

**PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KABUPATEN LAMPUNG BARAT
BERBASIS PENGINDERAAN JAUH**

(Skripsi)

Oleh

**Efraim Aldorino Stefanus
2114151016**



**JURUSAN KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KABUPATEN LAMPUNG BARAT BERBASIS PENGINDERAAN JAUH

Oleh

EFRAIM ALDORINO STEFANUS

Perubahan tutupan lahan merupakan indikator penting dinamika lingkungan yang dipengaruhi aktivitas antropogenik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan mengevaluasi tren perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) di Kabupaten Lampung Barat periode 2014-2024. Metode pengumpulan data menggunakan penginderaan jauh dengan citra satelit Landsat 8 OLI resolusi 30 meter dari USGS Earth Explorer dan validasi lapangan melalui *ground check* serta Google Earth. Klasifikasi terbimbing dengan algoritma Random Forest diterapkan untuk mengidentifikasi enam kelas tutupan lahan yaitu pemukiman, hutan, badan air, sawah, daerah pertanian, dan lahan terbuka, kemudian dianalisis menggunakan plugin MOLUSCE dengan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Hasil penelitian menunjukkan akurasi klasifikasi sangat baik dengan *overall accuracy* 88,17% (2014) dan 90,00% (2024) serta koefisien Kappa >0,85. Perubahan signifikan terjadi pada tutupan hutan yang mengalami deforestasi drastis sebesar 7.249,05 ha (17,46%), diikuti ekspansi lahan pertanian 7.167,96 ha (5,15%) dan pemukiman 432,00 ha (33,45%). Badan air mengalami peningkatan 30,15 ha (9,66%), sedangkan lahan terbuka menurun 32,58 ha (29,99%), dengan matriks transisi menunjukkan konversi hutan menjadi lahan pertanian sebesar 21,4%. Kabupaten Lampung Barat mengalami transformasi lanskap yang didominasi konversi hutan menjadi lahan pertanian akibat tekanan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Hasil ini mengkonfirmasi perlunya kebijakan tata ruang berkelanjutan dan strategi konservasi terintegrasi untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan pembangunan ekonomi di wilayah studi.

Kata kunci : Penginderaan Jauh, Perubahan Tutupan Lahan, Random Forest, Landsat 8 OLI, Deforestasi

ABSTRACT

LAND COVER CHANGES IN WEST LAMPUNG REGENCY BASED ON REMOTE SENSING

By

EFRAIM ALDORINO STEFANUS

Land cover change is an important indicator of environmental dynamics influenced by anthropogenic activities. The objective of this study is to identify and evaluate trends in land use and land cover (LULC) changes in West Lampung Regency during the period 2014–2024. Data collection methods utilized remote sensing with Landsat 8 OLI satellite imagery at 30-meter resolution from the USGS Earth Explorer, along with field validation through ground checks and Google Earth. Supervised classification using the Random Forest algorithm was applied to identify six land cover classes: residential areas, forests, water bodies, rice fields, agricultural areas, and open land. These were then analyzed using the MOLUSCE plugin with the Artificial Neural Network (ANN) method. The results of the study show excellent classification accuracy with an overall accuracy of 88.17% (2014) and 90.00% (2024) and a Kappa coefficient >0.85 . Significant changes occurred in forest cover, which experienced drastic deforestation of 7,249.05 ha (17.46%), followed by agricultural land expansion of 7,167.96 ha (5.15%) and residential land expansion of 432.00 ha (33.45%). Water bodies increased by 30.15 ha (9.66%), while open land decreased by 32.58 ha (29.99%), with the transition matrix showing forest conversion to agricultural land at 21.4%. West Lampung District experienced landscape transformation dominated by forest conversion to agricultural land due to economic pressure and population growth. These results confirm the need for sustainable spatial planning policies and integrated conservation strategies to maintain ecosystem balance and economic development in the study area.

Keywords : Remote Sensing, Land Cover Change, Random Forest, Landsat 8 OLI, Deforestation

**PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KABUPATEN LAMPUNG BARAT
BERBASIS PENGINDERAAN JAUH**

Oleh

Efraim Aldorino Stefanus

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN**

Pada

**Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



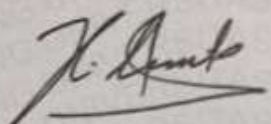
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : **PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KABUPATEN
LAMPUNG BARAT BERBASIS PENGINDERAAN
JAUH**

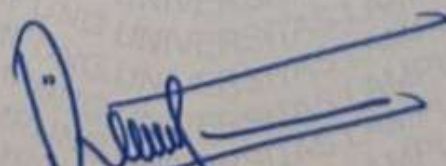
Nama : **Efraim Aldorino Stefanus**
NPM : **2114151016**
Jurusan/PS : **Kehutanan**
Fakultas : **Pertanian**




Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut, M.Si.
NIP 197807242005011003


Trio Santoso, S.Hut, M.Sc.
NIP 198503102014041002

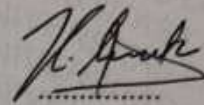
2. Ketua Jurusan Kehutanan


Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM.
NIP 197310121999032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

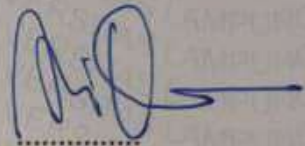
Ketua : **Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.**



Sekretaris : **Trio Santoso, S.Hut., M.Sc.**



Anggota : **Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Efraim Aldorino Stefanus

NPM : 2114151016

Jurusan : Kehutanan

Alamat : Perumahan Wana Asri, Blok A2 08, Beringin Raya,

Rumah Kemiling, Bandar Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sungguh-sungguh, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Lampung Barat Berbasis Penginderaan Jauh”

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 25 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Efraim Aldorino Stefanus
NPM. 2114151016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Karang Agung pada tanggal 16 Agustus 2003, sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Hadi Purwito dan Ibu Titik Idayanti dengan jenis kelamin Laki-laki dan beragama Kristen Protestan. Pendidikan penulis diawali dari TK Citra Dharma pada Tahun 2008 hingga 2009 dan dilanjutkan Sekolah Dasar di SDN 1 Karang Agung pada tahun 2009 hingga 2015, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Way Tenong pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018, serta Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Way Tenong pada tahun 2018 dan lulus pada tahun 2021. Penulis diterima di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Saat ini penulis merupakan Mahasiswa Universitas Lampung dengan program studi Kehutanan Fakultas Pertanian sejak tahun masuk yaitu pada 2021 hingga sekarang.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai organisasi baik didalam kampus maupun di luar kampus. Penulis aktif didalam organisasi kampus sebagai anggota dari Himpunan Mahasiswa Jurusan Kehutanan (Himasylva) periode tahun 2021-2023. Penulis memiliki pengalaman Magang di Stasiun Penelitian Rawa Bunder Taman Nasional Way Kambas pada bulan Januari tahun 2023. Penulis pada bulan Januari hingga Februari tahun 2024 melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2024 di Desa Makarti Tama, Kecamatan Gedung Aji Baru, Kabupaten Tulang Bawang selama 30 hari. Pada bulan Juli hingga Agustus tahun 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di KHDTK Getas Ngandong dan Hutan Pendidikan Wanagama Jawa Tengah.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yesus Kristus , karena berkat dan kasih karunia serta penyertaannya yang melimpah selama proses hidup penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN KABUPATEN LAMPUNG BARAT BERBASIS PENGINDERAAN JAUH” ini dengan baik sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan dari beberapa pihak.

Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak sebagai berikut :

1. Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kesehatan, kebahagiaan serta memberikan kemudahan dari dimulainya kegiatan praktik umum hingga laporan ini dapat tersusun.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Hj. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Dian Iswandaru, S.Hut., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas kesediaanya memberikan arahan serta motivasi selama proses perkuliahan yang penulis jalani. Terima Kasih sebanyak-banyaknya penulis ucapkan, semoga Bapak senantiasa di berkati dan di lindungi dalam hadirat

Tuhan.

6. Bapak Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pertama atas kesediannya memberikan arahan, bimbingan dan saran selama proses penyelesaian skripsi ini. Terimakasih sebanyak-banyaknya penulis ucapkan, semoga bapak sehat selalu dan diberkati Tuhan untuk apapun langkah perjalanan hidup bapak.
7. Bapak Trio Santoso, S.Hut., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaanya dalam membimbing, mengarahkan, memberi saran dan yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ilmu dan dukungan dari awal hingga selesainya skripsi ini ditulis. Semoga Tuhan memberkati apapun yang bapak lakukan.
8. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc. selaku dosen penguji pada ujian skripsi, terima kasih untuk arahan, masukan serta saran-saran dalam proses penyelesaian skripsi ini agar skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan wawasan dan ilmu pengetahuan kepada penulis selama masa perkuliahan dan Staff administrasi Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
10. Kedua orang tua tercinta ayahanda Hadi Purwito dan ibunda Titik Idayanti yang selalu memberikan doa, dukungan baik moril ataupun materiil, motivasi, nasihat dan semangat dalam kehidupan penulis.
11. Kepada kakak saya, Ardhyka Chandra Stefanus, terima kasih atas perhatian dan motivasi yang senantiasa diberikan dalam penulis menjalani masa studi.
12. Kepada Mas Saddam Maulana Maharsa, S.Hut, selaku Asisten selama Praktik Umum yang juga telah membantu dalam proses pengerjaan hasil skripsi ini sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
13. Teman seperbimbingan (Bima Arif Hidayah, Muhammad Agung, Muhammad Rofi, dan Roni Chandra) yang berproses dan berkembang bersama penulis dalam menyelesaikan dan memberikan banyak bantuan kepada penulis.
14. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2021 (LABORIOSA) dan keluarga besar Himasyilva Universitas Lampung karena memberikan kesan yang baik selama penulis melaksanakan masa studi.

15. Segenap pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak membantu penulis selama melakukan perkuliahan dan proses skripsi ini.
16. Terimakasih kepada seseorang yang tidak kalah penting kehadirannya dalam hidup penulis, Exaudi Cecilia Hutabarat. Sebagai wanita yang telah banyak berkontribusi dalam penulisan karya tulis ini telah menjadi rumah dan pendamping dalam segala hal yang menemani, selalu mendukung ataupun menghibur dalam keadaan sedih, serta menjadi pendengar yang baik untuk segala keluh kesah dalam hidup penulis selama perkuliahan dan penulisan karya tulis ini, semoga Tuhan Yesus selalu memberkati dalam segala hal yang kita jalani bersama dan selalu seturut dengan kehendak Tuhan untuk apa yang kita kerjakan.
17. Terimakasih untuk seseorang yang pernah bersama dalam kehidupan penulis, terimakasih atas proses pendewasaan penulis yang pernah hadir menjadi bagian menyenangkan dan menyakitkan sehingga penulis dapat termotivasi untuk terus berproses, berkembang dan membuktikan diri menjadi pribadi yang lebih baik.
18. Terima kasih kepada diri saya sendiri yang telah bertahan dan terus berjuang hingga saat ini, bertanggung jawab, bekerja keras untuk melewati dan menikmati setiap proses panjang skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Meskipun demikian, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menghasilkan karya ilmiah yang komprehensif dan bermakna. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung proses penyelesaian skripsi ini.

