

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT DI AREAL REGISTER 38 GUNUNG  
BALAK, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ALVINA DAMAYANTI  
1914151085**



**JURUSAN KEHUTANAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN MENGUNAKAN CITRA SATELIT DI AREAL REGISTER 38 GUNUNG BALAK, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Oleh

ALVINA DAMAYANTI

Perubahan tutupan lahan di suatu kawasan terus terjadi seiring meningkatnya penambahan penduduk. Pemantauan perubahan tutupan lahan berperan penting dalam perencanaan dan pengawasan pemanfaatan sumber daya alam. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh seperti *platform Google Earth Engine* (GEE) menjadi salah satu cara yang cukup efisien dalam pemantauan perubahan tutupan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi tutupan lahan hutan di Register 38 Unit Pelaksana Teknis Dinas Kesatuan Pengelolaan Hutan (UPTD KPH) Gunung Balak, mengidentifikasi perubahan tutupan lahan di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak, dan untuk mengetahui pengaruh perhutanan sosial dengan program rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) terhadap perubahan tutupan lahan pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dengan algoritma *random forest* pada citra Landsat 8 untuk tahun 2016 dan 2018 serta citra Sentinel 2A untuk tahun 2020 dan 2022. Hasil dari penelitian ini menunjukkan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak memiliki 5 kelas tutupan lahan yaitu badan air, lahan terbuka terbangun, pertanian lahan kering, kebun campuran dan sawah. Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak masih didominasi oleh kelas pertanian lahan kering dari tahun 2016-2022, namun adanya kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) tahun 2020 mengakibatkan perubahan yang cukup terlihat pada kelas pertanian lahan kering menjadi kebun campuran pada tahun 2020-2022. Perhutanan sosial dengan program RHL sangat berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan dimana dengan adanya program RHL merubah penggunaan lahan di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak yang awalnya ditanami tanaman semusim, kini telah ditanami dengan tanaman *Multy Purpose Tree Species* (MPTS).

Kata Kunci: Perubahan Tutupan Lahan, Google Earth Engine, Perhutanan sosial, Rehabilitasi Hutan dan Lahan, Register 38 Gunung Balak

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE USING SATELLITE IMAGERY IN REGISTER AREA 38 GUNUNG BALAK, EAST LAMPUNG REGENCY**

**By**

**ALVINA DAMAYANTI**

*Land cover changes in an area continue to occur as population increases as the population increases. Monitoring land cover change plays an important role in planning and monitoring natural resource use. The use of remote sensing technology such as the Google Earth Engine (GEE) platform is one of the most efficient ways to monitor land cover change. This study aims to determine the classification of forest land cover in Register 38 of the Technical Implementation Unit (TIU) of the Gunung Balak Forest Management Unit (FMU), identify land cover changes in Register 38 Gunung Balak, and determine the effect of social forestry with forest and land rehabilitation programs (FLR) on land cover changes in the area of Register 38 Gunung Balak. This study was conducted using a supervised classification method with random forest algorithm on Landsat 8 images for 2016 and 2018 and Sentinel 2A images for 2020 and 2022. The results of this study show that Register 38 Gunung Balak has 5 classes of land cover, namely water bodies, built-up open land, dryland agriculture, mixed plantation, and rice fields. The trend of land cover change is dominated by fixed dryland agriculture, but there is also a trend of land cover change that is going a lot further, namely dryland agriculture to mixed plantation as a result of the FLR program. Social forestry with the RHL program is very influential on land cover change where with the FLR program changing land use in Register 38 Gunung Balak which was originally planted with annuals, has now been planted with Multy Purpose Tree Species (MPTS) plants.*

*Keywords: Land Cover Change, Google Earth Engine, Social forestry, Forest and Land Rehabilitation, Register 38 Gunung Balak*

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN  
MENGUNAKAN CITRA SATELIT DI AREAL REGISTER 38 GUNUNG  
BALAK, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

