tutupan lahan pada sebagian area yang secara kebijakan telah ditetapkan sebagai lahan sawah dilindungi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada (Gambar 5).



Sumber: Pengolahan Data 2025

Gambar 5 Peta Penyimpangan Lahan Sawah Dilindungi

Secara kuantitatif, luas penyimpangan yang terjadi pada Lahan Sawah Dilindungi (LSD) disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis menunjukkan bahwa konversi lahan sawah tidak hanya terjadi pada sawah non-LSD, tetapi juga telah terjadi pada kawasan sawah yang seharusnya dilindungi. Pada tahun 2024, tercatat alih fungsi lahan sawah di kawasan LSD seluas 6,99 hektar.

Tabel 5. Penyimpangan Lahan Sawah Dilindungi Tahun 2024

Klasifikasi	Luas (ha)
Lahan Terbangun	5,31
Tegalan/Ladang	1,68
Total	6,99

Sumber: Pengolahan Data 2025

3.2. Dampak Alih Fungsi Sawah Terhadap Ketahanan Pangan

Alih fungsi lahan sawah menjadi kawasan terbangun maupun penggunaan nonpertanian lainnya berdampak pada berkurangnya luas lahan sawah dari tahun ke tahun. Data menunjukkan dalam periode tahun 2018-2024 luas sawah mengalami penurunan sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Luas dan Alih Fungsi Sawah Tahun 2018-2024

Tahun	Luas Sawah (ha)	Luas Alih Fungsi Sawah (ha)	Luas Pembukaan Sawah (ha)
2018	601,20	0,00	0,00
2019	597,24	3,96	0,00
2020	593,82	3,42	0,00
2021	592,04	1,78	0,00
2022	587,78	4,27	0,00
2023	585,77	2,01	0,00
2024	580,27	5,49	0,00
Total	4138,12	20,92	0,00

Sumber: Pengolahan Data 2025

Penurunan luas lahan sawah berdampak langsung terhadap menurunnya potensi produksi padi lokal di Kota Bukittinggi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa selama periode 2018-2024 terjadi potensi kehilangan produksi padi sebesar 134,65 ton, sebagaimana disajikan pada tabel 7.

Tabel 7 Dampak Alih Fungsi Lahan Terhadap Produktivitas Padi Tahun 2018-2024

Tahun	Produktivitas (ton/ha)	Luas Alih Fungsi Sawah (ha)	Produksi Padi Yang Hilang (ton)
2018	5,86	0,00	0,00
2019	6,54	3,96	25,90
2020	6,09	3,42	20,83
2021	6,93	1,78	12,34
2022	6,61	4,27	28,22
2023	6,33	2,01	12,71
2024	6,31	5,49	34,65
Total	44,67	20,93	134,65

Sumber: Pengolahan Data 2025

Berkurangnya luas sawah menyebabkan terjadinya penurunan produksi padi dan beras. Selama periode 2018-2024, produksi padi dan beras Kota Bukittinggi terus mengalami penyusutan yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Produksi dan Ketersediaan Padi dan Beras Kota Bukittinggi Tahun 2018-2024

Tahun	Produksi Padi - Produksi Padi (ton)	Produksi Padi - Produksi Beras (ton)
2018	5.481,12	3.157,35
2019	5.266,31	3.033,61
2020	3.776,37	2.175,36
2021	3.325,28	1.925,39
2022	4.082,69	2.363,98
2023	3.540,22	2.049,86
2024	3.773,77	2.185,11
Total	29.245,76	16.890,66

Sumber: BPS 2025

Kebutuhan beras penduduk Kota Bukittinggi selama tahun 2018-2024 terus mengalami peningkatan. Besarnya kebutuhan beras dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu konsumsi beras per kapita dan jumlah penduduk. Faktor ekonomi juga berpengaruh terhadap besarnya konsumsi beras. Untuk lebih jelasnya kebutuhan beras penduduk Kota Bukittinggi tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 Kebutuhan Beras Penduduk Kota Bukittinggi Tahun 2018-2024

