



Analisis Perubahan Tutupan Lahan di Kabupaten Muaro Jambi Menggunakan Metode Klasifikasi Random Forest

Gilang Ramadhon¹, Dwi Arini², Dwi Marsiska Driptufany³, Defwaldi⁴, Fajrin⁵

¹Institut Teknologi Padang, Indonesia

Email : gilangg0088@gmail.com ^{1*}, dwiarini@itp.ac.id ², dwidayana@gmail.com ³, defwaldi739@gmail.com ⁴,
fajringeo@gmail.com ⁵

Alamat: Kampus II ITP Jalan DPR Ujung, Aia Pacah, Koto Tangah, Kota Padang

Korespondensi penulis: dwiarini@itp.ac.id

Abstract. Muaro Jambi District is the district in Jambi Province with the largest burned area among the districts/cities affected by forest and land fires in the last eight years. The high incidence of forest and land fires will affect the amount of land cover. The high incidence of forest and land fires will affect the amount of land cover in the affected areas. The higher the number of forest and land fires in the area, the more the amount of land cover loss will increase. This study aims to analyze land cover changes in Muaro Jambi Regency between 2018 and 2023 using the Random Forest classification algorithm on Landsat 8 OLI satellite images through the Google Earth Engine platform. Significant land use changes, such as conversion of forests and shrubs to plantations and built-up land, were observed through remote sensing-based spatial analysis. The classification results showed a decrease in forest area by 26,618 ha and shrubs by 182,633 ha, as well as an increase in plantation area by 159,894 ha and built-up land by 61,156 ha. The accuracy test resulted in Overall Accuracy values of 84.54% in 2018 and 85.19% in 2023, and Kappa Accuracy of 80.69% and 80.17%, respectively. The main factors causing these changes are the expansion of oil palm plantations, urbanization, and forest fires. This research shows that the Random Forest method is effective in mapping and monitoring land cover dynamics, and can be an important tool in spatial planning and sustainable environmental management.

Keywords: Land Cover, Landsat 8 OLI, Google Earth Engine, Random Forest

Abstrak. Kabupaten Muaro Jambi merupakan kabupaten di Provinsi Jambi dengan jumlah luas area terbakar paling banyak di antara kabupaten/kota yang terdampak kebakaran hutan dan lahan dalam delapan tahun terakhir. Tingginya angka kejadian kebakaran hutan dan lahan akan memengaruhi jumlah luasan. Tingginya angka kejadian kebakaran hutan dan lahan akan memengaruhi jumlah luasan tutupan lahan yang ada di wilayah terdampak. Semakin tinggi angka kebakaran hutan dan lahan di wilayah tersebut, maka jumlah penurunan luasan tutupan lahan akan semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi antara tahun 2018 dan 2023 menggunakan algoritma klasifikasi *Random Forest* pada citra satelit Landsat 8 OLI melalui platform *Google Earth Engine*. Perubahan penggunaan lahan yang signifikan, seperti alih fungsi hutan dan semak belukar menjadi perkebunan dan lahan terbangun, diamati melalui analisis spasial berbasis penginderaan jauh. Hasil klasifikasi menunjukkan penurunan luas hutan sebesar 26.618 ha dan semak belukar sebesar 182.633 ha, serta peningkatan luas perkebunan sebesar 159.894 ha dan lahan terbangun sebesar 61.156 ha. Uji akurasi menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 84,54% pada tahun 2018 dan 85,19% pada tahun 2023, serta *Kappa Accuracy* masing-masing sebesar 80,69% dan 80,17%. Faktor utama penyebab perubahan ini adalah ekspansi perkebunan kelapa sawit, urbanisasi, dan kebakaran hutan. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Random Forest* efektif dalam memetakan dan memantau dinamika tutupan lahan, serta dapat menjadi alat penting dalam perencanaan tata ruang dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan.