**Oleh**

**Alvina Damayanti**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Kehutanan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DENGAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT DI AREAL REGISTER 38 GUNUNG BALAK, KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Nama Mahasiswa : **Alvina Damayanti**  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914151085  
Program Studi : Kehutanan  
Fakultas : Pertanian

### MENYETUJUI

#### 1. Komisi Pembimbing

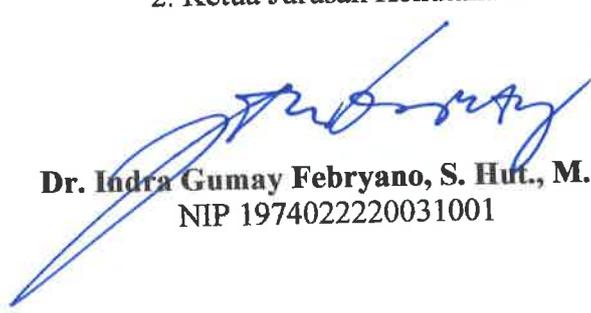


**Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc.**  
NIP 197907012008011009



**Yulia Rahma F., S.Hut., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 198307162005012001

#### 2. Ketua Jurusan Kehutanan



**Dr. Indra Gumay Febryano, S. Hut., M. Si.**  
NIP 1974022220031001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Yulia Rahma F., S.Hut., M.Sc., Ph.D.**



Penguji : **Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si.**



**Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196110201986031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 November 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvina Damayanti  
NPM : 1914151085  
Jurusan : Kehutanan  
Alamat Rumah : Jl. Z.A. Pagar Alam RT.05 LK II No.115, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung, 35145

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

**“Analisis Perubahan Tutupan Lahan dengan Menggunakan Citra Satelit di Areal Register 38 Gunung Balak, Kabupaten Lampung Timur”**

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, 2023

Yang membuat pernyataan



Alvina Damayanti

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama Alvina Damayanti akrab dengan panggilan Vina, lahir di Jakarta, 02 Maret 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Rizaldi dan Ibu Rusmini. Jenjang pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu TK Nurul Hikmah pada tahun 2006-2007, SD Negeri CBU 03 Pagi Jakarta pada tahun 2007-2013, SMP Negeri 243 Jakarta pada tahun 2013-2016, dan SMA Negeri 53 Jakarta pada tahun 2016 dan selesai pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Lampung (UNILA) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jurusan Kehutanan. Pada tahun 2022 bulan Januari sampai Februari, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Bidara Cina, Jakarta Timur, DKI Jakarta . Pada tahun yang sama di bulan Agustus, penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) selama 20 hari di Hutan Pendidikan Universitas Gadjah Mada (UGM) yaitu KHDTK Getas Kecamatan Kradenan, Blora, Jawa Tengah dan KHDTK Wanagama I, Jawa Tengah. Selain itu, penulis juga melaksanakan kegiatan magang di Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung (BPDAS WSS) selama 40 hari pada bulan Oktober-November 2022. Serta, Penulis juga menjadi asisten dosen pada mata kuliah Pemetaan Hutan dan Sistem Informasi Geografis (SIG), Penginderaan Jauh dan Hidrologi.

Penulis telah mempresentasikan makalah pada *Ases Kayseri International Congress of Scientific Research* Tahun 2023, dengan judul “*Land Cover Identification Using Google Earth Engine in Register 38 Area Of KPH Gunung Balak*”.

