

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KOTA JAMBI BERBASIS KLASIFIKASI NDVI DAN EKSTRAKSI POLA SPEKTRAL MENGUNAKAN *DECISION TREE* PADA CITRA LANDSAT 8

Ayu Friska Purba¹, Daniel Arsa², Nindy Raisa Hanum³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi
Jl. Jambi Muara Bulian Km. 15, Mendalo Darat, Muaro Jambi, Jambi, Indonesia.
e-mail: ayufriskapurba@gmail.com, danielarsa@unja.ac.id, nindyrasahanum01@unja.ac.id

Abstrak - Kota Jambi sebagai wilayah dengan pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang pesat mengalami tekanan terhadap tutupan lahan. Penelitian ini menganalisis perubahan tutupan lahan di Kota Jambi selama periode 2016–2025 menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS, indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan algoritma *Decision Tree*. Data citra diperoleh melalui platform Google Earth Engine (GEE) dengan tahapan pra-pemrosesan meliputi *cloud masking* menggunakan band QA_PIXEL, koreksi reflektansi, dan penyusunan komposit tahunan menggunakan metode *median composite*. Nilai NDVI dihitung di QGIS menggunakan formula $(\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4})$, kemudian diklasifikasikan berdasarkan *threshold* NDVI menjadi enam kelas tutupan lahan, yaitu badan air, lahan terbuka, rumput, pertanian/taman, semak belukar, dan hutan lebat. Hasil klasifikasi NDVI tersebut digunakan sebagai label target untuk melatih model *Decision Tree*, sedangkan tujuh band spektral Landsat 8 digunakan sebagai fitur input dengan pembagian data *temporal split* 70:30. Model *Decision Tree* selanjutnya digunakan untuk mengekstraksi *feature importance* dan *decision rules* sebagai representasi karakteristik spektral setiap kelas tutupan lahan. Hasil evaluasi menunjukkan *Overall Accuracy* sebesar 89,61%, *Kappa Coefficient* sebesar 0,85457, dan *weighted F1-Score* sebesar 0,89. Hasil ekstraksi *feature importance* menunjukkan bahwa Band 4 (Red) dan Band 5 (Near Infrared), sebagai band penyusun NDVI, merupakan fitur spektral yang paling relevan dalam membedakan kelas tutupan lahan. Analisis perubahan menunjukkan bahwa luas hutan lebat menurun sebesar 1.393,92 ha (–16,1%), sedangkan pertanian/taman meningkat sebesar 721,53 ha (+19,2%). Hasil penelitian mengindikasikan adanya tekanan terhadap vegetasi Kota Jambi akibat perkembangan wilayah.

Kata Kunci : Tutupan Lahan, Landsat 8, NDVI, *Decision Tree*

Abstracts - Jambi City, as an area experiencing rapid population growth and urban development, has undergone significant land cover pressure. This study analyzes land cover changes in Jambi City during the 2016–2025 period using Landsat 8 OLI/TIRS satellite imagery, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and the Decision Tree algorithm. Satellite imagery was obtained through the Google Earth Engine (GEE) platform, with preprocessing stages including cloud masking using the QA_PIXEL band, surface reflectance correction, and annual image compositing using the median composite method. NDVI values were calculated in QGIS using the formula $(\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4})$ and subsequently classified into six land cover classes based on NDVI thresholds: water bodies, open land, grassland, agriculture/parks, shrubland, and dense forest. The resulting NDVI classification served as the target labels for training the Decision Tree model, while the seven Landsat 8 spectral bands were used as input features with a 70:30 temporal data split. The Decision Tree model was further employed to extract feature importance and decision rules representing the spectral characteristics of each land cover class. The evaluation results achieved an Overall Accuracy of 89.61%, a Kappa Coefficient of 0.85457, and a weighted F1-Score of 0.89. The extracted feature importance revealed that Band 4 (Red) and Band 5 (Near Infrared), which constitute the spectral bands used to derive NDVI, were the most relevant features for distinguishing land cover classes. Land cover change analysis indicated that dense forest decreased by 1,393.92 ha (–16.1%), while agriculture/parks increased by 721.53 ha (+19.2%). These findings indicate substantial pressure on vegetation cover in Jambi City due to urban development.

Keywords : Land Cover, Landsat 8, NDVI, *Decision Tree*



PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan di kawasan perkotaan merupakan isu strategis dalam pengelolaan lingkungan dan tata ruang wilayah. Pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas pembangunan sering kali mengakibatkan berkurangnya area vegetasi yang berperan penting menjaga keseimbangan ekosistem. Vegetasi memiliki fungsi ekologis vital sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂), penghasil oksigen, pengatur tata air, dan penyeimbang iklim mikro (Dwi et al., 2020). Kota Jambi sebagai ibu kota Provinsi Jambi merupakan wilayah dengan dinamika perubahan tata guna lahan yang tinggi (Arrafi & Firyal Salma, 2025). Pada tahun 2025, jumlah penduduk Kota Jambi mencapai 642,3 ribu jiwa dengan kepadatan 3.781 jiwa/km² (BPS, 2025), sehingga semakin meningkatkan tekanan terhadap ruang dan kebutuhan lahan. Menurut data Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (2024), proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada tahun 2022 sebesar 6% atau sekitar 1.123 Ha.