Kata kunci: Tutupan Lahan, Landsat 8 OLI, *Google Earth Engine*, *Random Forest*

1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan kondisi iklim dan topografi yang diketahui, sekarang Indonesia masih tertutup hutan jika masyarakat tidak perlu membuka hutan untuk kebutuhan pertanian, infrastruktur dan pemukiman. Namun berdasarkan estimasi potensi vegetasi (yaitu luas kawasan yang kemungkinan tertutup berbagai tipe hutan dan dengan mempertimbangkan kondisi iklim dan lingkungan serta intervensi manusia) dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh wilayah Indonesia dulu tertutup hutan. Tempat - tempat yang tidak dapat mendukung pertumbuhan pohon hanyalah lereng-lereng gunung yang sangat curam dan jalur-jalur pesisir yang sempit. Paling tidak sampai tahun 1900, Indonesia masih tertutup hutan yang lebat. Menurut model yang dikembangkan oleh Bank Dunia, tutupan hutan di tiga pulau terbesar di Indonesia, yaitu Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi pada waktu itu luas hutannya mencapai 103 juta ha (**Kosasih, 2018**).

Tutupan lahan dapat menggambarkan sebuah kondisi secara sosial dan alami dari suatu wilayah, sehingga dapat menyediakan informasi yang penting untuk dapat memahami berbagai macam fenomena yang ada di permukaan bumi. Kondisi tutupan lahan di Indonesia sangat dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pertumbuhan penduduk, aksesibilitas, dan aktivitas manusia seperti pembangunan, pertanian, dan pemukiman. Berdasarkan data, terdapat peningkatan luas pemukiman, perkebunan tebu, dan sawah, sementara hutan sekunder, semak belukar, pertambangan, dan perkebunan jati mengalami penurunan. Indonesia juga memiliki luas lahan gambut yang signifikan, tetapi menghadapi tantangan seperti degradasi dan konversi lahan untuk pertanian dan perkebunan, yang dapat mengurangi fungsi lahan sebagai penyangga iklim dan habitat penting (**Iskandar & Hanafi, 2022**).

Provinsi Jambi merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang sering mengalami kebakaran hutan dan lahan. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) Republik Indonesia, dalam tujuh tahun terakhir, kebakaran hutan dan lahan terus terjadi di provinsi ini. Analisis data yang dilakukan oleh tim *Geographic Information System* (GIS) dari Komunitas Konservasi Indonesia (KKI) Warsi mengungkapkan bahwa dalam kurun waktu 50 tahun terakhir, Jambi telah kehilangan lebih dari 2,5 juta hektare hutan. Tahun 1973, tutupan Hutan Jambi masih tercatat 3,4 juta ha, Namun pada 2023 hanya tinggal 922.891 ha, atau kehilangan 73%. Kehilangan angka ini, disebabkan oleh perubahan kawasan hutan menjadi areal penggunaan lainnya, untuk dijadikan perkebunan kelapa sawit (**Syaf, 2024**). Kabupaten Muaro Jambi merupakan kabupaten di Provinsi Jambi dengan jumlah luas area terbakar paling banyak di antara kabupaten/kota yang terdampak kebakaran hutan dan

lahan dalam delapan tahun terakhir. Tingginya angka kejadian kebakaran hutan dan lahan akan memengaruhi jumlah luasan tutupan lahan yang ada di wilayah terdampak. Semakin tinggi angka kebakaran hutan dan lahan di wilayah tersebut, maka jumlah penurunan luasan tutupan lahan akan semakin meningkat. Prediksi perubahan tutupan lahan menjadi sangat penting untuk membantu dalam mengidentifikasi area yang rawan terhadap perubahan, seperti deforestasi atau konversi lahan hutan menjadi perkebunan atau permukiman. tutupan lahan juga memengaruhi risiko bencana alam seperti banjir, kebakaran hutan, dan tanah longsor. prediksi perubahan tutupan lahan dapat menjadi dasar dalam mengambil tindakan konservatif serta pencegahan yang lebih efektif untuk mengurangi dampak bencana **(Suhendri & Priyo Purnomo, 2017)**.