Tahun	Konsumsi Beras (kg/kp/thn)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Total Kebutuhan Beras (kg/thn)	Total Kebutuhan Beras (ton/thn)
2018	54,30	128.783,00	6.992.916,90	6.992,92
2019	58,38	123.296,00	7.198.020,48	7.198,02
2020	57,90	121.028,00	7.007.521,20	7.007,52
2021	58,89	121.588,00	7.160.317,32	7.160,32
2022	55,99	122.311,00	6.848.192,89	6.848,19
2023	61,54	124.050,00	7.634.037,00	7.634,04
2024	64,75	125.020,00	8.095.045,00	8.095,05

Sumber: BPS 2025

Peningkatan kebutuhan beras penduduk menyebabkan selisih antara kebutuhan dan ketersediaan beras semakin besar, sehingga mengarah pada kondisi defisit pangan yang dipicu oleh keterbatasan ketersediaan beras lokal. Ketersediaan dan kebutuhan beras penduduk Kota Bukittinggi selama periode 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 10. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kapasitas ketersediaan beras lokal cenderung mengalami penurunan, sementara kebutuhan konsumsi terus menunjukkan tren peningkatan.

Tabel 10. Ketahanan Pangan Kota Bukittinggi Tahun 2018-2024

Tahun	Ketersediaan Beras (ton)	Total Kebutuhan Beras (ton)	Selisih (ton)	Pemenuhan Kebutuhan Beras (%)	Status
2018	3.157,35	6.992,92	-3.835,57	45,15	Defisit
2019	3.033,61	7.198,02	-4.164,41	42,15	Defisit
2020	2.175,36	7.007,52	-4.832,16	31,04	Defisit
2021	1.925,39	7.160,32	-5.234,93	26,89	Defisit
2022	2.363,98	6.848,19	-4.484,21	34,52	Defisit
2023	2.049,86	7.634,04	-5.584,18	26,85	Defisit
2024	2.185,11	8.095,05	-5.909,94	26,99	Defisit
Total	16.890,66	50.936,06	-34.045,40	233,59	

Sumber: Pengolahan Data 2025

Perubahan tutupan lahan di Kota Bukittinggi selama periode 2018 hingga 2024 memberikan dampak terhadap kondisi ketahanan pangan daerah. Menurunnya luas lahan sawah dari 601,20 hektar menjadi 580,27 hektar menyebabkan penurunan kapasitas produksi beras, sehingga ketersediaan pangan tidak mampu mengimbangi kebutuhan beras penduduk. Hal ini terlihat dari ketersediaan beras yang hanya mencapai 3.157,35 ton pada tahun 2018 dan menurun menjadi 2.185,11 ton pada tahun 2024. Sementara itu, kebutuhan beras masyarakat terus meningkat akibat perkembangan jumlah penduduk dan kenaikan tingkat konsumsi per kapita, dari 6.992,92 ton pada tahun 2018 menjadi 8.095,05 ton pada tahun 2024. Kondisi ini menyebabkan defisit pangan, dengan selisih kebutuhan dan ketersediaan mencapai -3.835,57 ton pada tahun 2018 meningkat menjadi -5.909,94 ton pada tahun 2024, sehingga tingkat pemenuhan beras daerah hanya berada pada angka 26,85% hingga 45,15%. Temuan ini sejalan dengan Kumalasari, Sarwono & Noviani (2023) yang menyatakan bahwa alih fungsi lahan sawah secara langsung menurunkan kemampuan wilayah dalam menyediakan pangan dan meningkatkan ketergantungan pasokan dari luar daerah.