Aulia et al. (2023) membuktikan fenomena penurunan RTH di Kota Jambi melalui analisis citra Landsat 8 periode 2013–2021, dimana RTH mengalami pengurangan dari 11.813,68 Ha (66,97%) menjadi 9.605,39 Ha (54,45%) atau berkurang 2.208,30 Ha dalam delapan tahun. Pemantauan kondisi vegetasi dan perubahan tutupan lahan dapat dilakukan dengan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*), yang memungkinkan analisis spasial dan temporal secara efisien (NASA, 2025a). Citra Landsat 8 OLI/TIRS dipilih karena menyediakan kanal multispectral lengkap dengan resolusi 30 meter (USGS, 2024).

Indeks vegetasi yang paling umum digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), yang dihitung berdasarkan perbedaan reflektansi kanal merah (*Red*) dan inframerah dekat (NIR) yang menggambarkan tingkat kehijauan dan kerapatan vegetasi (Pietersz et al., 2024). Husni et al. (2025) menunjukkan bahwa NDVI efektif mengidentifikasi perubahan kerapatan vegetasi di wilayah hutan, pertanian, maupun Kawasan perkotaan. Nilai NDVI umumnya dikelompokkan menggunakan nilai ambang (*threshold*) sehingga menghasilkan kelas tutupan lahan yang merepresentasikan kondisi vegetasi secara kuantitatif dan dapat diterapkan secara konsisten pada analisis multitemporal.

Berbeda dengan pendekatan yang menempatkan NDVI sebagai variabel masukan langsung ke dalam model klasifikasi, penelitian ini memposisikan hasil klasifikasi *threshold* NDVI sebagai label target (*target label*), sedangkan *Decision Tree* dilatih menggunakan reflektansi tujuh band spektral Landsat 8 (Band 1–Band 7) sebagai fitur input untuk mempelajari hubungan antara karakteristik spektral dan label kelas tersebut (Rakhmat Awaliyan & Sulistioadi Yohanes B, 2018). *Decision Tree* dipilih karena sifatnya yang non-parametrik, mampu menangani hubungan data yang tidak linear, dan menghasilkan aturan klasifikasi yang mudah diinterpretasikan (IBM, 2024; Purwanto et al., 2023). Selain berfungsi sebagai model automasi klasifikasi, *Decision Tree* juga memungkinkan ekstraksi *feature importance* dan *decision rules*, sehingga kontribusi setiap band spektral terhadap proses klasifikasi dapat diukur dan diinterpretasikan secara data-driven (Scornet, 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan kombinasi NDVI dan metode klasifikasi berbasis pohon keputusan untuk analisis tutupan lahan. Rakhmat Awaliyan & Sulistioadi Yohanes B (2018) mengklasifikasikan penutupan lahan menggunakan *Decision Tree* pada Sentinel-2A dan menghasilkan 6 kelas dengan *Overall Accuracy* 60%. Ramanda Putri et al. (2018) melakukan klasifikasi tutupan lahan Kabupaten Demak menggunakan Sentinel-2A dan mencapai akurasi 89,58%. Singgalen (2023) menerapkan analisis spatio-temporal berbasis NDVI dan menunjukkan perubahan nilai indeks dari 0,39 (2018) menjadi 0,43–0,44 (2021). Waladi (2025) membandingkan tujuh algoritma *machine learning* pada data penginderaan jauh di Jambi, dengan *Random Forest* mencapai akurasi tertinggi 85,91%. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya berhenti pada capaian akurasi klasifikasi tanpa mengevaluasi secara eksplisit apakah band spektral yang dipelajari model benar-benar sejalan dengan band penyusun NDVI.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengintegrasikan tiga platform, yaitu *Google Earth Engine* untuk pra-proses citra, QGIS untuk perhitungan NDVI, dan *Google Colab* untuk pelatihan *Decision Tree*, dengan data multitemporal 10 tahun (2016–2025), serta menambahkan tahap ekstraksi *feature importance* dan *decision rules* sebagai bentuk validasi empiris terhadap band spektral yang mendasari NDVI. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis nilai NDVI dalam menggambarkan kondisi tutupan lahan Kota Jambi secara spasial dan temporal; (2) menerapkan *Decision Tree* menggunakan fitur spektral Band 1–Band 7 dengan label berbasis *threshold* NDVI, serta mengekstrak *feature importance* dan *decision rules* sebagai profil karakteristik spektral tiap kelas; dan (3) mengidentifikasi perubahan luas dan sebaran kelas tutupan lahan Kota Jambi periode 2016–2025.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian disusun secara sistematis mencakup tujuh tahapan utama: pengumpulan data, pra-pemrosesan citra di GEE, perhitungan NDVI di QGIS, pembentukan label kelas berbasis *threshold* NDVI, pelatihan model *Decision Tree*, evaluasi model dan uji akurasi, ekstraksi *feature importance* dan *decision rules*, serta analisis perubahan tutupan lahan.

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan terdiri dari dua jenis. Pertama, data batas administrasi Kota Jambi dalam format *shapefile* (SHP) tahun 2020 yang diunduh dari situs Indonesia Geospasial dan diunggah ke GEE sebagai *region of interest* (AOI). Kedua, data citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS Collection 2 Level-2 yang diakses melalui katalog GEE untuk periode 1 Januari 2016 – 31 Desember 2025 dengan filter tutupan awan maksimum 40%. Parameter ekspor meliputi 7 band spektral (SR-B1 - SR-B7) dengan resolusi spasial 30 meter.