*Bismillahirrahmanirrahim*  
*Saya persembahkan Karya Tulis ini dengan penuh rasa bangga*  
*untuk kedua orang tua saya,*  
*Ayahanda Rizaldi dan Ibunda Rusmini*

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Tutupan Lahan Dengan Menggunakan Citra Satelit di Areal Register 38 Gunung Balak, Kabupaten Lampung Timur” dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung. Proses penyelesaian skripsi ini penulis mengalami banyak hambatan, baik dari luar maupun dari dalam diri penulis sendiri. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta petunjuk yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran serta kesehatan pada penulis sehingga dapat menyelesaikan tahapan penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Ir. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si., selaku Ketua Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan selaku pembimbing kedua yang telah memberikan motivasi untuk mengerjakan skripsi.
4. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc., selaku pembimbing pertama yang telah membimbing dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini serta terimakasih telah memberikan nasihat, arahan dan semangat kepada penulis.
5. Ibu Yulia Rahma Fitriana, S.Hut., M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini serta terimakasih telah memberikan nasehat dan arahan
6. Bapak Dr. Rudi Hilmanto, S.Hut., M.Si., selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis.

7. Bapak Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
8. Segenap dosen Jurusan Kehutanan yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Orang tua penulis yaitu Bapak Rizaldi dan Ibu Rusmini yang selalu memberikan nasihat, motivasi, dan semangat.
10. Adik penulis yaitu Rivan Maulana yang telah memberikan dukungan dan semangat.
11. Bapak Gunaidi, S.Pt., M.M., selaku Kepala UPTD Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Gunung Balak.
12. Bapak Idi Bantara, S.Hut., M.Sc., selaku Kepala Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung (BPDAS WSS).
13. Apriadi S.Hut., M.Hut. dan seluruh staff BPDAS WSS yang telah mendampingi dan membantu penulis dalam proses yang pengambilan data di Register 38 Gunung Balak.
14. Teman penulis yaitu Arianti Diah Utami, Endramadhanfi N. F., Dewi Suryani, Birgita Diah P.S., yang telah kebersamai selama pengerjaan skripsi.
15. Keluarga bambee yaitu Fatia Azzahra, Nadhira Humaira Lantu, Syifa Rahma Fauziah, dan Yasmin Mumtaz Lantu yang memberikan dukungan, bantuan, dan hiburan canda tawa yang telah diberikan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi
16. Saudara seperjuangan angkatan 2019 (FORMICS) dan Keluarga besar Himasyilva Universitas Lampung.
17. Seluruh pihak yang terlibat dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kurangnya dan belum sempurna. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat dan berguna bagi pembaca.

Bandar Lampung,

**Alvina Damayanti**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Gambaran Umum UPTD KPH Gunung Balak .....	6
2.2. Kesatuan Pengelola Hutan .....	8
2.3. Perhutanan Sosial .....	9
2.4. Rehabilitasi Hutan dan Lahan .....	10
2.5. Tutupan Lahan.....	11
2.6. Penginderaan Jauh.....	13
2.7. Citra Satelit.....	14
2.8. Citra Landsat 8 .....	14
2.9. Citra Sentinel 2.....	15
2.10. <i>Google Earth Engine</i> .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	18
3.2. Alat dan Bahan .....	19
3.3. Pengumpulan Data .....	19
3.3.1. Data Primer .....	19
3.3.2. Data Sekunder .....	19
3.4. Analisis Data .....	20
3.4.1. Interpretasi Citra.....	20
3.4.2. Klasifikasi Terbimbing.....	22
3.4.3. <i>Ground Check</i> Lapangan.....	22
3.4.4. Uji Akurasi .....	22

3.4.5. <i>Post Classification Analysis</i> .....	24
3.4.6. Analisis situasional.....	25
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	26
4.2. Klasifikasi Tutupan Lahan di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.....	27
4.3. Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.....	30
4.3.1. Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2016.....	30
4.3.2. Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2018.....	33
4.3.3. Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2020.....	36
4.3.4. Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2022.....	38
4.4. Perubahan Tutupan Lahan Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2016-2022 .....	41
4.5. Dampak Skema Perhutanan Sosial dengan Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan Terhadap Perubahan Tutupan Lahan Pada Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.....	45
4.5.1. Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan .....	46
4.5.2. Manfaat Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan .....	54
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1. Simpulan.....	56
5.2. Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Luasan Penutupan Lahan di UPTD KPH Gunung Balak.....	12
2. <i>Confusion Matrix</i> .....	23
3. Penampakan Citra Tiap Klasifikasi Tutupan Lahan di Areal Register 38 KPH Gunung Balak.....	28
4. Hasil Analisis Luas Tutupan Lahan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2016 .....	31
5. Hasil Analisis Luas Tutupan Lahan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2018 .....	33
6. Hasil Analisis Luas Tutupan Lahan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2020 .....	36
7. Hasil Analisis Luas Tutupan Lahan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2022 .....	38
8. <i>Stakeholder</i> dan peranannya dalam kegiatan RHL di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.....	47
9. Luasan Areal RHL di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak .....	48