Berdasarkan hasil perhitungan dan ketersediaan kebutuhan beras, Kota Bukittinggi dikategorikan sebagai daerah rentan pangan karena produksi lokal tidak mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Menurut indikator ketahanan pangan yang digunakan dalam Food Security and Vulnerability Atlas (FSVA) dalam Indeks Ketahanan Pangan (IKP) dari Badan Pangan Nasional, suatu wilayah termasuk rentan apabila memiliki rasio ketersediaan pangan rendah, yaitu ketika produksi pangan jauh lebih kecil dibandingkan konsumsi masyarakat. Kondisi ini terlihat jelas di Kota Bukittinggi, dimana selama tahun 2018 hingga 2024 penyediaan kebutuhan beras hanya berada pada kisaran 26 sampai 45%. Selain itu, FSVA dan IKP juga menilai kerentanan pangan dari beberapa indikator lain, seperti tingginya ketergantungan terhadap pasokan beras dari luar daerah, tekanan terhadap lahan pertanian akibat alih fungsi lahan, serta peningkatan jumlah penduduk dan konsumsi beras perkapita. Kombinasi faktor-faktor ini menyebabkan kemampuan Kota Bukittinggi untuk memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri semakin menurun, sehingga wilayah ini masuk dalam kategori rentan terhadap gangguan ketersediaan pangan.

Hasil uji *Paired Sample t-Test* terhadap indikator ketahanan pangan yang dinyatakan dalam persentase pemenuhan kebutuhan beras pada tahun 2018-2024, diperoleh nilai rata-rata sebelum alih fungsi sebesar 33,74%, sedangkan setelah alih fungsi sebesar 33,37%, dengan selisih sebesar 0,37%. Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,048, kecil dari batas 0,05 (5%). Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kondisi ketahanan pangan sebelum dan sesudah terjadi alih fungsi lahan sawah di Kota Bukittinggi. Dengan demikian, alih fungsi lahan sawah terbukti memiliki pengaruh terhadap menurunnya tingkat ketahanan pangan.

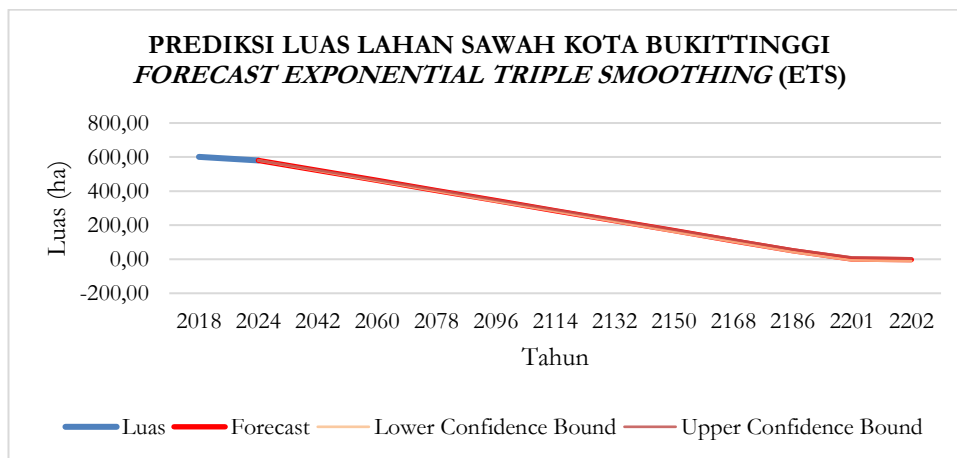
3.3. Prediksi *Forecast Exponential Triple Smoothing*

Hasil peramalan menggunakan metode *Exponential Triple Smoothing* (ETS) menunjukkan bahwa luas lahan sawah di Kota Bukittinggi cenderung terus mengalami penurunan pada tahun-tahun mendatang apabila pola alih fungsi lahan berlangsung secara berkelanjutan. Proyeksi luas sawah hasil peramalan ditampilkan pada Gambar 6, sedangkan ringkasan hasil prediksi disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Tabel Prediksi Luas Sawah Kota Bukittinggi

Tahun	Luas (ha)	Forecast (ha)	Lower Confidence Bound (ha)	Upper Confidence Bound (ha)
2018	601,20			
2024	580,27			
2042		521,72	519,24	524,20
2060		462,72	459,38	466,05
2078		403,71	399,65	407,78
2096		344,71	339,99	349,43
2114		285,71	280,37	291,04
2132		226,71	220,78	232,63
2150		167,70	161,21	174,20
2168		108,70	101,65	115,75
2186		49,70	42,09	57,30
2201		1,90	-6,19	9,98
2202		-2,75	-10,84	5,34