Bandar Lampung, 25 Juni 2025
Penulis

Efraim Aldorino Stefanus

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Sebab TUHAN, Dia sendiri akan berjalan di depanmu, Dia sendiri akan menyertai engkau, Dia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau; janganlah takut dan janganlah patah hati
(Ulangan 31 : 8)

Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang
(Amsal 23 : 8)

Dan segala sesuatu yang kamu lakukan dengan perkataan atau perbuatan, lakukanlah semuanya itu dalam nama Tuhan Yesus, sambil mengucap syukur oleh Dia kepada Allah, Bapa kita
(Kolose 3 : 17)

Kupersembahkan skripsi ini untuk :

Kedua orang tuaku:
(Ayah Hadi Purwito dan Ibu Titik Idayanti)

Keluargaku tercinta

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Karakteristik Wilayah Kabupaten Lampung Barat	6
2.2 Tutupan Lahan.....	7
2.3 Perubahan Tutupan Lahan.....	8
2.4 Penginderaan Jauh.....	9
2.5 Analisis Spasial	10
2.6 Citra Landsat 8 OLI.....	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Jenis Data	15
3.4 Metode Pengumpulan Data	16
3.4.1 Pengunduhan Citra	16
3.4.2 <i>Preprocessing</i> (Pra-Pemrosesan)	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23

4.1	Klasifikasi Jenis Tutupan Lahan	23
4.2	Hasil Uji Akurasi.....	25
4.3	Perubahan Area Tutupan Lahan	28
4.4	Transisi Tutupan Lahan Kabupaten Lampung Barat.....	31
4.5	Implikasi Ekologis Perubahan Tutupan Lahan	35
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Simpulan	37
5.2	Saran.....	37
	DAFTAR PUSTAKA.....	39
	LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spesifikasi Citra Landsat 8 OLI	12
Tabel 2. Spesifikasi TIRS.....	12
Tabel 3. Deskripsi data landsat.....	14
Tabel 4. Klasifikasi jenis tutupan lahan.	15
Tabel 5. <i>Confusion Matrix</i>	20
Tabel 6. Kategori Kesesuaian akurasi Kappa.....	22
Tabel 7. <i>Confusion Matrix</i> Tahun 2014.....	26
Tabel 8. <i>Confusion Matrix</i> Tahun 2024.....	28
Tabel 9. Perubahan Area Tutupan Lahan Kabupaten Lampung Barat Tahun 2014-2024.....	29
Tabel 10. Matriks Transisi Tutupan Lahan Kabupaten Lampung Barat Tahun 2014-2024.	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Kerangka Pemikiran Penelitian.....	5
2. Peta Lokasi Penelitian.....	13
3. Peta Area Pelatihan Sampel	19
4. Hasil Klasifikasi Tutupan lahan Kabupaten Lampung Barat tahun 2014 dan 2024.....	24
5. Model Potensi transisi tutupan lahan dari tahun 2014 hingga 2024 dengan metode ANN.....	33
6. Peta Transisi Perubahan Lahan Kabupaten Lampung Barat dari tahun 2014 hingga 2024.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lahan Pertanian Agroforestri.....	50
Lampiran 2. Daerah Pemukiman.....	50
Lampiran 3. Lahan Sawah.....	50
Lampiran 4. Lahan Pertanian Sayuran	51
Lampiran 5. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan pada Plugins Molusce di <i>Software</i> QGIS 2.18.15.....	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Lampung memiliki kawasan hutan yang luas, yang terdiri dari asosiasi pohon rapat yang menciptakan iklim makro dengan kondisi ekologis unik (Zain, 1996). Luas hutan di provinsi ini mencapai 1.004.735 hektar, yang mencakup 28,45% dari total daratan provinsi. Kawasan hutan terbagi menjadi tiga kategori berdasarkan fungsinya: hutan konservasi (462.030 hektar atau 45,98%), hutan lindung (317.615 hektar atau 31,61%), dan hutan produksi (225.090 hektar atau 22,41%) (Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 256/Kpts-II/2000). Perubahan tutupan lahan berdampak pada fungsi ekosistem baik secara global maupun lokal, yang penting untuk perencanaan wilayah (Sugandhi *et al.*, 2022). Oleh karena itu, identifikasi perubahan lahan menjadi langkah krusial dalam memantau perkembangan fisik wilayah, mengingat tutupan lahan merupakan hasil interaksi dinamis antara aktivitas manusia dan sumber daya lahan yang beragam (Liaqat *et al.*, 2021).

Salah satu contoh dari kondisi hutan yang ada di Provinsi Lampung, Kabupaten Lampung Barat adalah salah satu kabupaten yang terletak di sebelah barat Provinsi Lampung (Mahendra *et al.*, 2021). Kabupaten ini memiliki wilayah hutan yang memiliki status sebagai hutan lindung. Hutan lindung di Indonesia memiliki peran penting dalam menjaga ekosistem dan keanekaragaman hayati dunia. Namun, adanya ancaman dan gangguan telah menyebabkan beberapa kawasan hutan lindung mengalami penurunan luasannya (Supangat, 2013). Luas wilayah Kabupaten Lampung Barat sekitar 2.064,40 Km^2 atau 206.440 ha, di mana 61,5% merupakan kawasan hutan. Kawasan hutan tersebut terdiri dari kawasan hutan lindung dengan luasan 39.231,27 ha, dan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dengan luas sekitar 87.725 ha (Surya dan Astuti, 2017). Beberapa faktor yang dapat menyebabkan beberapa perubahan dalam data dan informasi penutupan

lahan pada suatu wilayah, termasuk alih fungsi lahan, pemindahan lahan pertanian, pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan perubahan fungsi hutan menjadi area penggunaan lain (Kesaulija *et al.*, 2020).

Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) sehingga kebutuhan lahan meningkat secara signifikan antara lain faktor sosial, ekonomi, dan kondisi biofisik. Wilayah Lampung Barat jelas memiliki potensi yang besar dan mendukung kegiatan pertanian. Namun, di samping potensi tersebut, terdapat juga berbagai ancaman yang dapat muncul kapan saja. Menurut Purwanto dan Sudiro (2015), penggunaan lahan merujuk pada aktivitas manusia di suatu area, sementara penutup lahan menggambarkan kondisi fisik permukaan tanah tanpa memperhatikan interaksi manusia. Oleh karena itu, bentuk karakteristik penggunaan lahan di suatu wilayah yang dapat diambil informasinya melalui teknologi penginderaan jauh. Enam (6) jenis penggunaan lahan, yaitu tanah terbuka, hutan, badan air dan daerah pertanian, pemukiman dan sawah diidentifikasi melalui citra satelit Landsat 8 dengan resolusi spasial tiga puluh meter.

Pemantauan dan analisis yang cermat diperlukan untuk menghadapi tantangan perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat. Dalam beberapa dekade terakhir, fokus penelitian lingkungan telah beralih ke perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) (Rahmat *et al.*, 2022). Berbagai metode dan strategi telah diterapkan dalam investigasi LULC, dengan penginderaan jauh berperan penting dalam memperoleh data yang komprehensif, akurat, dan bersifat multi-temporal (Darmawan dan Santoso 2022; Putraditama *et al.*, 2019; Yustika *et al.*, 2019). Data dan informasi yang tepat waktu mengenai perubahan tutupan lahan akan membantu pihak berwenang dan pemangku kepentingan dalam mengambil langkah-langkah pencegahan, konservasi, dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan (Rakuasa *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pemanfaatan citra satelit untuk analisis perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) di Kabupaten Lampung Barat menjadi sangat relevan dan penting. Menurut Ardiansyah (2015), tujuan utama penginderaan jauh adalah untuk mendapatkan data dan informasi tentang sumber daya alam dan lingkungan. Selain itu, Gong *et al* (2013) mengungkapkan bahwa penginderaan jauh sangat penting untuk memantau atau mengamati tutupan suatu area karena dapat memberikan informasi tentang

keragaman spasial secara luas, cepat, dan mudah. Keunggulan ini memudahkan analisis perubahan tutupan lahan secara berurutan dengan cakupan area yang luas. Kegiatan monitoring jarak jauh yang berkelanjutan yang menggunakan gambar penginderaan jauh selama jangka waktu tertentu dapat membantu menentukan manajemen yang lebih baik (Sinaga dan Darmawan, 2014).

Penelitian tentang perubahan tutupan lahan merupakan langkah awal dalam pengelolaan dan keberlanjutan lahan di masa depan. Penelitian ini juga dapat membantu pemerintah, stakeholder, dan pemangku kepentingan lainnya dalam pengelolaan dan penanganan lahan untuk membuat keputusan tentang pemanfaatan lahan yang menguntungkan seiring dengan pengembangan. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk meneliti terkait pentingnya kondisi perubahan tutupan lahan dari tahun 2014 sampai 2024.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, rumusan masalah yang muncul pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi tutupan lahan di wilayah Kabupaten Lampung Barat pada tahun 2014-2024?
2. Bagaimana dinamika perubahan tutupan lahan yang terjadi pada Kabupaten Lampung Barat selama periode 2014-2024?