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Kerangka Pemikiran.....	5
2. Batas Wilayah UPTD KPH Gunung Balak.....	8
3. Satelit Landsat 8.....	15
4. Satelit Sentinel 2.....	15
5. Peta Lokasi Penelitian.....	18
6. Diagram Alir Penelitian.....	20
7. Peta Tutupan Lahan Tahun 2016 Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.	32
8. Peta Tutupan Lahan Tahun 2018 Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.	35
9. Peta Tutupan Lahan Tahun 2020 Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.	37
10. Peta Tutupan Lahan Tahun 2022 Register 38 UPTD KPH Gunung Balak.	40
11. Luas Tutupan Lahan Register 38 UPTD KPH Gunung Balak Tahun 2016-2022.....	41
12. Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2016-2022.....	44
13. Buah Alpukat varietas Ratu Puan.....	49
14. Peta Sebaran Lokasi Penanaman RHL Tahun 2020 – 2022.....	39
15. Lokasi Pembibitan.....	52
16. Teknik <i>Top Working</i> .....	53
17. Pemeliharaan Tanaman.....	54
18. Tutupan Lahan Badan Air.....	66
19. Tutupan Lahan Lahan Terbuka Terbangun.....	66
20. Tutupan Lahan Pertanian Lahan Kering.....	67
21. Tutupan Lahan Kebun Campuran.....	67
22. Tutupan Lahan Sawah.....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Hasil <i>Intersect</i> Perubahan Tutupan Lahan.....	64
2. <i>Confusion Matrix</i> dan Akurasi Dengan Algoritma <i>Random Forest</i> Tahun 2016.....	64
3. <i>Confusion Matrix</i> dan Akurasi Dengan Algoritma <i>Random Forest</i> Tahun 2018.....	65
4. <i>Confusion Matrix</i> dan Akurasi Dengan Algoritma <i>Random Forest</i> Tahun 2020.....	65
5. <i>Confusion Matrix</i> dan Akurasi Dengan Algoritma <i>Random Forest</i> Tahun 2022.....	65
6. Dokumentasi Penelitian .....	66

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang dan Masalah

Perubahan tutupan lahan di suatu kawasan diakibatkan oleh perubahan fungsi lahan yang dipengaruhi oleh meningkatnya pertumbuhan penduduk (Prabowo *et al.*, 2020). Selain disebabkan oleh peningkatan pertumbuhan penduduk, perubahan fungsi lahan juga disebabkan oleh pola pembangunan infrastruktur yang selama ini turut menyerobot lahan pertanian maupun hutan. Perubahan fungsi lahan dilakukan untuk membangun sarana infrastruktur, seperti jalan, jembatan, kantor, sekolah dan lain sebagainya yang tentu memerlukan lahan dan tidak jarang lahan yang berada di dalam kawasan hutan menjadi korban demi untuk memacu percepatan pembangunan (Maha dan Masbar, 2018).