Sumber: Pengolahan data 2025



Sumber: Pengolahan data 2025

Gambar 6. Prediksi Luas Lahan Sawah Kota Bukittinggi

Berdasarkan hasil proyeksi, diperoleh gambaran bahwa luas sawah Kota Bukittinggi akan terus menurun hingga mencapai kondisi kritis. Model menunjukkan bahwa pada tahun 2201 luas sawah hanya tersisa sekitar 1,90 hektar, dan pada tahun 2202 nilai prediksi menjadi -2,75 hektar, yang secara statistik menunjukkan bahwa sawah telah hilang sebelum tahun tersebut. Selain nilai prediksi, model juga menghasilkan interval kepercayaan sebesar 95% untuk memberikan gambaran mengenai batas kemungkinan nilai sebenarnya. Pada tahun 2201, interval kepercayaan berada pada kisaran -6,19 hingga 9,98 hektar, sedangkan pada tahun 2202 berada pada kisaran -10,84 hingga 5,34 hektar. Interval ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat batas dalam prediksi jangka panjang, keseluruhan rentang nilai pada kedua tahun tersebut tetap mengarah pada kondisi luas sawah yang sangat rendah hingga mendekati nol.

Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Kadir dan Prasetyo (2021) membuktikan bahwa model ETS mampu memberikan hasil peramalan luas panen padi dengan tingkat akurasi yang tinggi dan mampu menangkap pola tren jangka panjang. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa ETS merupakan metode yang sesuai untuk memprediksi variabel pertanian yang cenderung berubah secara perlahan namun konsisten dari waktu ke waktu.

Implikasi dari temuan ini berdampak signifikan terhadap ketahanan pangan daerah. Penurunan luas sawah berarti semakin berkurangnya kapasitas produksi padi lokal sehingga Kota Bukittinggi akan semakin bergantung pada pasokan beras dari luar daerah. Kondisi ini berisiko menurunkan stabilitas sistem pangan, terutama ketika terjadi gangguan pasokan atau penurunan harga di wilayah pemasok beras. Ketergantungan ini juga dapat mempengaruhi aksesibilitas dan keterjangkauan pangan bagi masyarakat Kota Bukittinggi. Oleh karena itu, hasil peramalan ini tidak hanya menunjukkan angka penurunan luas sawah, tapi juga memberikan gambaran strategi mengenai ancaman jangka panjang terhadap kemandirian pangan Kota Bukittinggi jika konversi lahan sawah tidak segera dikendalikan melalui kebijakan tata ruang, perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B), dan pemberi izin pembangunan di zona sawah produktif. Tanpa adanya pengendalian alih fungsi lahan dan kebijakan perlindungan lahan pertanian yang efektif, ketahanan pangan daerah berpotensi semakin melemah dan ketergantungan terhadap pasokan pangan dari luar wilayah akan meningkat.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan di Kota Bukittinggi selama periode 2018–2024 berlangsung secara signifikan dengan kecenderungan meningkatnya luas lahan terbangun dan menurunnya luas lahan pertanian, khususnya lahan sawah. Analisis multitemporal citra Sentinel-2 menggunakan algoritma *Random Forest* mampu mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan secara spasial dan temporal, serta menegaskan bahwa tekanan perkembangan perkotaan menjadi faktor utama terjadinya alih fungsi lahan sawah.

Alih fungsi lahan sawah tidak hanya terjadi pada sawah non-lindung, tetapi juga ditemukan pada kawasan yang telah ditetapkan sebagai Lahan Sawah Dilindungi (LSD). Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara kebijakan perlindungan lahan pertanian dengan dinamika pemanfaatan ruang di lapangan, sehingga efektivitas penetapan LSD masih perlu dievaluasi dan diperkuat dalam praktik pengendalian pemanfaatan ruang.