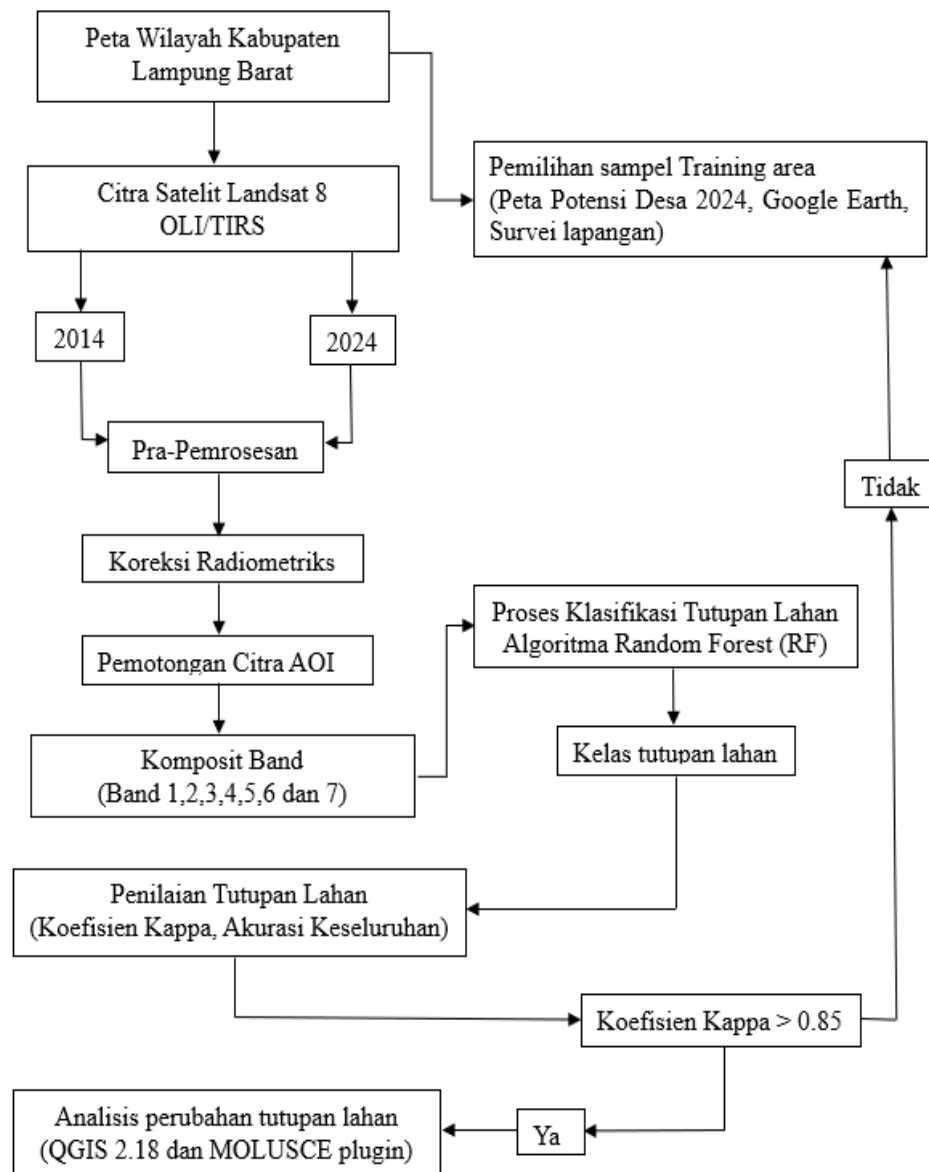
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) di wilayah Kabupaten Lampung Barat pada tahun (2014-2024).
2. Mengevaluasi tren perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) di Kabupaten Lampung Barat dalam 10 Tahun terakhir (2014-2024).

1.4 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS. Proses dimulai dengan pemetaan wilayah geografis yang menjadi fokus, dilanjutkan dengan pemilihan citra satelit dari tahun 2014 dan 2024. Tahap pra-pemrosesan dilakukan untuk melakukan koreksi radiometrik dan pemotongan citra *Area of Interest* (AOI). Selanjutnya, komposit band akan dibuat dari beberapa band citra yang relevan. Setelah itu, pemilihan sampel *training area* diambil berdasarkan peta potensi desa, *Google Earth*, dan survei lapangan. Proses klasifikasi tutupan lahan kemudian dilakukan menggunakan algoritma *Random Forest* (RF), yang akan mengidentifikasi kelas tutupan lahan. Penilaian tutupan lahan akan dilakukan dengan menghitung koefisien Kappa dan akurasi keseluruhan. Jika koefisien Kappa menunjukkan nilai lebih besar dari 0.85, maka hasil klasifikasi dinyatakan baik; jika tidak, proses klasifikasi harus diulang hingga hasil memuaskan dicapai. Analisis akhir akan dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS dan plugin MOLUSCE untuk memberikan gambaran tentang perubahan tutupan lahan yang terjadi.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Wilayah Kabupaten Lampung Barat

Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Lampung yang terletak pada koordinat $4^{\circ} 47' 16''$ - $5^{\circ} 56' 42''$ Lintang Selatan dan $103^{\circ} 35' 08''$ - $104^{\circ} 33' 51''$ Bujur Timur. Wilayah ini berbatasan langsung dengan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan (Provinsi Sumatera Selatan) di sebelah utara, Kabupaten Pesisir Barat di sebelah barat, Kabupaten Tanggamus di sebelah timur, dan Samudera Hindia di sebelah selatan (Hendri dan Theresia, 2022). Secara administratif, Kabupaten Lampung Barat yang beribu Kota Liwa, secara administratif meliputi 15 Kecamatan, 5 Kelurahan dan 131 Pekon, dengan luas wilayah $2.064,40 \text{ Km}^2$ atau 6,05% dari luas wilayah Provinsi Lampung. Topografi Kabupaten Lampung Barat didominasi oleh kawasan perbukitan dan pegunungan yang merupakan bagian dari rangkaian Pegunungan Bukit Barisan. Ketinggian wilayah bervariasi mulai dari 0 hingga lebih dari 2.000 meter di atas permukaan laut (mdpl). Sebagian besar wilayah (lebih dari 75%) memiliki kemiringan lereng di atas 15%, yang mengindikasikan dominasi terrain berbukit hingga bergunung. Kondisi geomorfologi yang kompleks ini membentuk berbagai tipe bentang lahan, mulai dari dataran aluvial hingga pegunungan vulkanik (Andini, 2019).

Pola tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat sangat beragam, mencakup hutan lindung, hutan produksi, area pertanian, perkebunan, pemukiman, dan badan air. Kawasan hutan masih mendominasi wilayah ini, terutama di bagian barat yang berbatasan dengan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Perkebunan kopi menjadi salah satu bentuk penggunaan lahan yang signifikan, mengingat Lampung Barat merupakan salah satu sentra produksi kopi robusta di Indonesia. Perkembangan wilayah telah mendorong konversi lahan dari kawasan hutan menjadi area pertanian dan pemukiman. Kabupaten Lampung Barat memiliki

potensi sumber daya alam yang besar, terutama dari sektor kehutanan, pertanian, dan pariwisata. Keberadaan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan menjadikan wilayah ini sebagai kawasan strategis untuk konservasi keanekaragaman hayati. Perubahan tutupan lahan yang cepat, terutama di kawasan hutan, menjadi isu kritis yang memerlukan penanganan serius. Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat menunjukkan tren yang dinamis dalam dua dekade terakhir. Faktor-faktor pendorong perubahan meliputi ekspansi pertanian, pertumbuhan populasi, pembangunan infrastruktur, dan aktivitas ekonomi (Pakasi dan Kumaat, 2018). Monitoring perubahan tutupan lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh menunjukkan pola perubahan yang bervariasi antar wilayah, dengan kecenderungan penurunan luas tutupan hutan dan peningkatan area terbangun serta lahan pertanian (Syam *et al.*, 2012).

2.2 Tutupan Lahan

Tutupan lahan (*land cover*) merupakan kenampakan material fisik permukaan bumi yang dapat menggambarkan keterkaitan antara proses alami dan proses sosial. Keberadaan tutupan lahan menjadi indikator penting dalam memahami kondisi lingkungan dan perubahan yang terjadi di suatu wilayah. Berbagai jenis tutupan lahan seperti hutan, lahan pertanian, pemukiman, dan badan air membentuk mosaik *landscape* yang kompleks dan dinamis. Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari seiring dengan perkembangan aktivitas manusia dan pertumbuhan populasi. Dalam bidang seperti pertambangan, kehutanan, pertanian, dan lainnya, tingkat penutupan lahan dapat berubah secara historis (Gifari *et al.*, 2023). Proses perubahan ini dapat terjadi secara gradual maupun drastis, tergantung pada faktor-faktor pendorong yang mempengaruhinya. Pemantauan perubahan tutupan lahan menjadi sangat penting dalam konteks pengelolaan lingkungan dan perencanaan pembangunan berkelanjutan.

Sangat penting untuk memahami perkembangan tutupan lahan karena dapat membantu memprediksi kondisi tutupan lahan suatu area di masa depan (Kapitarauw *et al.*, 2023). Identifikasi dan klasifikasi tutupan lahan dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, mulai dari survei lapangan konvensional hingga pemanfaatan teknologi penginderaan jauh. Setiap metode memiliki kelebihan dan

keterbatasannya masing-masing, namun kombinasi berbagai pendekatan dapat menghasilkan informasi yang lebih akurat dan komprehensif. Pola tutupan lahan suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh karakteristik fisik seperti topografi, iklim, dan jenis tanah, serta faktor sosial ekonomi seperti kebijakan pemerintah, pertumbuhan ekonomi, dan budaya masyarakat. Pemahaman terhadap faktor-faktor ini penting untuk menganalisis dinamika perubahan tutupan lahan dan memprediksi kecenderungan perubahannya di masa depan. Informasi tutupan lahan memiliki peran strategis dalam berbagai aspek pembangunan, termasuk perencanaan tata ruang, manajemen sumber daya alam, mitigasi bencana, dan konservasi lingkungan. Data tutupan lahan yang akurat dan terkini menjadi basis penting dalam pengambilan keputusan dan perumusan kebijakan pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

2.3 Perubahan Tutupan Lahan

Perubahan tutupan lahan merupakan manifestasi dari proses interaksi dinamis antara aktivitas manusia dan sumber daya lahan, yang tersebar secara spasial (Rakuasa dan Paniany, 2022). Perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) dapat terjadi dalam berbagai rentang waktu dan menunjukkan variasi dalam skala bentuk serta ukurannya (Rakhmonov *et al.*, 2021). Perubahan tutupan lahan juga dapat diartikan sebagai peralihan fungsi lahan dari satu ke yang lain, yang berkaitan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan tujuan manusia dalam usaha pemenuhan kebutuhan hidupnya (Anggari *et al.*, 2016). Perubahan tutupan lahan memiliki dampak yang sangat signifikan pada perencanaan pengembangan wilayah dan juga berpengaruh terhadap fungsi ekosistem pada semua tingkatan spasial, mulai dari skala global hingga lokal (Talukdar *et al.*, 2021). Peningkatan jumlah penduduk sejalan dengan peningkatan aktivitas manusia di berbagai sektor, terutama di sektor ekonomi, menyebabkan peningkatan kebutuhan akan sumber daya lahan. Namun, karena keterbatasan lahan yang tetap, hal ini akhirnya dapat mengurangi daya dukung lingkungan (Salakory dan Rakuasa, 2022).