Interaksi masyarakat sekitar hutan merupakan salah satu faktor terjadinya perubahan tutupan lahan. Dewi (2018) menyatakan bahwa masyarakat sekitar hutan sangat tergantung hidupnya pada hutan seperti sebagai tempat tinggal, sumber pangan, aktivitas religi, dan aktivitas lainnya. Dalam mengurangi laju deforestasi, pemerintah membuat program perhutanan sosial agar dapat mengurangi tingkat kemiskinan, pengangguran, dan kesenjangan dalam memanfaatkan kawasan hutan. Program perhutanan sosial menjadi solusi dalam mengakomodasi kebutuhan masyarakat sekitar hutan akan lahan dan juga mekanisme sehingga dapat mengembalikan tutupan hutan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016).

Program perhutanan sosial telah menjadi salah satu instrumen penting dalam upaya pemerintah untuk mengelola lahan hutan secara berkelanjutan dengan memperhatikan kebutuhan masyarakat sekitar hutan (Murti, 2018). Register 38 Unit Pelaksanaan Teknis Dinas Kesatuan Pengelolaan Hutan (UPTD KPH) Gunung Balak menerapkan kebijakan Hutan Kemasyarakatan (HKm) dalam Perhutanan

Sosial. HKm masuk dalam program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) yang dikhususkan untuk kawasan hutan lindung dan produksi yang sudah terdeforestasi (Bantara *et al.*, 2022).

Rehabilitasi hutan dan lahan dilakukan berdasarkan dari segi ekologis dan ekonomi akan lebih baik dari pada kawasan hutan yang sudah terdeforestasi. Sistem rehabilitasi hutan dan lahan menggunakan jenis tanamannya bersifat lokal, karena harus sesuai dengan kondisi daerah setempat mengingat bahwa konsep rehabilitasi hutan dan lahan ini memberikan harapan baru bagi masyarakat dalam sistem pengelolaan lahan (Masthurri dan Muslih, 2023). Pada kegiatan RHL di Gunung Balak, jenis yang diminati adalah jenis unggulan lokal alpukat siger (*Persea americana* Mill).

Alpukat (*Persea americana* Mill) sebagai salah satu tanaman yang digunakan dalam program rehabilitasi hutan dan lahan memiliki peran penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan juga menjaga keberlanjutan lingkungan. Manfaat yang dirasakan masyarakat dari tanaman alpukat ini yaitu mempunyai nilai ekonomi tinggi dan keunggulan berupa nilai jual, keragaman jenis, ketersediaan sumberdaya lahan dan teknologi, serta potensi serapan pasar di dalam negeri dan internasional yang terus meningkat. Selain itu, manfaat ekologi yang diberikan oleh tanaman alpukat ini yaitu meningkatkan produktivitas lahan, mengurangi resiko erosi tanah dan berpotensi mencegah tanah longsor (Bantara *et al.*, 2022).

Program RHL dengan tanaman alpukat ini memberikan perubahan pada tutupan lahan yang sebelumnya didominasi oleh tanaman pertanian lahan kering seperti singkong, jagung, dan lain sebagainya menjadi lahan dengan tanaman *Multy Purpose Trees Species* (MPTS) (Fahri, 2022). Perubahan ini perlahan membuat hutan menjadi sebagaimana fungsi aslinya sebagai daerah tangkapan dan resapan air yang sangat penting dalam kebutuhan masyarakat. Dalam memantau perubahan tutupan lahan yang terjadi, dapat memanfaatkan penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit.

Perubahan tutupan lahan dapat dianalisis berbasis spasial menggunakan data citra penginderaan jauh. (Pattilouw *et al.*, 2019). Data penginderaan jauh merekam sifat spektral dari objek-objek yang ada di permukaan bumi sehingga lebih erat

kaitannya dengan tutupan lahan (Juniyanti *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini satelit yang digunakan yaitu satelit Landsat 8 dan Sentinel 2. Penggunaan dua jenis citra satelit, yaitu Landsat 8 dan Sentinel 2 karena keduanya memiliki kelebihan masing-masing. Citra Landsat 8 memiliki sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) dan OLI (*Onboard Operational Land Imager*) dengan resolusi 30 m (USGS, 2018). Sentinel 2 *Multi Spectral Instrument* (MSI) mempunyai 13 band spektral dengan resolusi 15 m (ESA, 2015).

