

**DINAMIKA TUTUPAN LAHAN TAHUN 2020-2025 DAN
PROYEKSI TAHUN 2040 SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP
STOK KARBON DI KECAMATAN MATARAMAN**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)

**BAHRUL ILMI
2210416110021**



Jurusan Geografi

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK
JURUSAN GEOGRAFI
BANJARMASIN
2026**

HALAMAN PERNYATAAN

SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Banjarmasin, 26 Mei 2026

Yang Menyatakan



(Bahrul Ilmi)

NIM. 2210416110021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

DINAMIKA TUTUPAN LAHAN TAHUN 2020-2025 DAN PROYEKSI TAHUN 2040 SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP STOK KARBON DI KECAMATAN MATARAMAN

- A. Nama Mahasiswa : Bahrul Ilmi NIM. 2210416110021
- B. Telah dinyatakan lulus dengan nilai A dalam ujian mempertahankan skripsi Tingkat Sarjana (S1) Geografi Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Lambung Mangkurat pada tanggal : 26 Mei 2026
- C. Tim Penguji

a. Ketua

(Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc.)
NIP. 199004042022032005

b. Penguji I

(Wisnu Putra Danarto, S.Pd., M.Sc.)
NIP. 199205312022031005

c. Penguji II

(Indra Agung Pamaja, M.Pd.)
NIP. 199205192024061001

Mengetahui
Dekan FISIP ULM

Banjarmasin, 10 Juni 2026
Ketua Jurusan Geografi



Dr. Irwansyah, S.Sos., M.Si
NIP. 197104201999031001



Muhammad Efendi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198912132025211048

HALAMAN PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

DINAMIKA TUTUPAN LAHAN TAHUN 2020-2025 DAN PROYEKSI TAHUN 2040 SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP STOK KARBON DI KECAMATAN MATARAMAN

Dipersiapkan dan disusun oleh

Bahrul Ilmi
NIM. 2210416110021

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal: 26 Mei 2026

Susunan Tim Penguji

Ketua Penguji,

Anggota Tim Penguji:



Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc.
NIP : 199004042022032005



1. Wisnu Putra Danarto, S.Pd., M.Sc.
NIP : 199205312022031005



2. Indra Agung Pamuja, M.Pd.
NIP : 199205192024061001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana

Banjarmasin, 26 Mei 2026



Mengetahui
Ketua FISIP ULM

Irwansyah, S.Sos., M.Si.
NIP : 197104201999031001



Ketua
Jurusan Geografi

Muhammad Efendi, S.Pd., M.Pd.
NIP : 198912132025211048

ABSTRACT

Bahrul Ilmi, 2026, Student ID 2210416110021. Land cover Dynamics from 2020–2025 and the 2040 Projection and Their Implications for Carbon stock in Mataraman District. Supervisor: Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc.

This study aims to analyze the spatio-temporal patterns of land cover change in Mataraman District during the 2020–2025 period, predict the spatial distribution of land cover in 2040, and estimate carbon stock and its dynamics based on land cover classification and projection results. The study was motivated by increasing land use change pressures driven by oil palm plantation expansion and mining activities, which may affect the sustainability of ecological functions, particularly carbon storage capacity.

This research employed a quantitative approach based on remote sensing and Geographic Information Systems (GIS). Land cover classification was conducted using the Random Forest algorithm on the Google Earth Engine platform by utilizing Sentinel-2 and Sentinel-1 imagery and NDVI, NDBI, MNDWI, VV, and VH variables. Classification validation was performed using Stratified Random Sampling and a Confusion Matrix. Land cover characteristics were analyzed using descriptive statistics, the Kruskal-Wallis Test, Dunn's Test, and the Jeffries-Matusita Distance. The 2040 land cover projection was generated using the Artificial Neural Network-Cellular Automata (ANN-CA) model within the MOLUSCE plugin in QGIS, while carbon stock estimation was carried out using the InVEST Carbon Storage and Sequestration model.

The results showed that the land cover classification achieved excellent performance with an Overall Accuracy of 91% and a Kappa coefficient of 0.89. Spectral and backscatter characteristic analyses indicated that each land cover class exhibited significantly different biophysical responses, with NDVI demonstrating the highest discriminative capability. Land cover change during 2020–2025 was dominated by the conversion of secondary forest into oil palm plantations covering 4,069.57 ha and mining areas covering 1,537.75 ha. The 2040 projection indicated that oil palm plantations are expected to become the dominant land cover, occupying 8,573.74 ha (42.98%), while secondary forest is projected to decline to 6,585.05 ha (33.01%). Total carbon stock decreased from 5,004,439.62 Mg C in 2020 to 3,665,754.30 Mg C in 2025 and is projected to further decline to 3,522,181.80 Mg C by 2040. The findings demonstrate that the conversion of secondary forest into oil palm plantations and mining areas is the primary driver of landscape transformation and carbon stock decline in Mataraman District. Therefore, the conservation of forested areas is essential for maintaining environmental sustainability and carbon storage functions within the region.