Penginderaan jauh merupakan teknologi yang efisien, hemat biaya, dan tepat waktu dalam memetakan serta memantau kawasan hutan yang luas, dibandingkan dengan survei terestrial yang cenderung lebih mahal dan memakan waktu. Untuk menilai akurasi tematik hasil klasifikasi, dilakukan uji akurasi pada penginderaan jauh dengan metode tertentu, seperti matriks kesalahan (*confusion matrix*). Dalam beberapa dekade terakhir, teknik *machine learning* telah berkembang pesat dalam penerapan ekstraksi penutupan lahan secara otomatis dari citra satelit. Salah satu algoritma yang digunakan adalah *Random Forest*. Algoritma ini mengimplementasikan *bootstrap aggregating (bagging)* dan pemilihan fitur secara acak. Dalam *Random Forest*, banyak pohon keputusan ditumbuhkan sehingga membentuk suatu "hutan", di mana setiap pohon menghasilkan klasifikasi penutupan lahan, dan keputusan akhir ditentukan berdasarkan suara terbanyak (*majority vote*). Keunggulan *Random Forest* adalah kemampuannya dalam mengurangi risiko *overfitting*, karena prinsip tidak berkorelasi yang membuat data lebih acak. Namun, kelemahannya terletak pada waktu pemrosesan yang lebih lama, karena tidak hanya membangun satu model seperti *Decision Tree*, tetapi juga membentuk puluhan hingga ratusan model yang memperlambat proses analisis data **(Iskandar & Hanafi, 2022)**.

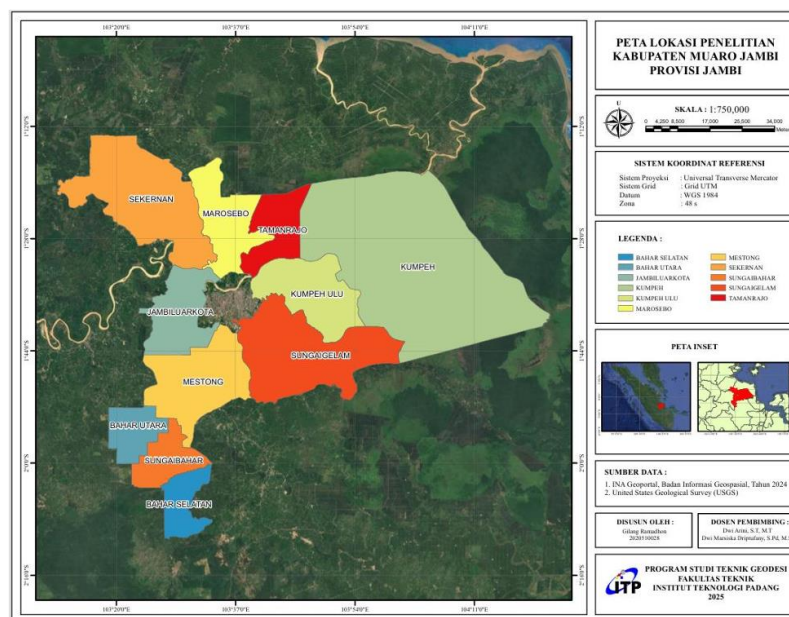
2. KAJIAN TEORITIS

Pada dasarnya, penelitian ini berkaitan dengan analisis perubahan tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi *random forest* yang sudah dilakukan pada kajian-kajian terdahulu sesuai dengan konteksnya masing-masing, baik dari segi lokasi, metode, ataupun fokus penelitian yang dikaji. Hal tersebut dapat dilihat pada penelitian yang berjudul "Analisis Tutupan Lahan Menggunakan *Google Earth Engine* dan Citra Landsat 8 OLI" **(Ade Putri dkk,**

2023). Pada penelitian yang dilakukan oleh Fikri dkk (2021) dengan judul “Analisis Penutupan Lahan menggunakan Google Earth Engine (GEE) dengan Metode Klasifikasi Terbimbing”. Mengacu pada beberapa penelitian terdahulu, perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu terletak pada pemilihan lokasi yang menjadi objek penelitian. Penelitian dilakukan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi, Indonesia, dengan Luas wilayah 561.286. Ha (5.612 km²). Kabupaten Muaro Jambi terletak antara 1°15’ sampai 2°20’ Lintang Selatan dan di antara 103°10’ sampai 104°20’ Bujur Timur.