Berkurangnya luas lahan sawah berdampak pada penurunan potensi produksi padi lokal dan berdampak langsung terhadap ketahanan pangan, khususnya pada aspek ketersediaan pangan. Hasil uji *t* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kondisi ketahanan pangan sebelum dan sesudah terjadinya alih fungsi lahan sawah, yang mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan berpengaruh nyata terhadap kemampuan wilayah dalam memenuhi kebutuhan pangan penduduk. Hasil prediksi menggunakan metode *Exponential Triple Smoothing* (ETS) memperlihatkan bahwa luas lahan sawah di Kota Bukittinggi berpotensi terus mengalami penyusutan pada tahun-tahun mendatang apabila pola alih fungsi lahan tidak dikendalikan. Oleh karena itu, diperlukan penguatan kebijakan perlindungan lahan pertanian, pengendalian pemanfaatan ruang yang lebih konsisten, serta integrasi hasil analisis spasial dalam perencanaan wilayah sebagai upaya menjaga keberlanjutan lahan sawah dan ketahanan pangan daerah.

5. REFERENSI

- Astuti, F. A., & Lukito, H. (2020). Perubahan tutupan lahan di kawasan keamanan dan ketahanan pangan di Kabupaten Sleman. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 17(1), 1-6.
- Badan Pusat Statistik Kota Bukittinggi. (2023). Kota Bukittinggi dalam angka 2023. BPS Kota Bukittinggi.
- BPS & Badan Ketahanan Pangan. (2021). *Outlook Komoditas Pangan Strategis: Beras*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Barlowe, R. (1958). *Land resource economics: the political economy of rural and urban land resource*

use (p. 284). Englewood-Cliffs, NJ.: Prentice-Hall. Badan Pusat Statistik Kota Bukittinggi. (2024). *Kota Bukittinggi Dalam Angka 2024*. Bukittinggi: BPS.

- Farashanda, D. (2024). Prediksi Tutupan Lahan Sawah di Kota Payakumbuh Menggunakan Metode Cellular Automata. *JURNAL BUANA*, 8(4), 973-989.
- Fitriani, D., & Suryani, E. (2021). Analisis perubahan tutupan lahan di kawasan perkotaan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 18(1), 33–45.
- Harniyati, I. (2021). Pengaruh alih fungsi lahan pertanian sawah menjadi non pertanian terhadap ketahanan pangan di Kecamatan Gamping, Mlati, Depok, dan Berbah Kabupaten Sleman (Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional).
- Kadir, K., & Prasetyo, O.R (2021). Peramalan luas panen padi Indonesia dengan model ETS (Error, Trend, Seasonal) . *Jurnal Matematika dan Statistika serta Aplikasinya* , 9(1), 7–15.
- Kumalasari, D., Sarwono, S., & Noviani, R. (2023). Analisis Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian ke Non Pertanian Terhadap Ketahanan Pangan di Kecamatan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar Tahun 2011–2020 . *Jurnal Lingkungan Hidup dan Bencana Indonesia*, 2(1), 68–75.
- Laia, B., Muis, H., Misrah, & Hulu, A. E. (2025). Deteksi perubahan tutupan lahan menggunakan citra PlanetScope di Desa Pandiri Kecamatan Lage Kabupaten Poso. *Makila: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 19(2), 359–369.
- Prasada, I. M. Y., & Rosa, T. A. (2018). Dampak alih fungsi lahan sawah terhadap ketahanan pangan di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 14(3), 210.
- Siregar, DK, & Yulfa, A. (2024). Analisis perubahan tutupan lahan kawasan kumuh Kecamatan Kandis Kabupaten Siak tahun 2014 dan 2023 . *ALDYAS: Jurnal Pendidikan Geografi* , 3(1), 1–10.
- Setiawan & Lestari, (2022), dalam *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 20 No. 1
- Usnadi & Sari, (2022). Peran Rencana Tata Ruang Wilayah dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam. *Jurnal Geografi dan Lingkungan*, 10(2), 89-100
- Zalmita, R., Nugroho, I., & Santoso, H. (2020). Tekanan penduduk terhadap perubahan penggunaan lahan pertanian. **Jurnal Kependudukan dan Lingkungan**, 14(2), 65–77.