Keywords: land cover, Random Forest, land cover change, spatial projection, carbon stock.

ABSTRAK

Bahrul Ilmi, 2026, NIM 2210416110021. Dinamika Tutupan Lahan Tahun 2020-2025 dan Proyeksi Tahun 2040 serta Implikasinya terhadap Stok Karbon di Kecamatan Mataraman. Pembimbing: Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasio-temporal perubahan tutupan lahan di Kecamatan Mataraman periode 2020-2025, memprediksi distribusi spasial tutupan lahan tahun 2040, serta mengestimasi stok karbon dan dinamika perubahannya berdasarkan hasil klasifikasi dan proyeksi tutupan lahan. Penelitian dilatarbelakangi oleh meningkatnya tekanan perubahan penggunaan lahan akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit dan aktivitas pertambangan yang berpotensi memengaruhi keberlanjutan fungsi ekologis wilayah, khususnya kapasitas penyimpanan karbon.

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Klasifikasi tutupan lahan dilakukan menggunakan algoritma *Random Forest* pada platform *Google Earth Engine* dengan memanfaatkan citra Sentinel-2 dan Sentinel-1 serta variabel NDVI, NDBI, MNDWI, VV, dan VH. Validasi dilakukan melalui *Stratified Random Sampling* dan *Confusion Matrix*. Analisis karakteristik tutupan lahan dilakukan menggunakan statistik deskriptif, uji Kruskal-Wallis, uji Dunn, dan *Jeffries-Matusita Distance*. Prediksi tutupan lahan tahun 2040 dilakukan menggunakan model *Artificial Neural Network-Cellular Automata (ANN-CA)* pada plugin *MOLUSCE* di *QGIS*, sedangkan estimasi stok karbon dilakukan menggunakan model *InVEST Carbon Storage and Sequestration*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi tutupan lahan memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dengan *Overall Accuracy* sebesar 91% dan koefisien Kappa sebesar 0,89. Analisis karakteristik spektral dan *backscatter* menunjukkan bahwa setiap kelas tutupan lahan memiliki respons biofisik yang berbeda secara signifikan, dengan NDVI menjadi variabel yang memiliki kemampuan diskriminasi tertinggi. Perubahan tutupan lahan tahun 2020-2025 didominasi oleh konversi hutan sekunder menjadi perkebunan kelapa sawit seluas 4.069,57 ha dan pertambangan seluas 1.537,75 ha. Hasil proyeksi tahun 2040 menunjukkan bahwa perkebunan kelapa sawit diperkirakan menjadi tutupan lahan dominan dengan luas 8.573,74 ha (42,98%), sedangkan hutan sekunder menurun menjadi 6.585,05 ha (33,01%). Total stok karbon mengalami penurunan dari 5.004.439,62 Mg C pada tahun 2020 menjadi 3.665.754,30 Mg C pada tahun 2025 dan diproyeksikan kembali menurun menjadi 3.522.181,80 Mg C pada tahun 2040. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konversi hutan sekunder menjadi perkebunan kelapa sawit dan pertambangan merupakan faktor utama yang mendorong perubahan lanskap sekaligus penurunan kapasitas penyimpanan karbon di Kecamatan Mataraman, sehingga perlindungan kawasan berhutan menjadi aspek penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan wilayah.

Kata Kunci: tutupan lahan, *Random Forest*, perubahan tutupan lahan, proyeksi spasial, stok karbon.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah/Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia beserta rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“DINAMIKA TUTUPAN LAHAN TAHUN 2020-2025 DAN PROYEKSI TAHUN 2040 SERTA IMPLIKASINYA TERHADAP STOK KARBON DI KECAMATAN MATARAMAN.”** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Geografi pada Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Lambung Mangkurat. Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dukungan, arahan, serta kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Irwansyah, S.Sos., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Muhammad Efendi, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Lambung Mangkurat.
3. Ibu Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan selama proses studi.
4. Ibu Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, masukan, dukungan, serta koreksi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Wisnu Putra Danarto, S.Pd., M.Sc., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan saran, masukan, dan arahan dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Indra Agung Pamuja, M.Pd., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik, saran, dan evaluasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Syahrudin dan Ibu Fitriani, selaku orang tua penyusun, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat hingga terselesaikannya skripsi ini. Adik, nenek, kakek, acil, paman, serta seluruh keluarga besar yang turut memberikan dukungan, perhatian, doa, dan semangat selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh dosen Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Lambung Mangkurat, yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan pengalaman pembelajaran selama masa perkuliahan.
9. Bapak Muhammad Apriadi, S.I.P., selaku staf Jurusan Geografi yang telah membantu dalam administrasi dan pelayanan akademik selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
10. Terima kasih kepada orang spesial yang telah hadir menemani setiap proses dinamika perkuliahan dari awal hingga titik ini. Kehadiran dan motivasi

yang diberikan menjadi salah satu penguat utama dalam menyelesaikan skripsi ini.