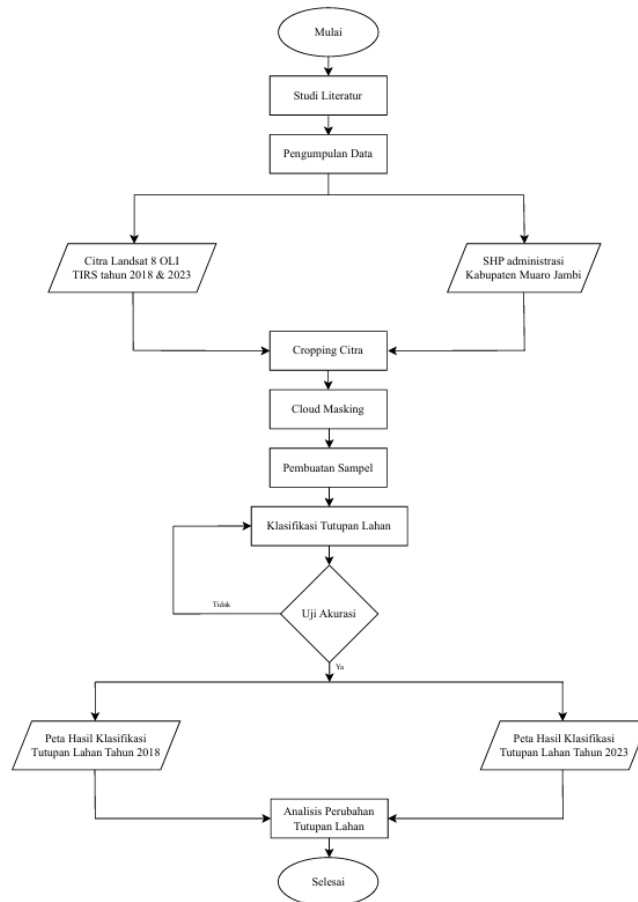
Gambar 1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini menganalisis tentang bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Muaro Jambi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan menggunakan klasifikasi *Random Forest*. Aplikasi penerapan *Machine Learning* ini upaya otomatisasi pemantauan tutupan lahan dan analisis perubahan tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Hasil dari penelitian ini adalah peta perubahan tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi pada tahun 2018 dan 2023

Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. Citra Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*)
2. Peta Batas Administrasi Kabupaten Muaro Jambi

Adapun metode atau diagram alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