Perubahan penggunaan lahan secara langsung menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Pemahaman mengenai penggunaan lahan dan tutupan lahan sangat penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang

berhubungan dengan permukaan bumi. Tutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sementara penggunaan lahan berkaitan dengan aktivitas manusia pada lahan tertentu (Lillesand *et al.*, 1993). Penggunaan lahan (*land use*) dapat diartikan sebagai segala bentuk intervensi manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, baik material maupun spiritual. Sementara itu, perubahan tutupan lahan merujuk pada perubahan yang terjadi pada vegetasi lahan tersebut (Nilda, 2014).

Perubahan penggunaan dan tutupan lahan (LULC) di banyak wilayah dunia telah menjadi isu global. Hal ini terjadi karena adanya transformasi total dari jenis-jenis tutupan lahan yang ada. Bencana alam seperti kekeringan dan banjir, yang diakibatkan oleh perubahan iklim, tidak selalu merupakan kejadian umum sebagaimana yang diusulkan dalam banyak literatur. Namun, intervensi manusia telah menyebabkan perubahan dramatis dalam masyarakat. Proses yang disebabkan oleh manusia berkembang pada tingkat yang lebih cepat. Kekuatan paling signifikan yang mempengaruhi vegetasi alam berasal dari dampak langsung pada populasi manusia yang terus berkembang (Tahir *et al.*, 2013).

2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah suatu ilmu dan teknologi yang memanfaatkan gambar untuk berbagai tujuan. Salah satu cara untuk mendapatkan data tentang tutupan lahan adalah dengan menggunakan citra satelit (Sampurno dan Thoriq, 2016). Penginderaan jauh telah berkembang menjadi teknologi kunci dalam analisis tutupan lahan dengan kemampuannya menghasilkan data spasial yang komprehensif dan temporal (Rijal *et al.*, 2019). Penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) merupakan salah satu bahan ajar dalam geografi (Emda, 2017). Penginderaan jauh adalah seni dan ilmu memperoleh informasi tentang suatu objek, ruang, atau fenomena melalui penggunaan alat tanpa kontak langsung (Lillesand, 2015). Menurut MohanRajan *et al.*, (2020), Penginderaan jauh adalah alat yang banyak digunakan dalam menganalisis penggunaan dan tutupan lahan (LULC), terutama karena kemampuannya dalam mengumpulkan data secara luas baik secara spasial maupun temporal.

Kemampuannya untuk menunjukkan area yang sangat luas dan seringkali tidak dapat dicapai adalah salah satu keunggulan teknologi penginderaan jauh. Untuk memaksimalkan kemampuan ini, beberapa scene data citra harus disatukan melalui proses mozaik atau menggunakan software pengolah citra satelit (Nadzir *et al.*, 2020), sehingga data penginderaan jauh dapat digabungkan menjadi satu gambar atau citra yang mencakup seluruh area yang diinginkan. Dalam penelitian lingkungan, teknik penginderaan jauh telah terbukti efektif dalam melacak perubahan spasial dan temporal (Mahardianti *et al.*, 2024).

2.5 Analisis Spasial

Analisis Spasial merupakan suatu proses di mana data yang berhubungan dengan lokasi geografis atau spasial pada permukaan bumi diolah, dimodelkan, dan diinterpretasikan (Franch-Pardo *et al.*, 2020). Analisis spasial dilakukan dengan bertujuan untuk memahami serta menjelajahi keterkaitan geografis antara objek, fenomena, atau entitas yang ada di suatu kawasan geografis (Rakuasa dan Latue, 2023). Pengkajian spasial melibatkan penerapan berbagai metode dan teknik yang digunakan untuk mengolah data geografis, seperti citra satelit, peta, atau data vektor lainnya. Teknik analisis spasial mencakup analisis *overlay*, *buffering*, interpolasi, klasifikasi, pengukuran jarak, dan metode lainnya.

Teknik analisis spasial merupakan aspek fundamental dalam penelitian yang melibatkan data geospasial, khususnya terkait pengolahan dan interpretasi data tersebut (Kusuma dan Sukendra, 2016). Melalui proses penyusunan dan pengolahan data spasial yang menghasilkan makna baru, peneliti dapat mengidentifikasi dan memahami pola serta korelasi antar fenomena di permukaan Bumi secara lebih komprehensif. Pemahaman mendalam yang diperoleh dari analisis spasial ini selanjutnya menjadi dasar pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam konteks perencanaan tata ruang dan manajemen sumber daya alam.

Salah satu alat penting dalam analisis spasial adalah sistem informasi geografis (SIG). SIG memungkinkan penggunaan teknik analisis yang kompleks seperti *overlay* peta, *buffering*, dan analisis *proximity*, serta memungkinkan integrasi data spasial dan non-spasial. Arifin (2011) mengatakan bahwa SIG tidak hanya mengubah data menjadi informasi tetapi juga menghasilkan output yang

membantu orang membuat keputusan. Peneliti dapat menggunakan SIG untuk menilai penggunaan lahan yang sebenarnya dan membandingkannya dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan.

Analisis Spasial perubahan tutupan lahan adalah suatu proses pemanfaatan teknik dan metode analisis spasial untuk memahami serta mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada tutupan lahan di suatu kawasan geografis sepanjang periode waktu tertentu (Latue dan Rakuasa, 2023). Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengenali pola, tren, dan dampak dari perubahan tutupan lahan serta memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan terkait manajemen sumber daya alam dan lingkungan. Analisis spasial perubahan tutupan lahan memiliki peran krusial dalam pemantauan lingkungan dan upaya pelestarian keberlanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi citra satelit dan metode analisis spasial yang canggih, para ahli dan pemangku kepentingan dapat mengidentifikasi tren perubahan, menghadapi tantangan lingkungan, dan merancang strategi penanganan yang sesuai untuk memastikan keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem di wilayah tersebut.

2.6 Citra Landsat 8 OLI

Pada 11 Februari 2013, diluncurkan satelit Landsat 8 *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) sebagai generasi terbaru penerus misi satelit Landsat dalam memetakan permukaan bumi. Satelit ini mengorbit bumi setiap 99 menit pada ketinggian rata-rata 705 km dengan sudut inklinasi $98,2^\circ$, dan melakukan liputan area yang sama setiap 16 hari. Dilengkapi dengan dua sensor canggih, yaitu *Operasional Land Imager* (OLI) yang memiliki 9 saluran termasuk band pankromatik beresolusi tinggi, dan *Thermal Infra Red Sensor* (TIRS) dengan 2 band termal (Sampurno dan Thoriq, 2016). Satelit Landsat 8 memiliki 11 saluran yang beroperasi pada panjang gelombang berbeda dan mengorbit dalam sistem sinkron matahari. Pada ketinggian 705 km di atas permukaan bumi, satelit ini bergerak dengan sudut kemiringan $98,2^\circ$, hampir mengelilingi seluruh planet dan melintasi jalur rotasi Bumi. Menurut USGS, Landsat 8 mampu merekam area seluas 185 x 185 kilometer dengan resolusi spasial 30 x 30 meter. Data satelit Landsat umumnya dimanfaatkan dalam bidang penginderaan jauh untuk melakukan klasifikasi dan pemetaan tutupan lahan. Berikut adalah rincian saluran (band) pada Sensor

Operasional Land Imager (OLI) yang terdiri dari sembilan band dan *Thermal Infra Red Sensor* (TIRS) yang memiliki dua band :

Tabel 1. Spesifikasi Citra Landsat 8 OLI

Band Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
Band 1 –Coastal/Aerosol	0.433 – 0.453 mikrometer	30 Meter
Band 2 –Blue	0.450 – 0.515 mikrometer	30 Meter
Band 3 –Green	0.525 – 0.600 mikrometer	30 Meter
Band 4 –Red	0.630 – 0.680 mikrometer	30 Meter
Band 5 -Near Infrared	0.845 -0.885 mikrometer	30 Meter
Band 6 –Short Wavelength Infrared	1.560 – 1.660 mikrometer	30 Meter
Band 7 – Short Wavelength Infrared	2.100 – 2.300 mikrometer	30 Meter
Band 8 -Panchromatic	0.500 – 0.680 mikrometer	15 Meter
Band 9 –Cirrus	1.360 – 1.390 mikrometer	30 Meter

Sumber : Handbook Landsat, 2019

Sedangkan pada *Sensor Thermal Infra Red* (TIRS) yang dikembangkan oleh NASA Goddard Space Flight Center memiliki dua band pada wilayah thermal dengan resolusi spasial 100 meter.

Tabel 2. Spesifikasi TIRS

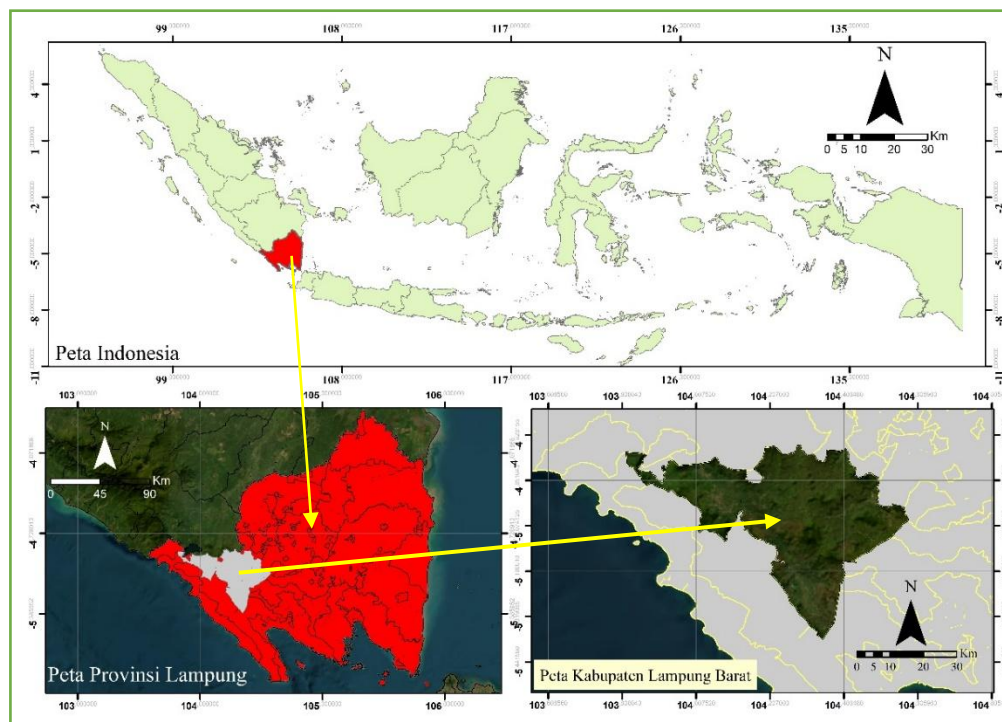
Band Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
Band 10 – Long Wavelength Infrared	10 – 11.30 mikrometer	100 meter
Band 11 – Long Wavelength Infrared	11.50 – 12.50 mikrometer	100 meter