11. Tim Asisten Ibu Efrinda Ari Ayuningtyas, S.Si., M.Sc., yang telah memberikan pengalaman dan dukungan dalam berbagai kegiatan akademik dan penelitian.
12. Bapak Arif Rahman Nugroho, S.Pd., M.Sc., beserta Tim Asisten yang telah memberikan pengalaman, arahan, dan pembelajaran dalam berbagai kegiatan penelitian dan penyusunan dokumen kajian.
13. Himpunan Mahasiswa Geografi (HMG) FISIP Universitas Lambung Mangkurat sebagai tempat penyusun bertumbuh, berkembang, belajar berorganisasi, serta memperoleh pengalaman dan relasi selama masa perkuliahan.
14. Program Kampus Mengajar *Batch 7* di SDN Kelayan Tengah 4 Banjarmasin yang telah memberikan pengalaman, pembelajaran, dan pengembangan kompetensi selama kegiatan pengabdian di bidang pendidikan.
15. Bapak M. Shaa Imul Qadri, S.Tr., M.Ling. dan Ibu Ruth Mandasari Saragih, S.Tr., M.Ling., selaku mentor dan pembimbing magang di BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II Syamsudin Noor Banjarmasin yang telah memberikan bimbingan, pengalaman, serta wawasan dalam bidang meteorologi dan analisis data iklim.
16. Kawan-kawan Angkatan 2022 dan seluruh Keluarga Mahasiswa Geografi FISIP Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan kebersamaan, dukungan, pengalaman, dan semangat selama masa perkuliahan.
17. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Akhirnya, penyusun berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang penginderaan jauh, sistem informasi geografis, dan analisis lingkungan.

Banjarmasin, 26 Mei 2026

Bahrul Ilmi
NIM: 2210416110021

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	13
1.3 Tujuan Penelitian	14
1.4 Manfaat Penelitian	14
1.5 Penelitian Terdahulu	16
BAB II KAJIAN PUSTAKA	27
2.1 Lahan	27
2.1.1 Karakteristik Lahan	27
2.1.2 Tutupan Lahan	28
2.1.3 Klasifikasi Tutupan Lahan	29
2.1.4 Perubahan Tutupan Lahan.....	30
2.2 Faktor Perubahan Tutupan Lahan.....	31
2.2.1 Faktor Alamiah.....	31
2.2.2 Faktor Sosial-Ekonomi.....	32
2.2.3 Faktor Kebijakan dan Tata Ruang	32
2.2.4 Dampak Perubahan Tutupan lahan.....	34
2.3 Pengindraan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG)	35
2.3.1 Konsep Dasar Pengindraan jauh.....	35
2.3.2 Citra Sentinel-2	36

2.3.3 Interpretasi Citra.....	39
2.3.4 Klasifikasi Citra	40
2.4 <i>Google Earth Engine</i> (GEE)	42
2.5 Algoritma <i>Random Forest</i>	45
2.5.1 Prinsip dan Mekanisme <i>Random Forest</i>	45
2.5.2 Validasi dan Akurasi Klasifikasi	47
2.6 Pemodelan Tutupan Lahan dengan <i>MOLUSCE</i>	49
2.6.1 Konsep <i>Artificial Neural Network-Cellular Automata (ANN-CA)</i>	49
2.6.2 Fitur dan Fungsi <i>MOLUSCE</i> pada <i>QGIS</i>	51
2.7 Stok Karbon	53
2.7.1 Pengertian Stok Karbon.....	53
2.7.2 Komponen Stok Karbon	55
2.7.3 Hubungan Perubahan Tutupan Lahan dengan Stok Karbon	56
2.8 Estimasi Stok Karbon Menggunakan Pemodelan <i>InVEST</i>	57
2.9 Kerangka Teori	59
BAB III METODE PENELITIAN.....	61
3.1 Rancangan Penelitian	61
3.2 Lokasi Penelitian.....	62
3.3 Populasi dan Sampel	65
3.3.1 Populasi.....	65
3.3.2 Sampel.....	65
3.4 Bahan dan Alat Peneliti	66
3.5 Operasional Variabel Penelitian	67
3.6 Pengumpulan Data	68
3.7 Analisis Data	69
3.7.1 Analisis Pola Spasio-Temporal Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2020-2025	69
3.7.2 Analisis Proyeksi Tutupan Lahan Menggunakan <i>MOLUSCE (ANN-CA)</i>	114
3.7.3 Analisis Estimasi Stok Karbon dengan <i>InVEST</i>	116
3.8 Prosedur Penelitian	119
3.8.1 Tahap Pra-Lapangan.....	119
3.8.2 Tahap Lapangan	120
3.8.3 Tahap Pasca-Lapangan.....	121
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	124
4.1 Gambaran Umum Wilayah.....	124