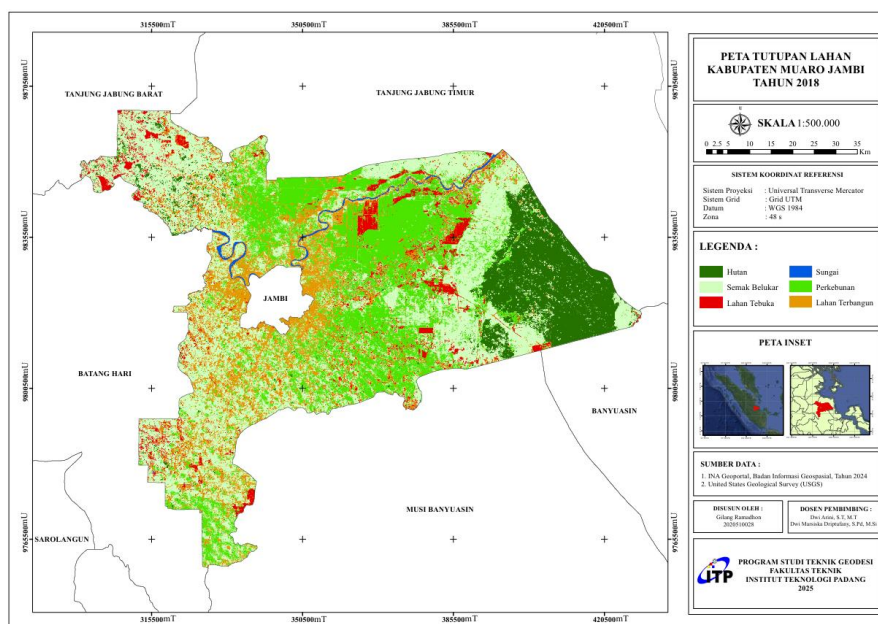


Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

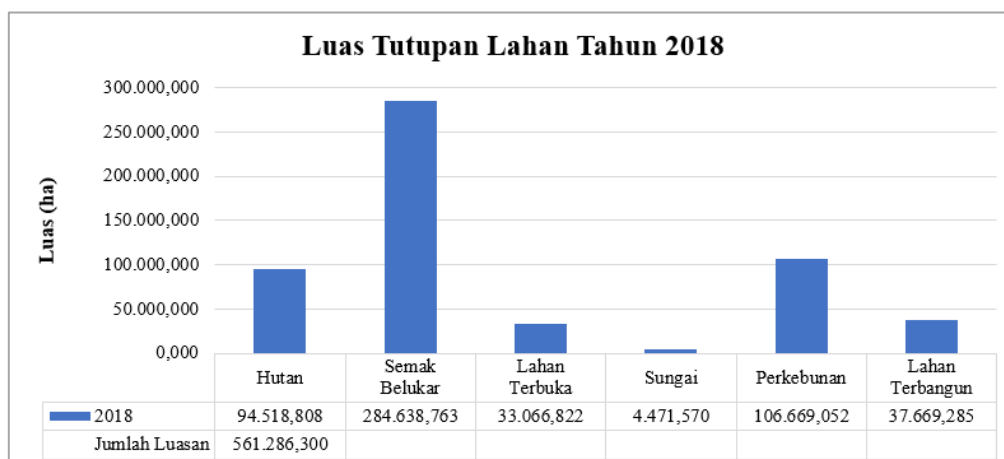
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peta Tutupan Lahan tahun 2018

Peta tutupan lahan Kabupaten Muaro Jambi tahun 2018 menunjukkan berbagai jenis Tutupan lahan di wilayah tersebut berdasarkan citra satelit pada tahun tersebut. Peta hasil klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma *Random Forest* pada tahun 2018 ditunjukkan pada **Gambar 3**. Berdasarkan dari peta yang diperoleh, dapat diketahui luasan dari setiap kelas tutupan lahan. Luasan setiap kelas tutupan disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 3 Peta Tutupan Lahan Tahun 2018