Pemantauan kondisi tutupan lahan dengan penginderaan jauh dapat membantu dalam merancang dan mengimplementasikan program perhutanan sosial yang lebih efektif. Dengan mengetahui perubahan tutupan lahan, pemerintah dapat mengambil langkah-langkah yang sesuai untuk menjaga keberlanjutan ekosistem dan sumber daya air di wilayah tersebut. Penelitian dengan judul analisis perubahan tutupan lahan menggunakan citra satelit di areal Register 38 Gunung Balak, Lampung Timur dilakukan untuk memperoleh informasi tentang kelas tutupan lahan serta perubahan kelas tutupan lahan. Dengan adanya penelitian ini maka dapat digunakan oleh pengelola sebagai rekomendasi dalam pengelolaan kawasan hutan di UPTD KPH Gunung Balak.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang muncul adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana klasifikasi jenis tutupan lahan pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak?
2. Bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak?
3. Bagaimana pengaruh perhutanan sosial dengan program rehabilitasi hutan dan lahan terhadap perubahan tutupan lahan pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak?

## **1.2.Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

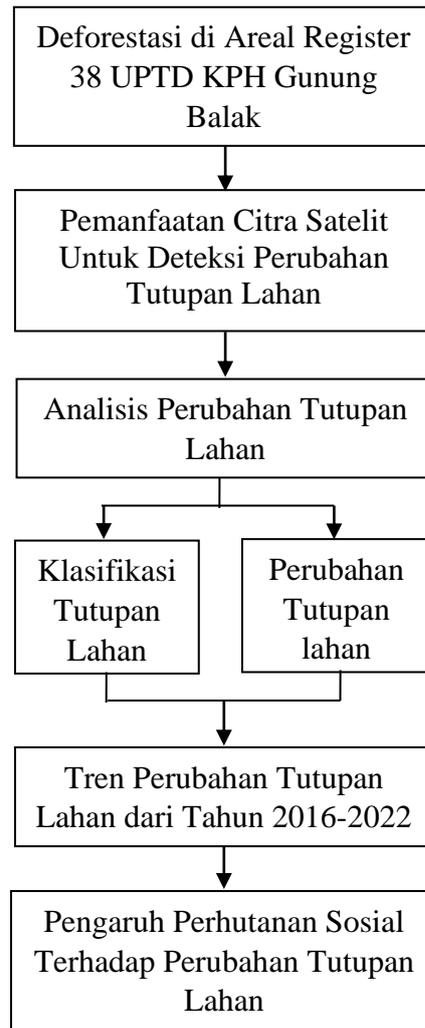
1. Mengetahui klasifikasi jenis tutupan lahan di areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak

2. Menganalisis perubahan tutupan lahan yang terjadi pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak
3. Mengetahui pengaruh perhutanan sosial dengan program rehabilitasi hutan dan lahan terhadap perubahan tutupan lahan pada areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak

### **1.3.Kerangka Pemikiran**

Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak merupakan kawasan hutan yang sebagian besar wilayahnya telah dirambah oleh masyarakat. Melalui rencana kegiatan dalam RPHJP terdapat berbagai kegiatan untuk melakukan reforestasi agar kawasan KPH Gunung Balak kembali pulih.

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menganalisis perubahan lahan untuk jangka waktu tertentu dengan cepat dan akurat sehingga menghasilkan suatu informasi mengenai sebaran (distribusi) penggunaan lahan. Sistem Informasi Geografi (SIG) digunakan untuk menganalisis kondisi tutupan lahan dan mengklasifikasikan tutupan lahan di Areal Register 38 Gunung Balak. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi yang bermanfaat dalam menentukan arah pengelolaan UPTD KPH Gunung Balak. Hal tersebut secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Gambaran Umum UPTD KPH Gunung Balak