4.1.1 Letak	124
4.1.2 Kondisi Fisik	126
4.1.3 Kondisi Sosial	142
4.2 Analisis Pola Spasio-Temporal Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2020-2025 di Kecamatan Mataraman	158
4.2.1 Desain Sampling dan Validasi Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan	158
4.2.2 Analisis Tutupan Lahan.....	184
4.2.3 Analisis Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> terhadap Tutupan Lahan	271
4.2.4 Analisis Perubahan Tutupan Lahan	311
4.3 Prediksi Distribusi Spasial Tutupan Lahan Tahun 2040 Menggunakan Model <i>MOLUSCE</i>	371
4.3.1 Faktor-Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan	371
4.3.2 Proses Pemodelan <i>MOLUSCE</i>	393
4.3.3 Hasil Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2040	418
4.4 Estimasi Stok Karbon Berdasarkan Model <i>InVEST</i>	436
4.4.1 Stok Karbon Tahun 2020.....	437
4.4.2 Stok Karbon Tahun 2025.....	452
4.4.3 Stok Karbon Tahun 2040.....	465
4.4.4 Perubahan Simpanan Karbon Periode 2020-2025	477
4.4.5 Perubahan Simpanan Karbon Periode 2025-2040	488
4.4.6 Keterkaitan Dinamika Tutupan Lahan dan Perubahan Stok Karbon di Kecamatan Mataraman.....	501
4.4.7 Implikasi Sosial-Ekologis Dinamika Tutupan Lahan dan Perubahan Stok Karbon di Kecamatan Mataraman	504
BAB V PENUTUP.....	526
5.1 Kesimpulan	526
5.2 Saran	527
DAFTAR PUSTAKA.....	529
LAMPIRAN	554

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Luas Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan Mataraman Tahun 2019-2024 (Ha)	4
Gambar 1. 2. Dinamika Perubahan Luas Hutan dan Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan Mataraman Tahun 2019-2024 (Ha)	5
Gambar 2. 1. Konsep Dasar Penginderaan Jauh.....	35
Gambar 2. 2. Citra Satelit Sentinel-2 yang mengorbit Bumi.....	36
Gambar 2. 3. Perbedaan prinsip kerja antara instrumen pasif dan aktif.....	37
Gambar 2. 4. Elemen Interpretasi Citra.....	39
Gambar 2. 5. Supervised and unsupervised <i>machine learning</i>	41
Gambar 2. 6. Diagram komponen Editor Kode Earth Engine.....	43
Gambar 2. 7. Alur Kerja Model ANN-CA.....	50
Gambar 2. 8. Antarmuka Plugin <i>MOLUSCE</i> pada <i>QGIS</i>	52
Gambar 2. 9. Empat Komponen Stok Karbon Utama dalam Pemodelan.....	55
Gambar 2. 10. Antarmuka Model <i>INVEST Carbon Storage and Sequestration</i> ..	57
Gambar 2. 11. Kerangka Teori.....	60
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	64
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian	123
Gambar 4. 1. Peta Administrasi Kecamatan Mataraman.....	125
Gambar 4. 2. Peta Geologi Kecamatan Mataraman	128
Gambar 4. 3. Peta Ketinggian Lahan Kecamatan Mataraman.....	130
Gambar 4. 4. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Mataraman.....	132
Gambar 4. 5. Peta Jenis Tanah Kecamatan Mataraman.....	135
Gambar 4. 6. Peta SUB - Daerah Aliran Sungai di Kecamatan Mataraman	137
Gambar 4. 7. Peta Curah Hujan Kecamatan Mataraman.....	139
Gambar 4. 8. Peta Suhu Udara Kecamatan Mataraman	140
Gambar 4. 9. Peta Kelembaban Relatif Kecamatan Mataraman	141
Gambar 4. 10. Peta Demografi Kecamatan Mataraman	147
Gambar 4. 11. Peta Izin Usaha Pertambangan Kecamatan Mataraman	155
Gambar 4. 12. Peta Kerja Survei Lapangan Berbasis Citra Sentinel-2 Natural Color Kecamatan Mataraman	171
Gambar 4. 13. Peta Sebaran Titik Validasi Lapangan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2025.....	174
Gambar 4. 14. Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2020.....	186
Gambar 4. 15. Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2020.....	188
Gambar 4. 16. Peta Indeks NDBI Tahun 2020	190
Gambar 4. 17. Peta Indeks MNDWI Tahun 2020.....	192
Gambar 4. 18. Peta Indeks NDVI Tahun 2020	194