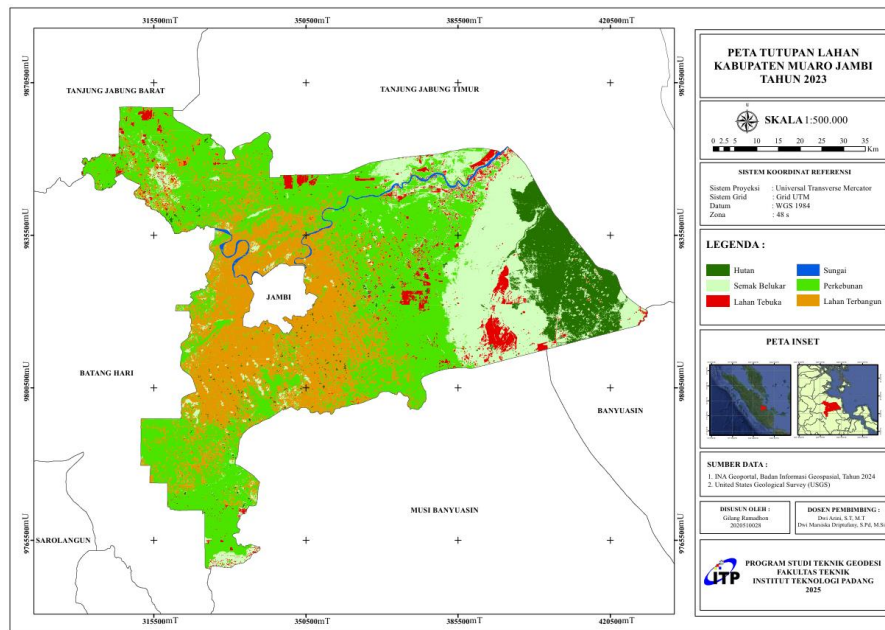


Gambar 4 Diagram Luasan Tutupan Lahan Tahun 2018

Pada Peta Tutupan Lahan Tahun 2018, menunjukkan Kabupaten Muaro Jambi didominasi oleh tutupan lahan berupa semak belukar (284.638 ha) dan perkebunan (106.669 ha), yang mencakup sebagian besar wilayah kabupaten tersebut. Keberadaan semak belukar dalam jumlah yang luas dapat mengindikasikan adanya lahan yang sebelumnya merupakan hutan atau area yang belum dikelola secara intensif, sedangkan dominasi perkebunan menunjukkan tingginya aktivitas sektor pertanian dan perkebunan, kemungkinan besar melibatkan komoditas seperti kelapa sawit dan karet. Untuk luas hutan (94.518 ha) masih cukup besar tetapi berpotensi mengalami perubahan jika konversi lahan terus terjadi. Lahan terbangun (37.921 ha) dan lahan terbuka (33.066 ha) terbuka juga cukup luas, yang bisa menjadi indikator adanya pertumbuhan populasi dan pembangunan. Sementara itu luas sungai (4.471 ha) paling kecil dibandingkan kategori lainnya.

2. Peta Tutupan Lahan tahun 2018

Peta tutupan lahan Kabupaten Muaro Jambi tahun 2023 menunjukkan distribusi berbagai jenis perubahan yang cukup signifikan di wilayah tersebut berdasarkan citra satelit pada tahun tersebut. Peta hasil klasifikasi tutupan lahan dengan algoritma Random Forest pada tahun 2023 ditunjukkan pada **Gambar 5**. Berdasarkan dari peta yang diperoleh, dapat diketahui luasan dari setiap kelas tutupan lahan. Luasan setiap kelas tutupan disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 5 Peta Tutupan Lahan Tahun 2018



Gambar 6 Diagram Luasan Tutupan Lahan Tahun 2018

Pada Peta Tutupan Lahan Tahun 2023, menunjukkan Kabupaten Muaro Jambi didominasi oleh tutupan lahan berupa sektor perkebunan (266.563 ha) dan area Lahan terbangun (99.077 ha), hal ini menunjukkan bahwa sektor perkebunan, kemungkinan besar kelapa sawit atau karet, adalah penggunaan lahan utama di wilayah ini, sementara luas hutan

(67.899 ha) yang tersisa relatif kecil dibandingkan dengan jenis tutupan lahan lainnya, sedangkan Semak belukar memiliki luas (102.005 ha). Fenomena ini terjadi akibat adanya perubahan besar dalam pola penggunaan lahan yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir, kemungkinan akibat dari ekspansi sektor agribisnis, urbanisasi, serta peningkatan kebutuhan lahan untuk berbagai aktivitas ekonomi dan sosial. Lahan terbuka tercatat sebesar (21.268 ha) menunjukkan sebagian besar lahan kosong dikonversi untuk kepentingan lain. Sungai mencakup (4.471 ha) pada tahun ini.

3. Uji Akurasi

Uji ketelitian dilakukan untuk menilai tingkat kepercayaan hasil klasifikasi berdasarkan data training sample yang disebar secara acak. Proses ini menggunakan tabel Matriks Konfusi yang tersedia dalam *Google Earth Engine* (GEE) untuk mengevaluasi akurasi klasifikasi tutupan lahan. data yang diperoleh dianalisis dengan menghitung *Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy* menggunakan Matriks Konfusi guna menilai tingkat kesesuaian hasil klasifikasi dengan kondisi sebenarnya. Nilai uji akurasi dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1 Hasil Uji Akurasi Pada Tahun 2018