2. Pra-Proses Citra di GEE

Pra-pemrosesan citra dilakukan di GEE menggunakan bahasa JavaScript, mencakup: (1) *cloud masking* menggunakan band QA_PIXEL untuk mengeliminasi *dilated cloud*, *cirrus*, *cloud*, *cloud shadow*, dan *snow*; (2) koreksi reflektansi dengan rumus $Reflectance = DN \times 0,0000275 - 0,2$ (Persamaan 1); (3) pembatasan nilai reflektansi (*clamp*) pada rentang 0-1; (4) komposit tahunan dengan metode *median composite*; (5) pemotongan citra sesuai batas AOI; dan (6) ekspor GeoTIFF beresolusi 30 meter ke Google Drive.

$$Reflectance = DN \times 0,0000275 - 0,2 \quad (1)$$

3. Perhitungan NDVI di QGIS

Perhitungan NDVI dilakukan menggunakan *Raster Calculator* pada QGIS untuk setiap tahun pengamatan (2016-2025). Pada Landsat 8 OLI/TIRS, NIR = Band 5 dan Red = Band 4, sehingga:

$$NDVI = (Band\ 5 - Band\ 4) / (Band\ 5 + Band\ 4) \quad (2)$$

Proses ini menghasilkan 10 file raster NDVI dengan nilai kontinu pada rentang -1 hingga +1.

4. Pembentukan Label Kelas berbasis *Threshold* NDVI

Nilai NDVI diklasifikasikan ke dalam 6 kelas tutupan lahan menggunakan *threshold* sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Hasil klasifikasi *threshold* NDVI ini selanjutnya digunakan sebagai label target (target label) dalam proses pelatihan model *Decision Tree*, bukan sebagai fitur input model.

Tabel 1. Klasifikasi Tutupan Lahan dengan *Threshold* NDVI

Kelas	Rentang NDVI	Tutupan Lahan
1	-1,0 s/d 0,0	Badan Air
2	0,0 s/d 0,2	Lahan Terbuka
3	0,2 s/d 0,3	Rumput
4	0,3 s/d 0,5	Pertanian/Taman
5	0,5 s/d 0,6	Semak Belukar
6	0,6 s/d 1,0	Hutan Lebat

Sumber: NASA (2025b); USGS (2018); Suni & Baharuddin (2023)

5. Pelatihan Model *Decision Tree*

Model *Decision Tree* dibangun menggunakan *DecisionTreeClassifier* dari pustaka *scikit-learn* ($max_depth=6$, $random_state=42$), dengan 7 band spektral Landsat 8 (B1–B7) sebagai fitur input dan label kelas hasil *threshold* NDVI sebagai target. Data dibagi secara temporal 70:30: tahun 2016–2022 (1.330.616 piksel) sebagai data training dan 2023–2025 (561.086 piksel) sebagai data testing.

6. Evaluasi Model Dan Uji Akurasi

Evaluasi model dilakukan menggunakan *confusion matrix* yang menghitung *Overall Accuracy*, *Kappa Coefficient*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* (Walalayo et al., 2021), sehingga dapat diketahui tingkat konsistensi model *Decision Tree* dalam mereplikasi label hasil klasifikasi *threshold* NDVI pada data testing.

7. Ekstraksi Feature Importance dan Decision Rules

Setelah model berhasil dilatih, dilakukan analisis terhadap model *Decision Tree* melalui ekstraksi *feature importance* dan *decision rules* untuk menginterpretasikan proses pengambilan keputusan model serta mengetahui kontribusi masing-masing band spektral dalam membedakan kelas tutupan lahan. Ekstraksi *feature importance* menghasilkan nilai kontribusi relatif setiap band spektral Landsat 8 (B1–B7). Selanjutnya, ekstraksi *decision rules* menghasilkan aturan-aturan keputusan dalam bentuk teks berupa urutan pemisahan berdasarkan nilai reflektansi setiap band spektral hingga terbentuk kelas tutupan lahan tertentu. Kedua hasil ini digunakan untuk mengonfirmasi secara empiris bahwa klasifikasi berbasis *threshold* NDVI dapat dipelajari oleh model *Decision Tree* melalui karakteristik spektral Band 1 hingga Band 7, sekaligus menghasilkan profil karakteristik spektral bagi masing-masing kelas tutupan lahan.

8. Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Analisis perubahan tutupan lahan mencakup analisis spasial, untuk mengetahui distribusi tutupan lahan, analisis temporal, untuk mengkaji tren perubahan dalam bentuk grafik line chart dan stacked bar chart.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data

Data shapefile batas administrasi Kota Jambi berhasil diunggah ke GEE Assets sebagai *FeatureCollection* dengan nama `projects/skfix-48909/assets/batas_kotajambi`. Data citra Landsat 8 Collection 2 Tier 1 Level-2 diakses melalui koleksi `LANDSAT/LC08/C02/T1_L2` untuk periode 2016-2025 dengan filter tutupan awan $\leq 40\%$.

2. Pra-Proses Citra di GEE

Pra-proses dilakukan menggunakan GEE dengan bahasa JavaScript, meliputi: persiapan *FeatureCollection*; filter temporal, spasial, dan tutupan awan $\leq 40\%$; *cloud masking* menggunakan `QA_PIXEL` untuk mengeliminasi *dilated cloud* (bit 1), *cirrus* (bit 2), *cloud* (bit 3), *cloud shadow* (bit 4), dan *snow* (bit 5); koreksi reflektansi; *median composite*; serta ekspor GeoTIFF 7 band (SR_B1-SR_B7), resolusi 30 meter, EPSG:32748.