Gambar 4. 19.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2020	197
Gambar 4. 20.	Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2021	200
Gambar 4. 21.	Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2021	202
Gambar 4. 22.	Peta Indeks NDBI Tahun 2021	204
Gambar 4. 23.	Peta Indeks MNDWI Tahun 2021	206
Gambar 4. 24.	Peta Indeks NDVI Tahun 2021	208
Gambar 4. 25.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2021	211
Gambar 4. 26.	Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2022	214
Gambar 4. 27.	Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2022	216
Gambar 4. 28.	Peta Indeks NDBI Tahun 2022	218
Gambar 4. 29.	Peta Indeks MNDWI Tahun 2022	220
Gambar 4. 30.	Peta Indeks NDVI Tahun 2022	222
Gambar 4. 31.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2022	225
Gambar 4. 32.	Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2023	228
Gambar 4. 33.	Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2023	230
Gambar 4. 34.	Peta Indeks NDBI Tahun 2023	232
Gambar 4. 35.	Peta Indeks MNDWI Tahun 2023	234
Gambar 4. 36.	Peta Indeks NDVI Tahun 2023	236
Gambar 4. 37.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2023	239
Gambar 4. 38.	Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2024	243
Gambar 4. 39.	Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2024	245
Gambar 4. 40.	Peta Indeks NDBI Tahun 2024	247
Gambar 4. 41.	Peta Indeks MNDWI Tahun 2024	249
Gambar 4. 42.	Peta Indeks NDVI tahun 2024	251
Gambar 4. 43.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2024	254
Gambar 4. 44.	Peta Indeks VH Sentinel-1 Tahun 2025	258
Gambar 4. 45.	Peta Indeks VV Sentinel-1 Tahun 2025	260
Gambar 4. 46.	Peta Indeks NDBI Tahun 2025	262
Gambar 4. 47.	Peta Indeks MNDWI Tahun 2025	264
Gambar 4. 48.	Peta Indeks NDVI Tahun 2025	266
Gambar 4. 49.	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2025	269
Gambar 4. 50.	Distribusi Nilai NDVI Berdasarkan Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	278
Gambar 4. 51.	Heatmap Hasil Uji Dunn NDVI Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	279
Gambar 4. 52.	Distribusi Nilai NDBI Berdasarkan Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	281
Gambar 4. 53.	Heatmap Hasil Uji Dunn NDBI Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	282

Gambar 4. 54. Distribusi Nilai MNDWI Berdasarkan Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	284
Gambar 4. 55. Heatmap Hasil Uji Dunn MNDWI Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	285
Gambar 4. 56. Distribusi Nilai <i>Backscatter</i> VV Berdasarkan Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	287
Gambar 4. 57. Heatmap Hasil Uji Dunn VV Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	288
Gambar 4. 58. Distribusi Nilai <i>Backscatter</i> VH Berdasarkan Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	290
Gambar 4. 59. Heatmap Hasil Uji Dunn VH Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	291
Gambar 4. 60. Heatmap Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> Setiap Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	293
Gambar 4. 61. Radar Chart Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	296
Gambar 4. 62. Perbandingan Nilai Eta Squared Antar Indeks Spektral dan <i>Backscatter</i>	299
Gambar 4. 63. Heatmap Z-Score Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	301
Gambar 4. 64. Heatmap <i>Jeffries-Matusita Distance</i> Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	304
Gambar 4. 65. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2020-2021	320
Gambar 4. 66. Grafik Transisi Tutupan Lahan Periode 2020-2021	321
Gambar 4. 67. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2020-2021	325
Gambar 4. 68. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2021-2022	331
Gambar 4. 69. Grafik Transisi Tutupan Lahan Periode 2021-2022	332
Gambar 4. 70. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2021-2022	336
Gambar 4. 71. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2022-2023	343
Gambar 4. 72. Grafik Transisi tutupan Lahan Periode 2022-2023	344
Gambar 4. 73. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2022-2023	348
Gambar 4. 74 Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2023-2024	354
Gambar 4. 75. Grafik Transisi Tutupan Lahan Periode 2023-2024	355
Gambar 4. 76. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2023-2024	359
Gambar 4. 77. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2024-2025	365
Gambar 4. 78. Grafik Transisi Tutupan Lahan Periode 2024-2025	366