Kelas	Data Referensi (Piksel)						Total	User Accuracy (UA)
	Hutan	Semak Belukar	Lahan Terbuka	Sungai	Perkebunan	Permukiman		
Hutan	14	1	0	0	0	0	15	93,3
Semak Belukar	0	25	1	0	2	0	28	89,3
Lahan Terbuka	0	0	18	0	1	2	21	85,7
Sungai	0	0	0	7	0	1	8	87,5
Perkebunan	0	4	1	0	10	0	15	66,7
Lahan Terbangun	0	0	2	0	0	8	10	80,0
Total	14	30	22	7	13	11	97	
Producer Accuracy (PA)	100,0	83,3	81,8	100,0	76,9	72,7		
Overral Accuracy (%)	84,54							
Kappa Accuracy (%)	80,69							

Tabel 2 Hasil Uji Akurasi Pada Tahun 2023

Kelas	Data Referensi (Piksel)						Total	User Accuracy (UA)
	Hutan	Semak Belukar	Lahan Terbuka	Sungai	Perkebunan	Permukiman		
Hutan	3	1	0	0	0	0	4	75,0
Semak Belukar	0	9	1	0	4	1	15	60,0
Lahan Terbuka	0	0	11	0	0	0	11	100,0
Sungai	0	0	0	2	0	0	2	100,0
Perkebunan	0	0	1	0	25	2	28	89,3
Lahan Terbangun	0	0	0	0	2	19	21	90,5
Total	3	10	13	2	31	23	81	
Producer Accuracy (PA)	100,0	90,0	84,6	100,0	80,6	82,6		
Overral Accuracy (%)	85,19							
Kappa Accuracy (%)	80,17							

Uji akurasi yang dilakukan pada tahun 2018 mendapatkan nilai *Overral Accuracy* sebesar 84,54% dan nilai *Kappa Accuracy* sebesar 80,69%. Sedangkan Uji akurasi yang dilakukan pada tahun 2023 mendapatkan nilai *Overral Accuracy* sebesar 85,19% dan nilai *Kappa Accuracy* sebesar 80,17%.

4. Analisis Perubahan

Kabupaten Muaro Jambi mengalami perubahan tutupan lahan yang cukup drastis dalam 5 tahun terakhir, dengan penurunan luas hutan dan semak belukar yang diimbangi oleh peningkatan perkebunan dan permukiman. Ekspansi perkebunan, terutama kelapa sawit dan karet, menjadi penyebab utama berkurangnya luas hutan dan semak belukar. Salah satu faktor utama yang menyebabkan perubahan ini adalah terjadinya kebakaran hutan dalam skala yang luas, yang tidak hanya mengakibatkan degradasi ekosistem alami tetapi juga menciptakan lahan terbuka yang rentan terhadap konversi ke bentuk penggunaan lain. Diagram perubahan tutupan tahun 2018 dan 2023 dapat dilihat pada **Gambar 7** dan untuk Mariks perubahan tutupan lahan dapat dilihat pada **Tabel 3**.



Gambar 7 Perbandingan Luasan Tutupan Lahan Tahun 2018 & 2023

Tabel 3 Matriks Perubahan Tutupan Lahan tahun 2018 & 2023

Tahun 2018	Tahun 2023						
	Kelas Tutupan Lahan	Hutan	Semak Belukar	Lahan Terbuka	Sungai	Perkebunan	Lahan Terbangun
	Hutan	67.899,982	21.654,762	4.964,064			94.518,808
	Semak Belukar		80.350,438			143.132,093	61.156,232
	Lahan Terbuka			16.304,034		16.762,788	33.066,822
	Sungai				4.471,570		4.471,570
	Perkebunan					106.669,052	106.669,052
	Lahan Terbangun						37.921,285
	Total Keseluruhan	67.899,982	102.005,200	21.268,098	4.471,570	266.563,933	99.077,517