3. Perhitungan NDVI di QGIS

Hasil perhitungan NDVI menghasilkan 10 file raster NDVI untuk tahun 2016-2025. Statistik nilai NDVI per tahun disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Nilai NDVI Kota Jambi Per Tahun

Tahun	Minimal	Maksimal	Interpretasi Minimal	Interpretasi Maksimal
2016	-0,5691	0,9436	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2017	-0,5322	1,0000	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2018	-0,4709	0,8780	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2019	-0,4138	0,9963	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2020	-0,5090	0,9703	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2021	-0,4758	0,9401	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2022	-0,4569	1,0000	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2023	-0,5592	1,0000	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2024	-0,4985	1,0000	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi
2025	-0,4550	1,0000	Non-Vegetasi	Vegetasi Tinggi

Sumber: Hasil Analisis Data

Nilai minimum NDVI seluruh tahun pengamatan berada pada rentang -0,5691 hingga -0,4138, mengindikasikan keberadaan piksel Non-Vegetasi terutama kawasan Sungai Batanghari. Nilai maksimum bervariasi antara 0,8780 hingga 1,0000, mengindikasikan kawasan Vegetasi Tinggi. Nilai maksimum lebih rendah pada tahun 2018 (0,8780) dan 2021 (0,9401) menunjukkan bahwa nilai NDVI tertinggi yang terekam pada tahun tersebut relatif lebih rendah dibandingkan tahun lainnya, namun masih berada pada kategori vegetasi tinggi.

4. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan *Decision Tree*

Proses klasifikasi dilakukan menggunakan *Decision Tree* di Google Colab. Luas setiap kelas dihitung berdasarkan jumlah piksel x konversi luas per piksel ($30 \times 30 = 900 \text{ m}^2 = 0,09 \text{ Ha}$). Hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Tutupan Lahan Kota Jambi 2016-2025 (Ha)

Tahun	Badan Air	Lahan Terbuka	Rumput	Pertanian/Taman	Semak Belukar	Hutan Lebat
2016	747,45	602,73	1.409,49	3.760,47	2.059,11	8.677,53
2017	720,36	392,94	1.286,37	4.055,22	2.248,83	8.564,31
2018	599,40	391,23	1.514,70	4.510,71	2.497,14	7.754,85
2019	584,28	624,78	1.926,00	4.846,77	2.459,43	6.824,97
2020	746,91	532,08	1.603,26	4.160,16	2.166,39	8.054,37
2021	750,69	542,52	1.647,09	4.241,88	2.181,69	7.904,16
2022	577,89	362,88	1.455,48	4.381,29	2.067,30	7.321,86
2023	760,77	520,65	1.652,58	4.340,43	2.066,49	7.492,50
2024	768,69	533,79	1.830,15	4.486,41	2.188,35	7.022,07
2025	822,24	426,42	1.624,68	4.482,00	2.196,72	7.283,61

Sumber: Hasil Analisis Data

Penurunan Hutan Lebat yang signifikan pada 2018-2019 (dari 7.754,85 Ha menjadi 6.824,97 Ha) berkaitan dengan konversi ke kelas vegetasi lebih rendah. Model *Decision Tree* menggunakan node akar Band 4 (*Red*) dengan *threshold* $\leq 0,07$, di mana percabangan *True* mengarah ke Hutan Lebat dan percabangan *False* mengarah ke Pertanian/Taman, yang menunjukkan bahwa proses pemisahan kelas oleh model sejak node awal sudah didominasi oleh band penyusun NDVI.

5. Evaluasi Model dan Uji Akurasi

Hasil evaluasi model disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Model *Decision Tree*

Metrik Evaluasi	Nilai	Interpretasi	Status
<i>Overall Accuracy</i>	89,61%	Memenuhi Standar	Terpenuhi
<i>Kappa Coefficient</i>	0,85457	Sangat Kuat	Terpenuhi
<i>Weighted Avg F1-Score</i>	0,89	Baik	Terpenuhi

Sumber: Hasil Analisis Data

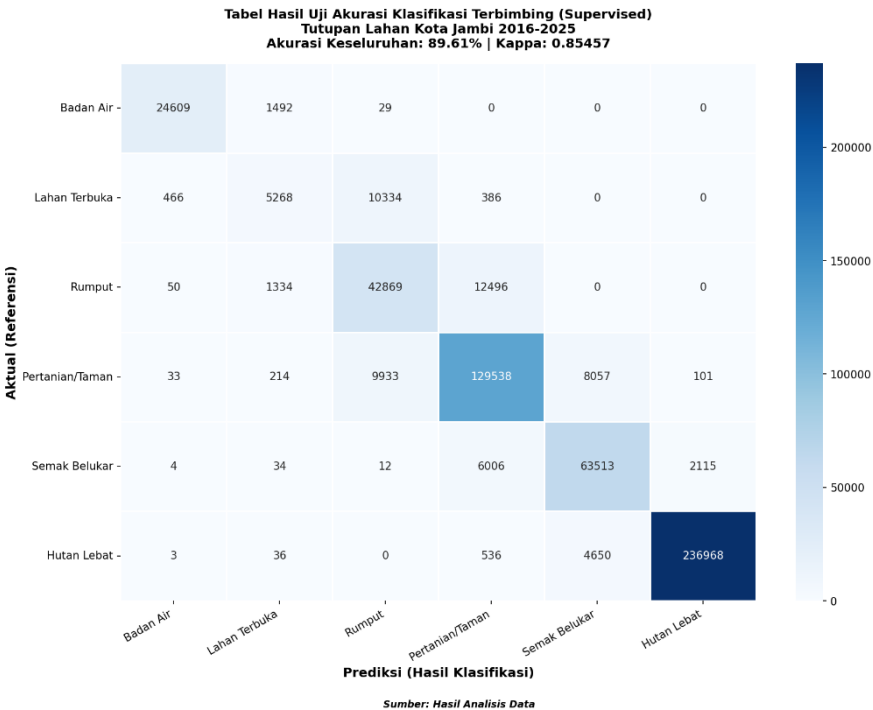
Nilai *Overall Accuracy* 89,61% telah melampaui standar minimum dan *Kappa Coefficient* 0,85457 masuk kategori Sangat Baik (*Almost Perfect*) berdasarkan Landis & Koch (1977) sebagaimana dikutip dalam Walalayo et al. (2021). *Classification Report* per kelas disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Classification Report* Model *Decision Tree*