Gambar 4. 79. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2024-2025	370
Gambar 4. 80. Peta Jarak ke Jalan Kecamatan Mataraman	374
Gambar 4. 81. Peta Jarak ke Permukiman Kecamatan Mataraman.....	378
Gambar 4. 82. Peta Jarak ke Sungai Kecamatan Mataraman	382
Gambar 4. 83. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Mataraman.....	386
Gambar 4. 84. Peta Kepadatan Penduduk Kecamatan Mataraman	390
Gambar 4. 85. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2020-2025	404
Gambar 4. 86. Grafik Transisi tutupan Lahan Periode 2020-2025.....	405
Gambar 4. 87. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2020-2025	407
Gambar 4. 88. Kurva Pembelajaran (<i>Learning curve</i>) Model Artificial Neural Network.....	410
Gambar 4. 89. Peta Tingkat Kepastian (<i>Certainty function</i>) Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2040.....	414
Gambar 4. 90. Peta Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2040	422
Gambar 4. 91. Peta Transisi Tutupan Lahan Periode 2025-2040	431
Gambar 4. 92. Grafik Transisi Tutupan Lahan Periode 2025-2040.....	432
Gambar 4. 93. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2025-2040	434
Gambar 4. 94. Peta Estimasi Stok Karbon tahun 2020	439
Gambar 4. 95. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Atas Permukaan Tahun 2020.....	442
Gambar 4. 96. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Bawah Permukaan Tahun 2020.....	445
Gambar 4. 97. Peta Estimasi Stok Karbon Tanah Tahun 2020.....	448
Gambar 4. 98. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Mati Tahun 2020	451
Gambar 4. 99. Peta Estimasi Stok Karbon tahun 2025	454
Gambar 4. 100. Peta Stok Karbon Biomassa Atas Permukaan Tahun 2025.....	457
Gambar 4. 101. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Bawah Permukaan Tahun 2025.....	459
Gambar 4. 102. Peta Estimasi Stok Karbon Tanah Tahun 2025.....	462
Gambar 4. 103. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Mati Tahun 2025	464
Gambar 4. 104. Peta Estimasi Stok Karbon Tahun 2040	468
Gambar 4. 105. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Atas Permukaan Tahun 2040.....	470
Gambar 4. 106. Peta Estimasi Stok Karbon Biomassa Bawah Permukaan Tahun 2040.....	472
Gambar 4. 107. Peta Estimasi Stok Karbon Tanah Tahun 2040.....	474
Gambar 4. 108. Peta Estimasi Stok karbon Biomassa Mati Tahun 2040	476

Gambar 4. 109. Peta Dinamika Stok Karbon Periode 2020-2025.....	480
Gambar 4. 110. Grafik Transisi Stok Karbon Periode 2020-2025.....	487
Gambar 4. 111. Peta Dinamika Stok Karbon Periode 2025-2040	493
Gambar 4. 112. Grafik Transisi Stok Karbon Periode 2025-2040.....	500

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Luas Hutan di kecamatan Mataraman Tahun 2019-2024 (Ha).....	3
Tabel 1. 2. Lima Kecamatan dengan Kenaikan Luas Perkebunan Kelapa Sawit Terbesar di Kabupaten Banjar (2023-2024).....	4
Tabel 1. 3. Luas Izin Usaha Pertambangan (IUP) menurut Desa di Kecamatan Mataraman (Ha).....	6
Tabel 1. 4. Penelitian Terdahulu	16
Tabel 2. 1. Karakteristik spektral citra Sentinel 2.....	38
Tabel 3. 1. Populasi Penelitian.....	65
Tabel 3. 2. Bahan Penelitian	66
Tabel 3. 3. Alat Penelitian.....	67
Tabel 3. 4. Operasional Variabel Penelitian.....	68
Tabel 3. 5. Data Penelitian.....	68
Tabel 3. 6. Variabel yang Digunakan dalam Klasifikasi Tutupan Lahan.....	76
Tabel 3. 7. Kelas Tutupan Lahan Penelitian	77
Tabel 3. 8. Definisi Operasional Kelas Tutupan Lahan.....	78
Tabel 3. 9. Karakteristik Visual Kelas Tutupan Lahan	80
Tabel 3. 10. Variabel Input <i>Random Forest</i>	85
Tabel 3. 11. Parameter <i>Random Forest</i>	87
Tabel 3. 12. Kode Referensi Lapangan.....	95
Tabel 3. 13. Variabel Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> yang Dianalisis ..	108
Tabel 3. 14. Interpretasi Nilai Eta Squared.....	112
Tabel 3. 15. Interpretasi Nilai <i>Jeffries-Matusita Distance</i>	113
Tabel 3. 16. Parameter Karbon per Kelas Tutupan Lahan (ton C/ha)	118
Tabel 4. 1. Luas Wilayah Kecamatan Mataraman Menurut per Desa	124
Tabel 4. 2. Geologi di Kecamatan Mataraman	127
Tabel 4. 3. Ketinggian di Lahan Kecamatan Mataraman	129
Tabel 4. 4. Kemiringan Lereng di Kecamatan Mataraman.....	131
Tabel 4. 5. Jenis Tanah Kecamatan Mataraman	134
Tabel 4. 6. Daerah Aliran Sungai di Kecamatan Mataraman	136
Tabel 4. 7. Kondisi Klimatologi di Kecamatan Mataraman (1996-2025).....	138
Tabel 4. 8. Rekapitulasi Jumlah Sekolah, Guru, dan Murid Berdasarkan Tingkat Pendidikan Tahun Ajaran 2024/2025.....	142
Tabel 4. 9. Rincian Jumlah SD dan MI Berdasarkan Desa Tahun Ajaran 2024/2025	143
Tabel 4. 10. Rincian SMP dan MTs Berdasarkan Desa Tahun Ajaran 2024/2025	144