Sumber : Handbook Landsat, 2019

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 - Maret 2025 yang berlokasi di Kabupaten Lampung Barat, yang terletak di Provinsi Lampung. Kabupaten Lampung Barat adalah salah satu daerah di Provinsi Lampung yang secara geografis terletak pada koordinat $103^{\circ}50'13''$ – $104^{\circ}33'49''$ BT dan $4^{\circ}51'26''$ – $5^{\circ}20'26''$ LS (Surya dan Astuti, 2017). Secara administratif, Kabupaten Lampung Barat terdiri dari lima belas kecamatan, diantaranya Kecamatan Batu Brak, Kecamatan Balik Bukit, Kecamatan Air Hitam, Kecamatan Belalau, Kecamatan Way Tenong, Kecamatan Gedung Surian, Kecamatan Pagar Dewa, Kecamatan Sekincau, Kecamatan Sukau, Kecamatan Suoh, Kecamatan Kebun Tebu, Kecamatan Batu Ketulis, Kecamatan Bandar Negeri Suoh, dan Kecamatan Lumbok Seminung.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Kabupaten Lampung Barat.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk tahap menganalisis dan pengolahan data penelitian ini antara lain:

1. Alat

Alat yang diperlukan untuk mendukung penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak, di antaranya :

1. Kamera yang digunakan untuk memotret hasil dari uji akurasi
2. Komputer atau Laptop
3. *software* QGIS 3.34 dan 2.18 yang diinstal pada perangkat komputer.
4. *Software* pengolah data dan teks.

2. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian mengenai perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat dilakukan dengan cara interpretasi menyeluruh menggunakan citra satelit Landsat pada dua periode waktu yang berbeda, yaitu tahun 2014 dan 2024. Data citra satelit tersebut diperoleh dengan mengunduhnya dari portal resmi *United States Geological Survey* (USGS), yang dapat diakses melalui situs web <http://earthexplorer.usgs.gov/> (Tabel 3).

Tabel 3. Deskripsi data landsat 8 OLI/TIRS

ID Produk	Path	Row	Tanggal Akuisis
LC08_L1TP_124063_20140927_20200910_02_T1	124	063	27 September 2014
			27 September 2014
LC08_L1TP_124064_20140927_20200910_02_T1	124	064	14 September 2024
			14 September 2024
LC09_L1TP_124063_20240914_20240914_02_T1	124	063	14 September 2024
			14 September 2024
LC09_L1TP_124064_20240914_20240914_02_T1	124	064	14 September 2024
			14 September 2024

2. DEM SRTM dengan resolusi spasial 30 meter
3. Peta Rupa Bumi (RBI) sebagai alat bantu interpretasi citra.
4. Klasifikasi tutupan lahan berdasarkan kabupaten Lampung Barat.

3.3 Jenis Data

Penelitian perubahan tutupan lahan ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dengan metode ground check pada titik-titik sampel yang ditentukan secara systematic sampling. Kegiatan *ground check* meliputi identifikasi jenis tutupan lahan, pengukuran koordinat dengan GPS, dan dokumentasi visual sebagai verifikasi hasil interpretasi citra.

Data sekunder yang digunakan terdiri dari citra satelit Landsat 8 OLI dengan resolusi spasial 30 meter, peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000, peta administratif kawasan hutan, dan data penunjukan kawasan hutan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Klasifikasi tutupan lahan mengacu pada SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan yang disajikan pada Tabel 4. Tabel 4. Klasifikasi jenis tutupan lahan

Tabel 4. Klasifikasi Jenis Tutupan Lahan

No.	Jenis Tutupan Lahan	Deskripsi
1.	Pemukiman	Area yang digunakan untuk aktivitas manusia, ditandai oleh bangunan geometris serta infrastruktur pendukung seperti jalan dan fasilitas umum.
2.	Hutan	Ekosistem lahan yang didominasi oleh pepohonan dengan kerapatan tinggi.
3.	Badan Air	Kawasan yang tergenang air seperti sungai, danau, waduk, atau area pesisir.
4.	Sawah	Lahan budidaya tanaman dalam skala besar dengan pola tanam yang teratur.
5.	Daerah Pertanian	Lahan yang digunakan untuk budidaya tanaman pangan, memiliki pola penggunaan lahan yang teratur.
6.	Tanah Terbuka	Lahan kosong yang tidak memiliki penutupan vegetasi.

Penelitian ini cenderung lebih menitikberatkan pada pemanfaatan data sekunder, kombinasi antara data primer dan sekunder memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis yang komprehensif dan akurat. Penggunaan data dari berbagai sumber ini membantu dalam mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan, memvalidasi interpretasi citra, dan memberikan konteks yang lebih mendalam terhadap dinamika penggunaan lahan di wilayah penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Pengunduhan Citra

Proses pengumpulan data citra dalam penelitian ini dilaksanakan melalui proses pengunduhan citra satelit Landsat 8 pada periode tahun 2014 dan 2024 dari situs web resmi USGS *Earth Explorer*. Pengunduhan data citra tersebut dilakukan dengan tujuan untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis mendalam terhadap citra yang diperoleh.

3.4.2 *Preprocessing* (Pra-Pemrosesan)

3.4.2.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik bertujuan untuk menghasilkan citra temporal dengan kontras yang konsisten, dengan mengatasi berbagai gangguan dalam proses perekaman. Menurut Bobsaid (2017), koreksi ini dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan yang disebabkan oleh interferensi energi elektromagnetik di atmosfer, kelemahan sistem optik, dan variasi sudut elevasi matahari. Proses koreksi dilakukan menggunakan metode *Top of Atmospheric* (ToA) pada Citra Landsat melalui pemrosesan otomatis dan manual. Fokus utama koreksi radiometrik adalah menghilangkan kesalahan nilai angka digital yang timbul akibat perbedaan sudut elevasi matahari selama proses perekaman gambar.

3.4.2.2 Komposit Citra

Dalam rangka mendukung analisis penelitian, dilakukan seleksi dan kombinasi tiga band citra dengan mempertimbangkan karakteristik spektral masing-masing band. Pemilihan band disesuaikan secara spesifik dengan karakteristik spektral dan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat dapat diidentifikasi melalui interpretasi citra dengan menggunakan komposisi band *natural colour*, yang terdiri dari band 4, 3, dan 2. Kombinasi band ini dipilih untuk memberikan ragam informasi spektral yang komprehensif dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai jenis penutupan lahan. Kombinasi band ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan informasi yang dapat diekstraksi dari citra satelit.

Untuk memperkuat analisis spasial dan meningkatkan akurasi klasifikasi tutupan lahan, penelitian ini juga mengintegrasikan data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dengan resolusi spasial 30 meter. Data DEM SRTM tetap menjadi salah satu dataset elevasi yang paling banyak digunakan dalam analisis geospasial modern karena ketersediaan global dan akurasi yang konsisten (Simard *et al.*, 2024). Data ini digunakan untuk menganalisis karakteristik topografi wilayah, termasuk elevasi, kemiringan lereng, dan aspek lereng yang berpengaruh terhadap pola distribusi tutupan lahan di daerah penelitian (Yang *et al.*, 2020). Integrasi data elevasi ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dalam memahami hubungan antara faktor topografi dengan dinamika perubahan tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat.

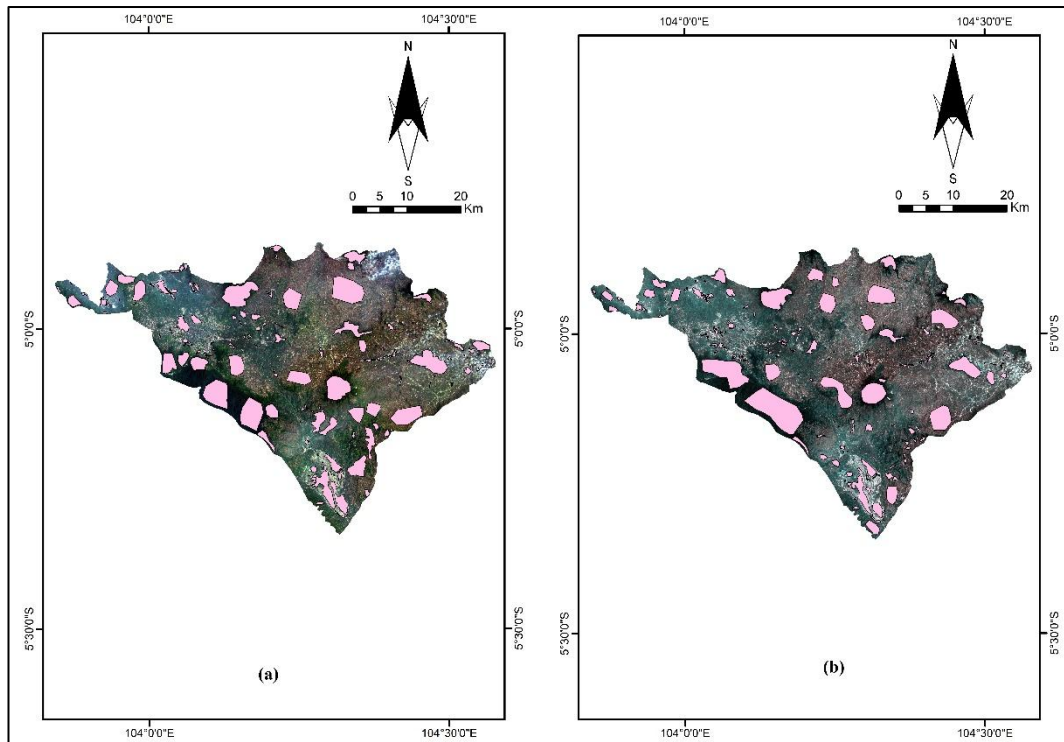
3.4.2.3 Pemotongan Citra *Area Of Interest* (AOI)

Pemotongan citra dilakukan untuk menghasilkan daerah penelitian yang lebih terfokus, rinci, dan optimal. Dengan menggunakan batas *shapefile* (shp) batas administrasi Kabupaten Lampung Barat untuk daerah pemotongan gambar yang diperoleh dari <https://www.indonesia-geospasial.com> yang akan digunakan (Aspar *et al.*, 2022).