Tutupan Lahan	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Support</i>
Badan Air	0,98	0,94	0,96	26.130
Lahan Terbuka	0,63	0,32	0,42	16.454
Rumput	0,68	0,76	0,71	56.749
Pertanian/Taman	0,87	0,88	0,87	147.876
Semak Belukar	0,83	0,89	0,86	71.684
Hutan Lebat	0,99	0,98	0,98	242.193
<i>Macro avg</i>	0,83	0,79	0,80	561.086
<i>Weighted avg</i>	0,90	0,90	0,89	561.086

Sumber: Hasil Analisis Data

Kelas Hutan Lebat memperoleh *F1-Score* tertinggi (0,98) karena karakteristik spektral khas dengan NIR sangat tinggi dan *Red* sangat rendah. Kelas Lahan Terbuka memperoleh *F1-Score* terendah (0,42) akibat kemiripan nilai NDVI dengan Rumput pada rentang 0,0-0,3. Distribusi kesalahan klasifikasi disajikan dalam *heatmap confusion matrix* pada Gambar 1.



Gambar 1. *Heatmap Confusion Matrix*

Berdasarkan Gambar 1, kesalahan terbesar terjadi antara Lahan Terbuka yang sering terklasifikasi sebagai Rumput, serta Rumput yang tertukar dengan Pertanian/Taman, mengindikasikan tumpang tindih karakteristik spektral pada kelas vegetasi rendah hingga sedang.

6. Feature Importance dan Decision Rules

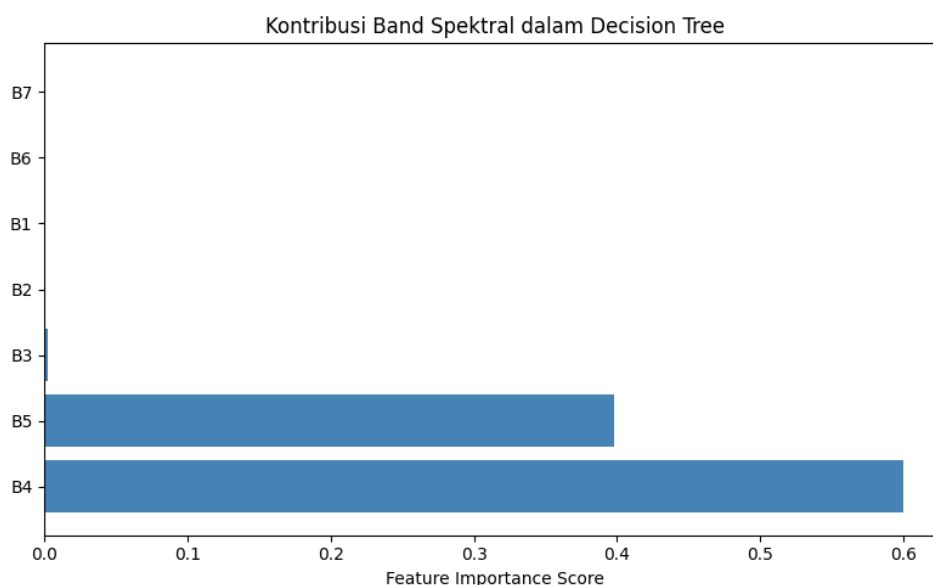
Setelah model *Decision Tree* dilatih, dilakukan analisis *feature importance* untuk mengetahui kontribusi relatif setiap band spektral Landsat 8 dalam proses klasifikasi. Hasil ekstraksi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil *Feature Importance* Band Spektral

Band	Importance Feature
B4 (<i>Red</i>)	0,599652
B5 (<i>Near Infrared</i>)	0,397981
B3 (<i>Green</i>)	0,002367
B2 (<i>Blue</i>)	0,000000
B1 (<i>Coastal/Aerosol</i>)	0,000000
B6 (SWIR 1)	0,000000
B7 (SWIR 2)	0,000000

Sumber: Hasil Analisis Data

Nilai *feature importance* pada Tabel 6 tersebut selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk grafik batang horizontal pada Gambar 2.