Tabel 4. 11. Rincian SMA dan MA Berdasarkan Desa Tahun Ajaran 2024/2025	145
Tabel 4. 12. Kondisi Demografi Kecamatan Mataraman	146
Tabel 4. 13. Luas Tanam, Rusak, Panen, Produksi, dan Rata-Rata Produksi Tanaman Padi dan Palawija di Kecamatan Mataraman (2024)	148
Tabel 4. 14. Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Menurut Jenis Tanaman di Kecamatan Mataraman (Ton) (2023-2024).....	149
Tabel 4. 15. Produksi Tanaman Biofarmaka Menurut Jenis Tanaman di Kecamatan Mataraman (Kg) (2023-2024).....	150
Tabel 4. 16. Produksi Buah-buahan Tahunan Menurut Jenis Tanaman di Kecamatan Mataraman (Kuintal) (2023-2024).....	150
Tabel 4. 17. Luas Area dan Produksi Tanaman Perkebunan Menurut Jenis Tanaman di Kecamatan Mataraman (2023-2024).....	151
Tabel 4. 18. Populasi Ternak Besar, Ternak Kecil, Unggas, dan Aneka Ternak Menurut Jenis Ternak di Kecamatan Mataraman (Unit) (2024)....	152
Tabel 4. 19. Distribusi Luas Izin Usaha Pertambangan (IUP) Berdasarkan Desa di Kecamatan Mataraman	154
Tabel 4. 20. Banyaknya Desa/Kelurahan dengan Keberadaan Sarana Perdagangan Menurut Jenis Sarana di Kecamatan Mataraman (2024).....	156
Tabel 4. 21. Jumlah Perusahaan Industri Menurut Klasifikasi Industri dan Kelompok Tenaga Kerja di Kecamatan Mataraman (2024)	157
Tabel 4. 22. Luas Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2025	160
Tabel 4. 23. Perhitungan Jumlah Sampel Minimum Validasi.....	164
Tabel 4. 24. Distribusi Titik Sampel Validasi Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman Tahun 2025	167
Tabel 4. 25. Kode Lapangan Tutupan Lahan.....	172
Tabel 4. 26. Distribusi Titik Validasi Lapangan Tutupan Lahan Kecamatan Mataraman	173
Tabel 4. 27. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Evaluasi Akurasi Tutupan Lahan	176
Tabel 4. 28. Kesesuaian Hasil Klasifikasi	178
Tabel 4. 29. <i>Producer Accuracy</i> dan <i>User Accuracy</i>	179
Tabel 4. 30. Nilai <i>Overall Accuracy</i> dan Kappa.....	182
Tabel 4. 31. Luas Tutupan Lahan Tahun 2020.....	195
Tabel 4. 32. Luas Tutupan Lahan Tahun 2021	209
Tabel 4. 33. Luas Tutupan Lahan Tahun 2022.....	223
Tabel 4. 34. Luas Tutupan Lahan Tahun 2023.....	237
Tabel 4. 35. Luas Tutupan Lahan Tahun 2024.....	252
Tabel 4. 36. Luas Tutupan Lahan Tahun 2025.....	267
Tabel 4. 37. Statistik Deskriptif Nilai NDVI, NDBI, MNDWI, VV, dan VH pada Setiap Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	274