Perubahan tutupan lahan terbesar yang terjadi pada tahun 2018 dan 2023 yaitu Hutan dan semak belukar mengalami penurunan signifikan, Luas hutan berkurang sekitar 26.618 ha menunjukkan konversi besar-besaran ke bentuk penggunaan lain, kemungkinan besar menjadi perkebunan dan permukiman. Semak belukar menurun drastis hingga 182.633 ha, Perkebunan meningkat sekitar 159.894 ha, yang berarti konversi lahan terutama mengarah ke sektor perkebunan skala besar, kemungkinan besar kelapa sawit. Lahan terbangun meningkat hingga 61.156 ha, menunjukkan adanya urbanisasi dan pertumbuhan populasi yang signifikan. Lahan terbuka mengalami sedikit penurunan, Pengurangan 11.798 ha menunjukkan bahwa sebagian besar lahan terbuka sudah dikonversi menjadi permukiman atau perkebunan. Luas sungai tetap sama pada kedua tahun yaitu 4.471 ha.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, Hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *Random Forest* menunjukkan bahwa pada tahun 2018, nilai *Overall Accuracy* mencapai 84,54%, dengan *Kappa Accuracy* sebesar 80,69%. Sementara itu, pada tahun 2023, nilai *Overall Accuracy* meningkat menjadi 85,19%, dengan *Kappa Accuracy* sebesar 80,17%. Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Muaro Jambi pada tahun 2018 dan 2023 menunjukkan penurunan luas hutan (26.618 ha) dan semak belukar (182.633 ha) yang dikonversi menjadi perkebunan bertambah (159.894 HA) dan Lahan Terbangun bertambah (61.156 ha). Faktor utama perubahan ini adalah ekspansi perkebunan kelapa sawit dan karet, serta kebakaran hutan yang mempercepat konversi lahan. Lahan terbuka berkurang (11.798 ha) sementara sungai tidak mengalami perubahan luasan.

DAFTAR REFERENSI

- Ade Putri, R., Sibarani, R., Survei dan Pemetaan, B., Atr, K., & Provinsi Bangka Belitung, B. (2023). Analisis tutupan lahan menggunakan Google Earth Engine dan citra Landsat 8 OLI. 1031–1042.
- Afasel, D., Purnamasari, R., & Edwar. (2022). Klasifikasi tutupan lahan menggunakan supervised machine learning pada citra satelit menggunakan Google Earth Engine. *E-Proceeding of Engineering*, 8(6), 3281.
- Al Farikhi, F., & Pramono, R. W. D. (2023). Perbandingan algoritma classification and regression tree (CART) dan random forest (RF) untuk klasifikasi penggunaan lahan pada Google Earth Engine. *Jurnal Spatial: Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi*, 23(2), 170–179. <https://doi.org/10.21009/spatial.232.09>

- Cholissodin, I., & Soebroto, A. A. (2021). AI, machine learning & deep learning: Teori & implementasi. (Edisi Desember).
- Elfonda, J. V. (2024). Klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Trenggalek menggunakan Google Earth Engine. 2(3).
- Fikri, A. S., Setiawan, F., Violando, W. A., Muttaqin, A. D., & Rahmawan, F. (2021). Analisis penutupan lahan menggunakan Google Earth Engine (GEE) dengan metode klasifikasi terbimbing (Studi kasus: Wilayah pesisir Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur). *Prosiding FIT ISI*, 1, 89–99.
- Prabandari, A. A., Dwi, M., & Manessa, M. (2024). Analisis perkembangan lahan terbangun berdasarkan metode supervised classification menggunakan Google Earth Engine (Studi kasus: Desa Ciputi, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur). 11(2), 403–412.
- Putri, A. R., Purnamasari, R., & Edwar. (2022). Perbandingan metode klasifikasi pemetaan tutupan lahan menggunakan algoritma machine learning pada citra satelit dengan Google Earth Engine. *E-Proceeding of Engineering*, 8(6), 3753–3762.
- Rivai, F. A. (2023). Deteksi perubahan penggunaan dan penutupan lahan di Kecamatan Sukajaya menggunakan machine learning pada Google Earth Engine.
- Wiguna, H. A., Nasihin, I., & Kosasih, D. (2021). Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di DAS Cisanggarung, Jawa Barat. *Wanaraksa*, 13(2).