Gambar 2. *Feature Importance Score* per Band Spektral

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 2, Band 4 (*Red*) memiliki nilai *feature importance* tertinggi sebesar 0,599652 (59,97%), diikuti Band 5 (*Near Infrared*) sebesar 0,397981 (39,80%). Sementara itu, Band 3 (*Green*) hanya berkontribusi 0,002367 (0,24%), sedangkan Band 1, Band 2, Band 6, dan Band 7 bernilai 0, sehingga tidak memberikan kontribusi berarti pada proses klasifikasi. Temuan ini sejalan dengan konsep dasar NDVI yang dihitung dari kombinasi reflektansi Band 4 dan Band 5, sehingga hasil *feature importance* secara empiris mengonfirmasi bahwa kedua band tersebut merupakan sumber informasi paling relevan dalam membedakan kelas tutupan lahan. Selain *feature importance*, dilakukan pula ekstraksi *decision rules* untuk memperoleh aturan keputusan representatif dari setiap kelas tutupan lahan, sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Aturan Keputusan per kelas Tutupan Lahan

No	Aturan Keputusan	Kelas Tutupan Lahan
1	$B4 \leq 0,06$ dan $B5 \leq 0,05$	Badan Air
2	$B4 \leq 0,06$ dan $0,05 < B5 \leq 0,08$	Lahan Terbuka
3	$0,07 < B4 \leq 0,09$ dan $0,14 < B5 \leq 0,16$	Rumput
4	$0,09 < B4 \leq 0,12$ dan $0,20 < B5 \leq 0,29$	Pertanian/Taman
5	$B4 \leq 0,07$ dan $0,21 < B5 \leq 0,29$	Semak Belukar
6	$B5 > 0,29$	Hutan Lebat

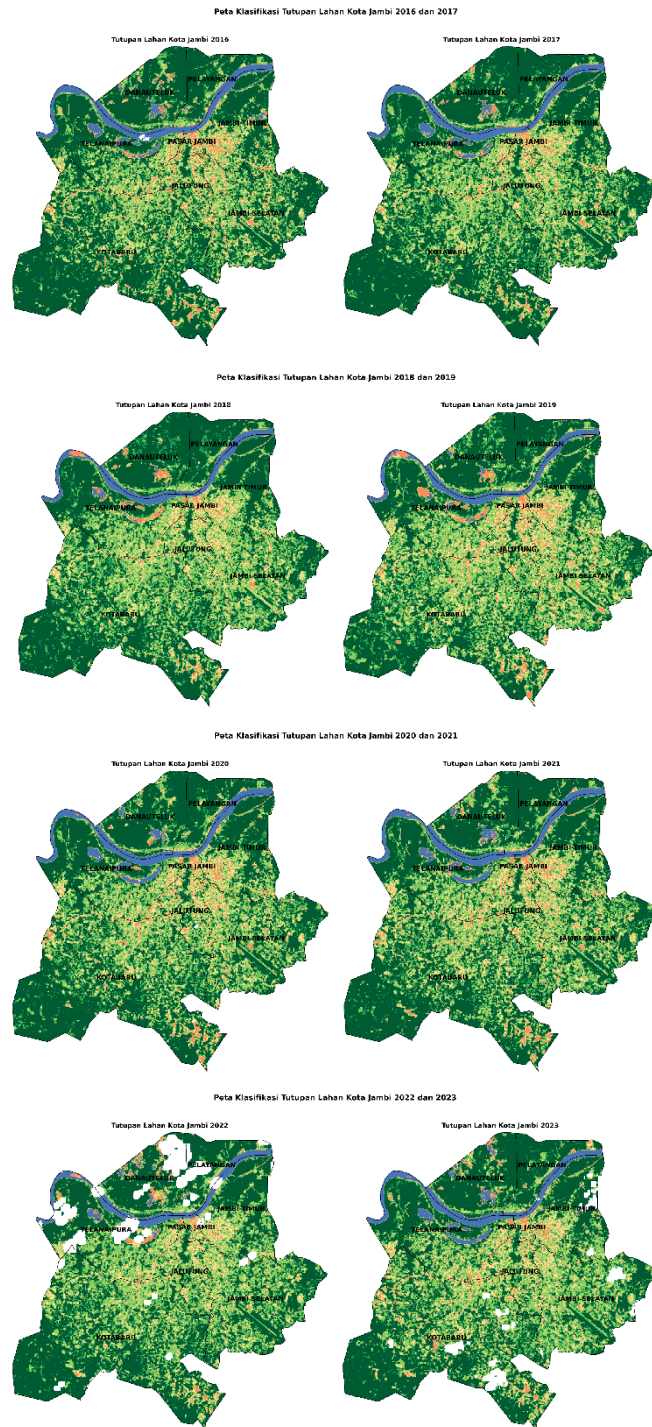
Sumber: Hasil Analisis Data

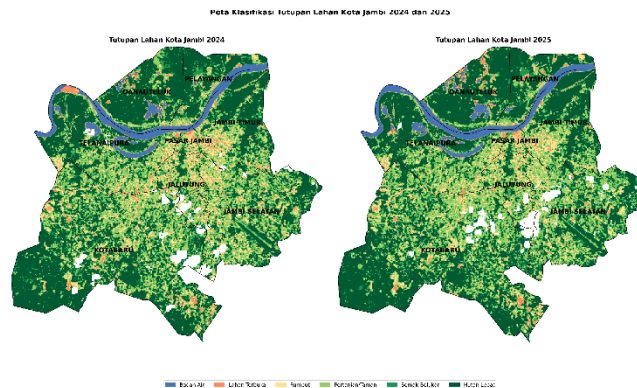
Hasil ekstraksi *decision rules* pada Tabel 7 menunjukkan bahwa model *Decision Tree* membentuk aturan keputusan berdasarkan kombinasi nilai reflektansi Band 4 dan Band 5 sebagai percabangan utama. Kelas Hutan Lebat didominasi oleh nilai reflektansi Band 5 yang tinggi ($B5 > 0,29$), menunjukkan pantulan tinggi pada spektrum *Near Infrared* sebagai karakteristik vegetasi rapat dan sehat, sedangkan Badan Air dan Lahan Terbuka memiliki nilai reflektansi Band 4 dan Band 5 yang relatif rendah. Hasil ini menegaskan bahwa *Decision Tree* berhasil mempelajari hubungan antara reflektansi spektral dan label kelas hasil *threshold* NDVI, sekaligus

memberikan interpretasi tambahan mengenai karakteristik spektral tiap kelas yang tidak tersedia dari pendekatan NDVI konvensional.