Tabel 4. 38.	Nilai Rata-Rata NDVI, NDBI, MNDWI, VV, dan VH pada Setiap Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	293
Tabel 4. 39.	Hasil Uji Kruskal-Wallis Karakteristik Spektral dan <i>Backscatter</i> Antar Kelas Tutupan Lahan Tahun 2025	298
Tabel 4. 40.	Ranking Kemampuan Diskriminasi Indeks Berdasarkan Nilai Eta Squared	299
Tabel 4. 41.	Sepuluh Pasangan Kelas dengan Tingkat Keterpisahan Terendah dan Tertinggi Berdasarkan Nilai <i>Jeffries-Matusita Distance</i> Tahun 2025.....	306
Tabel 4. 42.	Ringkasan Karakteristik Dominan Setiap Kelas Tutupan Lahan Berdasarkan Variabel Spektral dan <i>Backscatter</i> Tahun 2025	309
Tabel 4. 43.	Ranking Kemampuan Variabel dalam Membedakan Kelas Tutupan Lahan Berdasarkan Nilai Eta Squared.....	310
Tabel 4. 44.	Luas Tutupan Lahan Tahun 2020-2025	312
Tabel 4. 45.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2020-2021	315
Tabel 4. 46.	Desa <i>Hotspot</i> dan Transisi Dominan Perubahan Tutupan Lahan Periode 2020-2021	321
Tabel 4. 47.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Periode 2020-2021	324
Tabel 4. 48.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2021-2022	326
Tabel 4. 49.	Desa <i>Hotspot</i> dan Transisi Dominan Perubahan Tutupan Lahan Periode 2021-2022	332
Tabel 4. 50.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Tahun 2021-2022	335
Tabel 4. 51.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2022-2023	337
Tabel 4. 52.	Desa <i>Hotspot</i> dan Transisi Dominan Perubahan Tutupan Lahan Periode 2022-2023	344
Tabel 4. 53.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Tahun 2022-2023	347
Tabel 4. 54.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2023-2024.....	349
Tabel 4. 55.	Desa <i>Hotspot</i> dan Transisi Dominan Perubahan Tutupan Lahan Periode 2023-2024.....	355
Tabel 4. 56.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Tahun 2023-2024	357
Tabel 4. 57.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2024-2025	360
Tabel 4. 58.	Desa <i>Hotspot</i> dan Transisi Dominan Perubahan Tutupan Lahan Periode 2024-2025	366
Tabel 4. 59.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Tahun 2024-2025	368
Tabel 4. 60.	Korelasi Antar Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan	391

Tabel 4. 61.	Rekapitulasi Perubahan Luas Tutupan Lahan Tahun 2020-2025 ...	394
Tabel 4. 62.	Matriks Probabilitas Transisi Tutupan Lahan Tahun 2020-2025....	398
Tabel 4. 63.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2020-2025.....	399
Tabel 4. 64.	Status Perubahan Tutupan Lahan dalam Model 2020-2025	406
Tabel 4. 65.	Distribusi Tingkat Kepastian Model Berdasarkan Tutupan Lahan.	415
Tabel 4. 66.	Distribusi Tutupan Lahan Hasil Prediksi Tahun 2040	418
Tabel 4. 67.	Perubahan Luas Titipan Lahan tahun 2025-2040 (Ha).....	423
Tabel 4. 68.	Matriks Transisi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2025-2040	427
Tabel 4. 69.	Luas Area Berubah dan Tidak Berubah Tutupan Lahan Tahun 2025-2040	432
Tabel 4. 70.	Estimasi Stok Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2020 ...	437
Tabel 4. 71.	Estimasi Stok Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2025 ...	452
Tabel 4. 72.	Estimasi Stok Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Tahun 2040 ...	466
Tabel 4. 73.	Perubahan Simpanan Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Periode 2020-2025	478
Tabel 4. 74.	Perubahan Simpanan Karbon Berdasarkan Transisi Tutupan Lahan Periode 2020-2025	482
Tabel 4. 75.	Prediksi Perubahan Simpanan Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Periode 2025-2040	489
Tabel 4. 76.	Prediksi Perubahan Simpanan Karbon Berdasarkan Transisi Tutupan Lahan Periode 2025-2040 (Mg C)	495
Tabel 4. 77.	Sintesis Implikasi Perubahan Lanskap terhadap Mata Pencarian Masyarakat Kecamatan Mataraman.....	511
Tabel 4. 78.	Sintesis Implikasi Perubahan Tutupan Lahan terhadap Fungsi Hidrologi dan Kondisi Lingkungan	515
Tabel 4. 79.	Sintesis Perubahan Stok Karbon dan Jasa Ekosistem.....	518
Tabel 4. 80.	Sintesis Implikasi Jangka Panjang Dinamika Tutupan Lahan dan Stok Karbon Berdasarkan Prediksi Tahun 2040 di Kecamatan Mataraman	523

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian.....	554
Lampiran 2. Dokumentasi Lapangan	555
Lampiran 3. Skrip <i>Google Earth Engine</i> Algoritma <i>Random Forest</i>	561
Lampiran 4. Hasil Validasi Lapangan	562
Lampiran 5. Biodata Penulis	568