3.4.2.4 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra memiliki dua metode utama yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*). Dalam penelitian ini, fokus ditempatkan pada metode terbimbing (*supervised*). Menurut Nugraha dan Saepuloh (2019), metode ini digunakan ketika peneliti memiliki pengetahuan mendalam tentang data dan dapat mengidentifikasi lokasi serta kelas-kelas pada citra satelit berdasarkan nilai spektral setiap piksel. Penelitian ini menggunakan pendekatan klasifikasi citra yang menggabungkan interpretasi visual dan digital dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) menggunakan algoritma *Random Forest* (RF). Proses klasifikasi dimulai dengan membuat penciri kelas (*class signature*) dari area pelatihan yang mewakili berbagai penggunaan lahan (Gaol dan Susilo, 2018). Dalam penelitian ini, penggunaan dan tutupan lahan dikelompokkan menjadi 6 kelas meliputi hutan, tanah terbuka, badan air, daerah pertanian, pemukiman dan sawah.

Klasifikasi digital menggunakan algoritma *Random Forest* (RF) dengan mempertimbangkan probabilitas setiap piksel masuk ke dalam kelas tertentu. Perhitungan ini memperhatikan *prior probability*, yaitu persentase tutupan pada citra yang akan diklasifikasi, dengan asumsi peluang awal yang sama untuk semua kelas jika tidak diketahui secara pasti. Algoritma *Random Forest* (RF) dipilih karena memiliki keunggulan dalam mengambil nilai probabilitas maksimum pada proses klasifikasi training area. Dengan demikian, algoritma RF dipilih karena beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas *Random Forest* dalam mengklasifikasikan perubahan tutupan lahan, berkat kemampuannya dalam menangani data berdimensi tinggi serta mengurangi risiko *overfitting* (Belgiu dan Dragu, 2016). Namun, penggunaan algoritme pembelajaran mesin, seperti *Random Forest* (RF), dalam klasifikasi tutupan lahan telah menunjukkan baik potensi maupun tantangan di berbagai wilayah geografis dan kondisi lingkungan (Bui dan Mucsi, 2021).



Gambar 3. Sampel Pelatihan untuk (a) tahun 2014 dan (b) tahun 2024.

3.4.2.5 Pengambilan Data Lapangan (*ground check*)

Dalam penelitian ini, metode *purposive random sampling* digunakan untuk menentukan lokasi data validasi penggunaan lahan. Tujuan utama metode ini adalah memastikan bahwa seluruh kelas penutup lahan dapat terwakili secara komprehensif berdasarkan kondisi temporal tertentu. Semakin banyak titik sampel yang tersebar secara merata, semakin tinggi kualitas uji akurasi yang akan dihasilkan (Nguyen *et al.*, 2018). Proses survei lapangan dilaksanakan dengan mempertimbangkan sejumlah faktor kritis, termasuk aksesibilitas wilayah, manajemen waktu, serta kondisi dan kendala operasional. Mengingat lokasi penelitian memiliki karakteristik geografis yang sulit dijangkau, tim peneliti mengadopsi pendekatan inovatif dengan memanfaatkan citra *Google Earth* sebagai metode alternatif untuk mengumpulkan data dan mengamati titik sampel pada area yang tidak memungkinkan untuk diakses secara langsung. Strategi ini memungkinkan peneliti untuk tetap mendapatkan informasi yang akurat dan representatif meskipun menghadapi keterbatasan aksesibilitas.

3.4.2.6 Uji Akurasi

Dalam penelitian ini, data dari cek lapangan dan *Google Earth* digunakan sebagai *training area* dan validasi data untuk analisis klasifikasi penggunaan dan tutupan lahan pada dua periode berbeda, yaitu tahun 2014 dan 2024. Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil interpretasi citra satelit terhadap titik sampling sebagai referensi. Proses uji akurasi mencakup empat metode utama: akurasi keseluruhan, akurasi pembuat, akurasi pengguna, dan akurasi kappa. Akurasi keseluruhan mengukur jumlah piksel yang terklasifikasi benar pada setiap kelas dibandingkan dengan total sampel. Akurasi pembuat mengevaluasi peluang rata-rata piksel yang menunjukkan sebaran kelas yang telah diklasifikasi di lapangan. Akurasi pengguna menilai peluang rata-rata piksel yang secara aktual mewakili kelas tertentu. Sementara itu, akurasi kappa merupakan metode komprehensif yang mempertimbangkan seluruh elemen matriks kesalahan, termasuk kesalahan omisi dan komisi. Menurut Sarkar (2018), seluruh penilaian akurasi dihitung berdasarkan tabel matriks kesalahan (*confusion matrix*) yang ditunjukkan pada persamaan berikut, sehingga memungkinkan analisis mendalam tentang keakuratan klasifikasi penggunaan lahan.

Tabel 5. *Confusion Matrix*[illegible]

Akurasi Pengguna (*User's Accuracy*):

$$UA = \frac{\chi_{ii}}{\chi_{i+}} \times 100\%$$

Akurasi Pembuat (*Producer's Accuracy*):

$$PA = \frac{\chi_{ii}}{\chi_{+i}} \times 100\%$$

Akurasi Keseluruhan (*Overall Accuracy*):

$$OA = \frac{\sum \chi_{ii}}{N} \times 100\%$$

Koefisien Kappa (*Kappa Coefficient*):

$$K = \frac{N \cdot \sum \chi_{ii} - \sum (\chi_{+i} \cdot \chi_{+i})}{N^2 - (\chi_{+i} \cdot \chi_{+i})}$$

Keterangan :

- χ_{ii} : Jumlah piksel yang diklasifikasikan dengan benar ke dalam kategori i (diagonal)
- χ_{i+} : Jumlah piksel diklasifikasikan ke dalam kategori i (total baris).
- χ_{+i} : Jumlah piksel referensi dalam kategori i (total kolom).
- $\sum \chi_{ii}$: Total jumlah piksel yang diklasifikasikan benar (total diagonal)..
- N : Total Jumlah piksel referensi.

Proses evaluasi akurasi dalam klasifikasi penggunaan lahan dilakukan dengan menilai akurasi keseluruhan, akurasi pembuat, dan akurasi pengguna. Kriteria penilaian mengacu pada koefisien Kappa yang menunjukkan tingkat keberhasilan klasifikasi. Koefisien Kappa merupakan metode statistik yang memungkinkan penilaian akurasi yang lebih komprehensif dibandingkan sekadar menghitung persentase keberhasilan. Nilai koefisien ini mempertimbangkan kesalahan klasifikasi dan memberikan gambaran yang lebih objektif tentang kualitas hasil klasifikasi citra. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan klasifikasi, peneliti akan merujuk pada kategori koefisien Kappa yang telah ditetapkan dalam tabel kriteria Tabel 6.

Tabel 6. Kategori Kesesuaian akurasi Kappa.

Nilai Kappa (%)	Kriteria
<20	Buruk
21-40	Cukup baik
41-60	Sedang
61-80	Baik
81-99	Hampir sempurna

Sumber : Viera dan Garret, (2005)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah sebagai berikut:

1. Terjadi perubahan signifikan pada tutupan lahan di Kabupaten Lampung Barat dalam kurun waktu 10 tahun. Hutan mengalami penurunan seluas 7.249,05 ha (17,46%), terutama akibat konversi menjadi lahan pertanian. Sebaliknya, lahan pertanian meningkat 7.167,96 ha (5,15%), menunjukkan tekanan kebutuhan ekonomi masyarakat. Badan air bertambah 30,15 ha (9,66%), diduga karena pembangunan embung dan perubahan iklim, sementara pemukiman bertambah 432,00 ha (33,45%), kemungkinan akibat kebijakan penataan permukiman.
2. Tren perubahan tutupan lahan mengarah pada alih fungsi hutan menjadi lahan produktif, yang berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem, seperti penurunan keanekaragaman hayati dan fungsi hidrologis. Namun, penurunan lahan terbuka (-29,99%) menunjukkan upaya rehabilitasi lahan. Akurasi klasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest* menghasilkan nilai overall accuracy >88% dan koefisien Kappa >0,85, sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan beberapa kajian lanjutan untuk melengkapi temuan. Pertama, perlu dilakukan analisis mendalam terhadap faktor sosial-ekonomi yang mendorong deforestasi, seperti studi tentang motivasi masyarakat dalam alih fungsi lahan dan pengaruh kebijakan daerah

terhadap perubahan tutupan lahan. Kedua, penting untuk mengevaluasi dampak ekologis lebih rinci, khususnya pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap keanekaragaman hayati dan fungsi hidrologis DAS.

2. Penelitian selanjutnya dapat memanfaatkan data dengan resolusi lebih tinggi seperti citra Sentinel-2 untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Selain itu, pemodelan prediktif menggunakan metode *Cellular Automata-Markov* dapat dikembangkan untuk memproyeksikan perubahan tutupan lahan di masa depan. Kolaborasi dengan instansi terkait seperti Bappeda dan Dinas Kehutanan juga diperlukan untuk memperkuat basis data dan rekomendasi kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, R. P. 2019. *Implementasi Peraturan Daerah Nomor 2 Tahun 2016 Tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Dalam Perspektif Hukum Islam (Studi di Wisata Lumbok Ranau Lampung Barat)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Anggari, R., Zulfan, Z., dan Ibrahim, H. 2016. Alih fungsi lahan sawah ke perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Trumon Kabupaten Aceh Selatan Tahun 2005-2014. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*, 1(1).
- Aprianto, R., Dharmawan, A.H., dan Darusman, D. 2023. Institutional misfit and deforestation: Case study from Lampung Province, Indonesia. *Forest Policy and Economics*. 146: 102867. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102867>
- Aspar, A., Nurfalaq, A., dan Jumardi, A. 2022. Pemanfaatan citra satelit untuk identifikasi konversi lahan di Kelurahan Sabe Kecamatan Belopa Utara kabupaten luwu. *Applied Physics of Cokroaminoto Palopo*. 3(2): 53-61.
- Austin, K. G., Schwantes, A., Gu, Y., dan Kasibhatla, P. S. 2023. What causes deforestation in Indonesia?. *Environmental Research Letters*. 18(3): 034001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acb066>
- Belgiu, M., dan Drăgu, L. 2016. Hutan acak dalam penginderaan jauh: tinjauan aplikasi dan arah masa depan. *Jurnal Fotogrametri dan Penginderaan Jauh ISPRS*. 114: 24-31.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. 2012. Lampung Dalam Angka. BPS Provinsi Lampung. Bandar Lampung
- BPS Lampung Barat. 2023. Statistik Lingkungan Hidup Kabupaten Lampung Barat 2022.
- BPS Lampung. 2022. *Statistik lahan pertanian Provinsi Lampung 2021*. Badan Pusat Statistik.
- Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K.-H., dan Seto, K. C. 2023. Future urban land expansion and implications for global

croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 120(7): e2206036120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2206036120>