7. Analisis Perubahan Tutupan Lahan

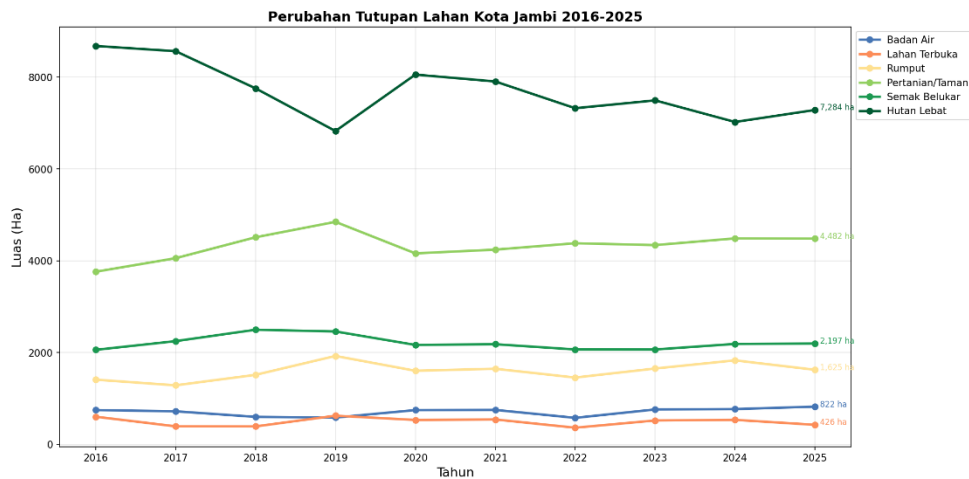
Hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Jambi selama periode 2016–2025 selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk peta spasial sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3 berikut.





Gambar 3. Peta Klasifikasi Tutupan Lahan

Berdasarkan Gambar 3, Hutan Lebat cenderung menurun terutama di pinggiran kota. Pertanian/Taman dan Semak Belukar menunjukkan kecenderungan meningkat, sedangkan Lahan Terbuka dan Rumput mengalami fluktuasi. Dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Perubahan tutupan Lahan Kota Jambi

Untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai perubahan tutupan lahan yang terjadi selama periode penelitian, dilakukan perbandingan luas masing-masing kelas tutupan lahan antara tahun 2016 dan 2025. Hasil perhitungan luas serta besarnya perubahan pada setiap kelas tutupan lahan disajikan pada Tabel 8. Tabel ini menunjukkan tren peningkatan maupun penurunan luas pada masing-masing kelas tutupan lahan selama periode pengamatan.

Tabel 8. Perubahan Luas Tutupan Lahan Kota Jambi 2016 vs 2025

Tutupan Lahan	Luas 2016 (Ha)	Luas 2025 (Ha)	Perubahan (Ha)	Perubahan (%)	Tren
Badan Air	747,45	822,24	+74,79	+10,0%	Naik
Lahan Terbuka	602,73	426,42	-176,31	-29,3%	Turun
Rumput	1.409,49	1.624,68	+215,19	+15,3%	Naik
Pertanian/Taman	3.760,47	4.482,00	+721,53	+19,2%	Naik
Semak Belukar	2.059,11	2.196,72	+137,61	+6,7%	Naik
Hutan Lebat	8.677,53	7.283,61	-1.393,92	-16,1%	Turun

Hutan Lebat mengalami penurunan paling signifikan -1.393,92 Ha (-16,1%), mengindikasikan deforestasi dan alih fungsi lahan. Pertanian/Taman meningkat terbesar +721,53 Ha (+19,2%).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis perubahan tutupan lahan Kota Jambi periode 2016–2025 melalui pendekatan NDVI berbasis threshold yang dikombinasikan dengan *Decision Tree*. Pertama, NDVI berhasil menggambarkan kondisi vegetasi secara kuantitatif dengan nilai minimum berkisar -0,5691 hingga -0,4138 (Non-Vegetasi) dan nilai maksimum 0,8780 hingga 1,0000 (Vegetasi Tinggi).

Kedua, model *Decision Tree* yang dilatih menggunakan label berbasis *threshold* NDVI dan tujuh band spektral Landsat 8 mencapai *Overall Accuracy* 89,61% dan *Kappa Coefficient* 0,85457 (Sangat Kuat), yang mengonfirmasi konsistensi model dalam mereplikasi klasifikasi *threshold* NDVI. Hasil ekstraksi *feature importance* menunjukkan Band 4 (59,97%) dan Band 5 (39,80%) sebagai fitur paling dominan, yang secara empiris mendukung validitas NDVI sebagai dasar pelabelan tutupan lahan, sementara decision rules yang diekstrak merepresentasikan profil karakteristik spektral tiap kelas secara data-driven.

Ketiga, Hutan Lebat menurun 1.393,92 Ha (-16,1%) dari tahun 2016 ke 2025, sementara Pertanian/Taman meningkat 721,53 Ha (+19,2%), Rumput +215,19 Ha (+15,3%), Semak Belukar +137,61 Ha (+6,7%), dan Badan Air +74,79 Ha (+10,0%). Penurunan Hutan Lebat terkonsentrasi di Kecamatan Kota Baru, Jambi Selatan, dan Telanaipura yang bersama-sama menyumbang lebih dari 52% total kehilangan hutan lebat Kota Jambi, mencerminkan tekanan alih fungsi lahan yang tidak merata secara spasial.