- Bui, DH, dan Mucsi, L. 2021. Dari peta tutupan lahan ke peta penggunaan lahan: pendekatan gabungan berbasis piksel dan berbasis objek menggunakan data landsat multi-temporal, pengklasifikasi hutan acak, dan aturan keputusan. *Penginderaan Jauh*. 13(9): 1700.
- Burke, M., Driscoll, A., Lobell, D. B., dan Ermon, S. 2021. Using satellite imagery to understand and promote sustainable development. *Science*. 371: 6535.
- Chen, Y., Li, X., dan Liu, X. 2022. Agricultural land conversion in Southeast Asia: Patterns, drivers and policy implications. *Land Use Policy*. 112: 105833. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105833>
- Congalton, R. G., dan Green, K. 2019. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. CRC press.
- Dadrass Javan, F., Samadzadegan, F., Mehravar, S., Toosi, A., Khatami, R., dan Stein, A. 2021. A review of image fusion techniques for pan-sharpening of high-resolution satellite imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 171: 101–117.
- DAFTAR PUSTAKA
- Darmawan, A., dan Santoso, T. 2024. Mapping urban transformation: the random forest algorithm to monitor land use and land cover change in Bandar Lampung City. *Jurnal Sylva Lestari*. 12(3): 980-997.
- Dinas Perkebunan Provinsi Lampung. 2012. Statistik Perkebunan 2011. Disbun Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- Djamaluddin, I., Wijayanto, A. K., dan Prasetyo, L. B. 2021. Challenges in bare soil detection using multispectral imagery in tropical regions. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 22: 100507. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100507>
- Emda A. 2017. Kedudukan motivasi belajar siswa dalam pembelajaran. *Lantanida Journal*. 5(2): 93–196.
- Enrici, A., Budiharta, S., Sugardjito, J., dan Meijaard, E. 2023. Biodiversity responses to deforestation in Sumatran landscapes. *Conservation Biology*. 37(2): Article e14012. <https://doi.org/10.1111/cobi.14012>
- Folke, C., Carpenter, S., dan Walker, B. 2021. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*. 26(4): 11. <https://doi.org/10.5751/ES-04972-260411>
- Foody, G. M. 2020. Explaining the unsuitability of the kappa coefficient in the assessment and comparison of the accuracy of thematic maps obtained by

- image classification. *Remote Sensing of Environment*. 239: 111630. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111630>
- Franch-Pardo, I., Napoletano, B. M., Rosete-Verges, F., dan Billa, L. 2020. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. *review. Science of The Total Environment*. 739: 140033.
- Gaol, J. L., dan Susilo, S. B. 2018. Studi kerapatan dan perubahan tutupan mangrove menggunakan citra satelit di Pulau Sebatik Kalimantan Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(1): 99-109.
- Gaveau, D. L. A., Sheil, D., Salim, M. A., dan Husnayaen. 2023. Forest conversion to agriculture in Indonesian Borneo. *Nature Sustainability*. 6(2): 160-168. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01025-0>
- Gaveau, D.L.A., Sheil, D., dan Husnayaen. 2023. Forest loss in Indonesia: trends, drivers and policy. *Nature Sustainability*. 6(3): 225-234. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01018-z>
- Gifari, O. I., Kusriani., dan Yuana, K. A. 2023. Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing pada data citra penginderaan jauh Kota Samarinda – Kalimantan Timur. *Informatika Mulawarman: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. 18(2): 71-77.
- Gupta, R., Pandey, P., dan Kumar, P. 2022. Improved water body detection using spectral indices fusion and Sentinel-2 imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 112: 102936. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102936>
- Gurung, S. B., Wasson, R. J., Bird, M., dan Jarihani, B. 2025. Water-Sensitive Urban Design (WSUD) Performance in Mitigating Urban Flooding in a Wet Tropical North Queensland Sub-Catchment.
- Hendri, N., dan Thresia, F. 2022. Rebranding pemasaran internasional kopi luwak Lampung Barat. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*. 6(2): 300-305.
- IPBES. 2022. *Assessment report on land degradation and restoration*. IPBES Secretariat.
- Jain, M. 2024. Future land use and land cover simulations with cellular automata-based artificial neural network: A case study over Delhi megacity (India). *Heliyon*. 10(14).
- Kapitarauw, C. L., Imburi, C. S., dan Beljai, M. 2023. Analisis spasial deforestasi kawasan Hutan Lindung Arfak di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*. 9(1): 109-122. <https://doi.org/10.46703/jurnalpapuasiasia.Vol9.Iss1.434>.

- Khalid, W., Shamim, S. K., dan Ahmad, A. 2024. Synergistic approach for land use and land cover dynamics prediction in Uttarakhand using cellular automata and artificial neural network. *Geomatica*. 76(2): 100017.
- Kesaulija, S. E., Murdjoko, A., dan Moeljono, S. 2020. Analisis perubahan tutupan lahan di Kabupaten Manokwari Selatan. *Cassowary*. 3(2): 141–152. DOI: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v3.i2.53>
- KLHK. 2022. *Laporan kinerja Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2021*. Kementerian LHK.
- Latue, P. C., dan Rakuasa, H. 2023. Analisis spasial perubahan tutupan lahan di Das Wae Batugantong, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 10(1): 149–155.
- Latue, P. C., dan Rakuasa, H. 2023. Analysis of land cover change due to urban growth in Central Ternate District, Ternate City using Cellular Automata-Markov Chain. *Journal of Applied Geospatial Information*. 7(1): 722–728.
- Latue, P. C., Septory, J. S. I., dan Rakuasa, H. 2023. Perubahan tutupan lahan Kota Ambon Tahun 2015, 2019 dan 2023. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*. 10(1): 177–186.
- Latue, Philia, C., Manakane, S. E., dan Rakuasa, H. 2023. Analisis perkembangan kepadatan permukiman di Kota Ambon Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Metode Kernel Density. *Blend Sains Jurnal Teknik*. 2(1): 26–34.
- Lillesand, T. M. 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: Jhon Willey & Son.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., Dulbahri, Suharsono, P., Hartono, Suharyadi, dan Sutanto. 1993. *Penginderaan jauh dan interpretasi citra*. Gadjah Mada University.
- Lukiawan, R., Purwanto, E. H., dan Ayundyahrini, M. 2018. Standar koreksi geometrik citra satelit resolusi menengah dan manfaat bagi pengguna. *Jurnal Standarisasi*. 21(1): 45-54.
- Mahardianti, M. A., Prabawa, S. E., dan Effendi, A. F. 2024. Studi perubahan indeks kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan tanah dan indeks kualitas udara dengan pemanfaatan citra satelit landsat 8 di Kabupaten Gresik. *GEOID*. 19(3): 386-404.
- Mahendra, F., Wulandari, C., dan Budi Yuwono, S. 2021. Dampak tekanan antropogenik terhadap produktivitas kopi dan c-organik di Lampung Barat Provinsi Lampung [Impact of antropogenic pressure to coffee productivity and c-organic in West Lampung Regency, Lampung Province]. *Jurnal Riset Pembangunan Berkelanjutan (Journal of Sustainable Development Research)*. 1(1): 19-26.

- Mahtta, R., Fragkias, M., Güneralp, B., Mahendra, A., Reba, M., Wentz, E. A., dan Seto, K. C. 2022. Urban land expansion: The role of population and economic growth for 300+ cities. *npj Urban Sustainability*. 2(1), 5. <https://doi.org/10.1038/s42949-022-00048-y>
- Mansour, S., Al-Belushi, M., dan Al-Awadhi, T. 2020. Monitoring land use and land cover changes in the mountainous cities of Oman using GIS and CA-Markov modelling techniques. *Land Use Policy*. 91 :104414.
- Margono, B.A., Potapov, P.V., dan Turubanova, S. 2022. Primary forest cover loss in Indonesia over 2000-2020. *Nature Climate Change*. 12(4): 374-380. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01326-4>
- Mehra, N., dan Swain, J. B. 2024. Assessment of land use land cover change and its effects using artificial neural network-based cellular automation. *Journal of Engineering and Applied Science*. 71(1), 70.
- Meyfroidt, P., Abeygunawardane, D., dan Ramankutty, N. 2022. Agricultural expansion and forest transition. *Global Environmental Change*. 75: 102555. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102555>
- Meyfroidt, P., Abeygunawardane, D., Ramankutty, N., Thomson, A., dan Zeleke, G. 2022. Interactions between land systems and food systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 55: 101-118. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101193>
- Meyfroidt, P., Abeygunawardane, D., Ramankutty, N., Thomson, A., dan Zeleke, G. 2022. Interactions between land systems and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*. 47: 483-507. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-015137>
- MohanRajan, S. N., Loganathan, A., dan Manoharan, P. 2020. Survei analisis perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan (LU/LC) di Lingkungan Penginderaan Jauh dan SIG: teknik dan tantangan. *Ilmu Lingkungan dan Penelitian Polusi Springer*. 27(24): 29900-29926. DOI: 10.1007/s11356-020-09091-7
- Muhammad, R., Zhang, W., Abbas, Z., Guo, F., dan Gwiazdzinski, L. 2022. Spatiotemporal change analysis and prediction of future land use and land cover changes using QGIS MOLUSCE plugin and remote sensing big data: A case study of Linyi, China. *Land*. 11(3): 419.
- Musa, S. D., Hashim, M., dan Reba, M. N. M. 2023. Improving paddy field mapping in Southeast Asia using phenological metrics. *GIScience & Remote Sensing*. 60(1): 2168234. <https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2168234>
- Nagendra, H., Ostrom, E., dan Ghate, R. 2022. Context matters: Exploring the concept of institutional fit in forest governance. *World Development*. 151: 105755. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105755>

- Nguyen, N., Ozarska, B., Macarthur Fergusson, M. Dan Vinden, P. 2018. Comparison of Two Dye Uptake Measurement Methods for Dyed Wood Veneer Assessment. *European Journal of Wood and Wood Products*. 76(6):1757-1759. <https://doi.org/10.1007/s00107-018-1344-6>.
- Nguyen, T. H., Tran, V. T., dan Le, K. N. 2022. The impact of land classification policy changes on urban expansion monitoring: A case study from Ho Chi Minh City. *Land Use Policy*. 122: 106386. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106386>
- Nilda. 2014. *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Hasil Air di DAS Cisadane Hulu*. Bali: Universitas Udayana.
- Nugraha, Y. A., dan Saepuloh, A. 2019. Aplikasi klasifikasi terbimbing untuk memetakan produk Gunung Agung dengan landsat 8-Oli/Tirs dan verifikasi geologi lapangan. *Bulletin of Geology*. 3(2): 363-370.
- Nugroho, A. P., Prasetyo, L. B., dan Kusuma, D. A. 2023. Spectral confusion in tropical bare soil mapping: A case study from Indonesian peatlands. *Geocarto International*. 8(1):215-230. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2151406>
- Nuhung, I. A. 2015. Faktor-faktor yang memotivasi petani menjual lahan dan dampaknya di daerah suburban studi kasus di Desa Nagrak, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor. *Jurnal Agro Ekonomi*. 33(1): 17-33.
- Olofsson, P., Arévalo, P., Espejo, A. B., Green, C., Lindquist, E., dan McRoberts, R. E. 2022. Good practices for area estimation using wall-to-wall maps and statistics. *Remote Sensing of Environment*, 271. 112917. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112917>
- Pakasi, C. B., dan Kumaat, R. M. 2018. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya alih fungsi lahan pertanian di Kabupaten Minahasa Tenggara. *Agri-Sosioekonomi*. 14(2): 151-158.
- Prasetyo, Y., Kushardono, D., dan Arief, R. 2020. Spectral separability analysis of agricultural land in Indonesia using Sentinel-2 time series. *International Journal of Remote Sensing*. 1(15): 5925-5944. <https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1754498>
- Pratiwi, S., Rustiadi, E., dan Pribadi, D. O. 2023. Dynamics of informal settlement reclassification in Indonesian secondary cities: Evidence from Lampung Province. *Habitat International*. 142: 102782. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102782>
- Priyanto, H., Mudjiono., dan Yosomulyono, S. 2021. Koreksi geometik pemetaan tataguna lahan di sekitar calon tapak PLTN Kalimantan Barat. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*. 23(1): 61-69.

- Purwanto, A., dan Sudiro, A. 2015. Pemanfaatan saluran thermal infrared sensor (TIRS) landsat 8 untuk estimasi temperatur permukaan lahan. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*. 13(2): 123-132.
- Rakuasa, H., dan Latue, P. C. 2023. Analisis spasial daerah rawan banjir di Das Wae Heru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*. 10(1): 75–82.
- Rakuasa, H., dan Pakniany, Y. 2022. Spatial dynamics of land cover change in Ternate Tengah District, Ternate City, Indonesia. *Forum Geografi*. 36(2): 126–135.
- Rakuasa, H., Salakory, M., dan Mehdil, M. C. 2022. Prediksi perubahan tutupan lahan di DAS Wae Batu Merah, Kota Ambon menggunakan Cellular Automata Markov Chain. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*. 6(2): 59–75.
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., Somae, G., dan Latue, P. C. 2023. Prediction of land cover model for Central Ambon City in 2041 using the cellular automata markov chains method. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*. 4(1): 110.
- RAMADHAN, A. A. 2018. *Strategi Pembangunan Daerah Tertinggal Di Kabupaten Lampung Barat* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS LAMPUNG).
- Ridd, M. K. 1995. Exploring a V-I-S (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: Comparative anatomy for cities. *International Journal of Remote Sensing*. 16(12): 2165-2185. <https://doi.org/10.1080/01431169508954549>
- Rijal, S., Barkey, R. A., Nursaputra, M., Ardiansah, T., Tahir, M. A. S., dan Radeng, A. K. 2019. *Penginderaan Jauh dalam bidang kehutanan*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
- Robinson, G.M. 2022. Von Thünen's isolated state in the 21st century. *Applied Geography*. 138: 102622. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102622>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., dan Foley, J. A. 2023. Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Nature Ecology & Evolution*, 7(1): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01953-2>
- Salakory, M., dan Rakuasa, H. 2022. Modeling of cellular automata markov chain for predicting the carrying capacity of Ambon City. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (JPSL)*. 12(2): 372–387.
- Sampurno, R. M., dan Thoriq, A. 2016. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 operational land imager (OLI) di Kabupaten Sumedang (*land cover classification using landsat 8 operational land imager (OLI) data in Sumedang Regency*). *Jurnal Teknotan*. 10(2): 1978-1067.

- Santika, T., Budiharta, S., dan Law, E.A. 2023. Interplay of economic and policy drivers in land-use change: Quantitative analysis from Sumatra. *Environmental Research Letters*. 18(3): 034025. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acb5e2>
- Santoso, D., Nurrochmat, D. R., dan Darusman, D. 2023. Spatial planning effectiveness for forest conservation in Indonesia. *Forest Policy and Economics*. 146: 102867. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102867>
- Saputra, E., Nugroho, B. D., dan Dharmawan, A. H. 2021. Rice field conversion and food security in Lampung, Indonesia. *Journal of Rural Studies*. 88: 446-455. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.07.015>
- Sarkar, A. 2018. Accuracy assessment and analysis of land use land cover change using geoinformatics technique in Raniganj Coalfield Area , India. *Environmental Sciences & Natural Resources*, 11(1):555805. DOI: <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2018.10.55580>
- Setiawan, H., Mathijs, E., dan Van Rompaey, A. 2022. Patterns of urban sprawl in Indonesia: Evidence from Lampung Province. *Land Use Policy*. 120, 106284. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106284>
- Setiawan, H., Mathijs, E., dan Van Rompaey, A. 2023. Spectral-temporal analysis for agricultural land classification in Southeast Asia. *Computers and Electronics in Agriculture*, 204: 107521. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107521>
- Seto, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., dan Fragkias, M. 2022. The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources*. 47: 373-397. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-015137>
- Simard, M., Denbina, M., Marshak, C., dan Neumann, M. 2024. A global evaluation of radar-derived digital elevation models: SRTM, NASADEM, and GLO-30. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 129(11): e2023JG007672. <https://doi.org/10.1029/2023JG007672>
- Sinaga, R. P., dan Darmawan, A. 2014. Perubahan tutupan lahan di resort pugung tampak taman nasional bukit barisan selatan (TNBBS). *Jurnal Sylva Lestari*. 2(1): 77-86.
- Stehman, S. V. 2020. Statistical rigor and practical utility in thematic map accuracy assessment. *Remote Sensing*. 12(6): 1026. <https://doi.org/10.3390/rs12061026>
- Supangat AB. 2013. Pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap kualitas air sungai: Studi kasus di Provinsi Jambi. *Forest Rehabilitation Journal*. 1 (1): 75-89.

- Supriatna, J., Shekelle, M., Fuad, H. A. H., Winarni, N. L., Dwiyahreni, A. A., dan Farid, M. 2022. Deforestation on Indonesian biodiversity hotspots. *Global Ecology and Conservation*, 38, e02211. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02211>
- Supriatna, J., Wijayanto, H., dan Kartawinata, K. 2023. Deforestation and biodiversity loss in Sumatra's production landscapes. *Biological Conservation*. 277: 109853. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109853>
- Surya, M. I., dan Astuti, I. P. 2017. Keanekaragaman dan potensi tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 3 (2): 211-215.
- Suryanto, P., Tjahjono, B., dan Sagala, S. A. 2023. Hydrological impacts of land use change in tropical catchment areas. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 45: 101292. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101292>
- Suwarno, A., Hein, L., dan Sumarga, E. 2023. Community-based land rehabilitation in Indonesia: Lessons from 20 years of implementation. *Environmental Management*. 71(3): 501-515. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01745-1>
- Syam, T., Banuwa, I. S., Darmawan, A., dan Ningsih, K. 2012. Pemanfaatan citra satelit dalam mengidentifikasi perubahan penutupan lahan: Studi kasus hutan lindung register 22 Way Waya Lampung Tengah. *Globe*. 14 (2):146-156.
- Tahir. 2013. Evaluation of Land Use/Land Cover Changes in Mekelle City, Ethiopia Using Remote Sensing and GIS Computational Ecology and Software. *IAEES*. 9-16.
- Talukdar, S., Eibek, K. U., Akhter, S., Ziaul, S., Towfiqul Islam, A. R. M., & Mallick, J. 2021. Modeling fragmentation probability of land-use and land-cover using the bagging, random forest and random subspace in the Teesta River Basin, Bangladesh. *Ecological Indicators*. 126, 107612.
- Turner, B.L., Janetos, A.C., dan Verburg, P.H. 2020. Land system science and the 2030 agenda. *Global Environmental Change*. 61: 102054. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102054>
- Viera, A. J., dan Garrett, J. M. 2005. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam med*. 37(5): 360-363.
- Wahyunto, W., Nugroho, B.D., dan Suryadiputra, I.N.N. 2023. Dampak perubahan tutupan lahan terhadap fungsi hidrologis di Lampung Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(1): 45-58. <https://doi.org/10.14710/jil.21.1.45-58>
- Wang, L., Chen, J., dan Zhang, Y. 2023. Accuracy improvement in land cover classification: The role of data quality and machine learning optimization. *Remote Sensing of Environment*, 284, 113332. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113332>

- World Bank. 2023. *Indonesia urbanization review: Toward productive and sustainable cities*. World Bank Group.
- Wu, Q., Song, J., Sun, H., Huang, P., Jing, K., Xu, W., dan Liang, D. 2023. Spatiotemporal variations of water conservation function based on EOF analysis at multi time scales under different ecosystems of Heihe River Basin. *Journal of Environmental Management*. 325: 116532.
- Xie, G., dan Niculescu, S. 2021. Mapping and monitoring of land cover/land use (LCLU) changes in the crozon peninsula (Brittany, France) from 2007 to 2018 by machine learning algorithms (support vector machine, random forest, and convolutional neural network) and by post-classification comparison (PCC). *Remote Sensing*. 13(19): 3899.
- Yang, J., El-Kassaby, Y. A., dan Guan, W. 2020. The effect of slope aspect on vegetation attributes in a mountainous dry valley, Southwest China. *Scientific reports*. 10(1), 16465.
- Zain, AS. 1996. *Hukum lingkungan Konservasi Hutan*. Jakarta: Penerbit Rineka.
- Zhang, X., Liu, L., Liu, X., dan Zhou, Y. 2022. Spectral-temporal feature selection for improving land cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 183: 56-67.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.10.015>
- Zhou, Y., Li, X., dan Asrar, G. R. 2023. A modified V-I-S framework for characterizing urban-rural gradients using multi-source remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*. 286, 113422.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113422>