Saran untuk penelitian selanjutnya: (1) meningkatkan akurasi kelas Lahan Terbuka (*F1-Score* 0,42) dengan menambahkan indeks spektral lain seperti NDBI atau SAVI; (2) membandingkan *Decision Tree* dengan *Random Forest* atau *Support Vector Machine*; (3) menggunakan citra beresolusi lebih tinggi seperti Sentinel-2 (10 meter); dan (4) melakukan validasi ground truth lapangan, mengingat label kelas pada penelitian ini diturunkan sepenuhnya dari *threshold* NDVI tanpa survei langsung.

REFERENSI

- Arrafi, M., & Firyal Salma, N. (2025). *Geomedia Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian Monitoring fenomena urban sprawl dan prediksi perubahan tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 di Kota Jambi* (Vol. 23, Number 2). <https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index>
- Aulia, Y. D., Maryani, A. T., & Syarifuddin, H. (2023). Estimasi Ruang Terbuka Hijau di Kota Jambi Tahun 2013 dan 2021 Menggunakan Transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2), 1298. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.4198>
- BPS. (2025). *Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jambi, 2025*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi. <https://jambi.bps.go.id/id/statistics-table/3/VUZwV01tSlpPVlpsWIRKbmMxcFhhSGhEVjFoUFFUMDkjMw==/luas-daerah-dan-jumlah-pulau-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jambi-2023.html>
- Dwi, S., Mau, I., Ndapamury, A. M., Aprila, V., Dima, K., Prasetyo, Y. J., Fibriani, C., Program,), Magister, S., Informasi, S., Teknologi, F., Universitas, I., & Wacana, K. S. (2020). Analisis Ruang Terbuka Hijau pada Kota Surabaya Menggunakan Citra Landsat 8 dan Metode Maximum Likelihood. *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 3, 24–29. <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/3900/1492>
- Husni, M. F., Wahyudiono, S., & Suhartati, T. (2025). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Penutup Lahan dengan Metode Indeks Vegetasi NDVI (Studi Kasus di Kawasan Hutan Rakyat Kabupaten Gunung Kidul). *Jurnal Wana Tropika*, 14(2), 44–52. <https://doi.org/10.55180/jwt.v14i2.1651>
- IBM. (2024). *Decision tree*. IBM. <https://www.ibm.com/think/topics/decision-trees>
- NASA. (2025a). *Remote Sensing*. NASA Earth Observatory. <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/remote-sensing/>
- NASA. (2025b, November 14). *Measuring Vegetation (NDVI & EVI)*. NASA Science. <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/measuring-vegetation-ndvi-evi/>
- Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. (2024). *Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*. Ruang Data Kota Jambi. <https://ruangdata.jambikota.go.id/data-pembangunan/pekerjaan-umum-dan-penataan-ruang>
- Pietersz, J. H., Pribadi, R., Pentury, R., & Ario, R. (2024). Estimasi Tutupan Kanopi Berdasarkan NDVI dan Kondisi Tutupan Tajuk Pada Ekosistem Mangrove Negeri Passo, Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(2), 197–208. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22090>
- Purwanto, A. D., Wikantika, K., Deliar, A., & Darmawan, S. (2023). Decision Tree and Random Forest Classification Algorithms for Mangrove Forest Mapping in Sembilang National Park, Indonesia. *Remote Sensing*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/rs15010016>
- Rakhmat Awaliyan, M., & Sulistioadi Yohanes B. (2018). *Klasifikasi Penutupan Lahan pada Citra Satelit Sentinel-2A dengan Metode Tree Algorithm* (Vol. 2, Number 2).
- Ramanda Putri, D., Sukmono, A., & Sudarsono, B. (2018). *Analisis Kombinasi Citra Sentinel-1A dan Citra Sentinel-2A untuk Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah)* (Vol. 7, Number 2).
- Scornet, E. (2023). Trees, forests, and impurity-based variable importance in regression. *Annales de l'institut Henri Poincaré (B) Probability and Statistics*, 59(1), 21–52. <https://doi.org/10.1214/21-AIHP1240>
- Singgalen, Y. A. (2023). *Penerapan Metode Spatio-Temporal Analysis dalam Analisis Dinamika Tutupan dan Penggunaan Lahan Berbasis NDVI dan NDWI*. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i2.1313>

- Suni, A. M., & Baharuddin, F. R. (2023). *Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Hutan Produksi Terbatas Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi*. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet>
- USGS. (2018, November 27). *NDVI, the Foundation for Remote Sensing Phenology*. USGS Remote Sensing Phenology. <https://www.usgs.gov/special-topics/remote-sensing-phenology/science/ndvi-foundation-remote-sensing-phenology#:~:text=Sparse%20vegetation%20such%20as%20shrubs,changes%20in%20plants'%20phenological%20stage>
- USGS. (2024). *Landsat Satellite Missions*. Landsat Missions USGS. <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-satellite-missions>
- Waladi, A. (2025). Peningkatan Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Random Forest pada Data Sentinel-2 di Jambi. *JURNAL FASILKOM*, 15, 17–24.
- Walalayo, M., Vitianingsih, A. V., Maukar, A. L., Puspitarini, E. W., & Marissa, F. (2021). Web-GIS Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Hutan Kota Menggunakan Metode Multi-Criteria Decision Making. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 6(2), 100–115. <https://doi.org/10.36341/rabit.v6i2.1739>