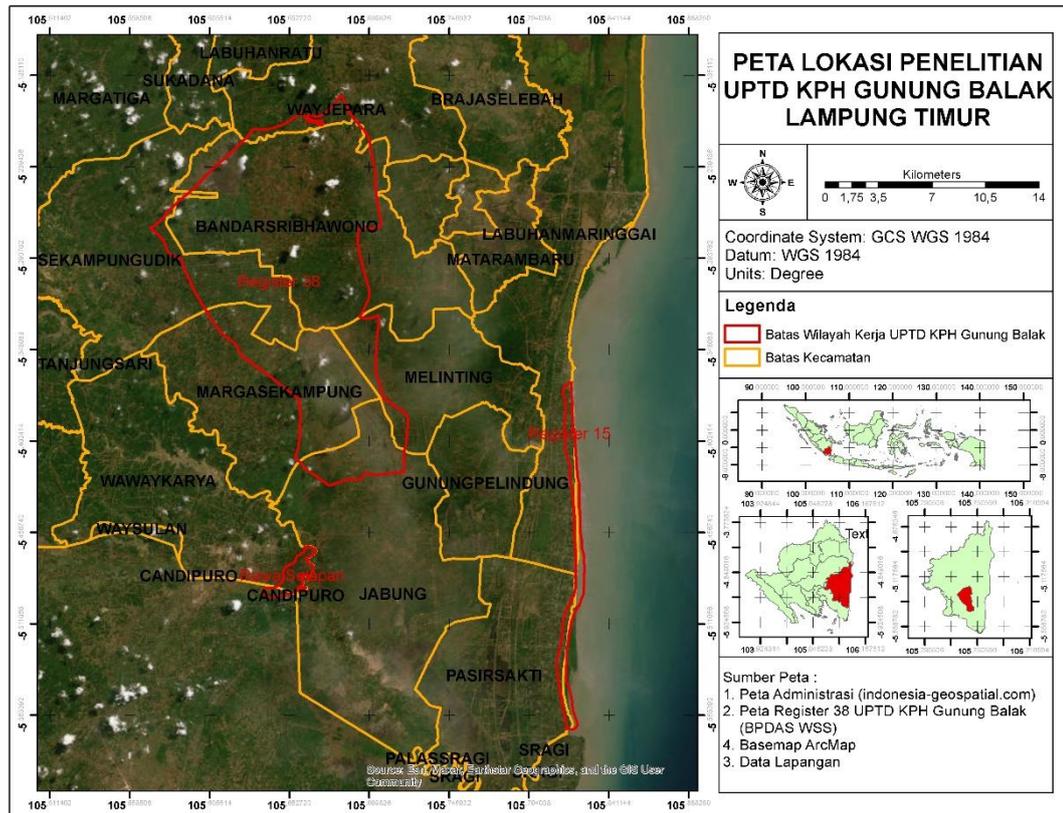
Secara geografis Unit Pelaksana Teknis Dinas Kawasan Pengelolaan Hutan (UPTD KPH) Gunung Balak terletak pada  $105^{\circ}30'0''$  BT- $106^{\circ}0'0''$  BT dan  $5^{\circ}0'0''$  LS- $5^{\circ}30'0''$  LS. UPTD KPH Gunung Balak meliputi kawasan Hutan Lindung Register 38 Gunung Balak, kawasan Hutan Lindung Register 15 Muara Sekampung berupa hutan mangrove dan kawasan Hutan Lindung Rawa Selapan. Berdasarkan administrasi pemerintahan, wilayah UPTD KPH Gunung Balak terletak di Kabupaten Lampung Timur dan tercakup dalam sembilan kecamatan, yaitu Kecamatan Sekampung Udik, Bandar Sribhawono, Way Jepara, Melinting, Jabung, Marga Sekampung, Waway Karya, Labuhan Maringgai, dan Pasir Sakti. Luas areal kelola UPTD KPH Gunung Balak yang ditetapkan adalah berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: SK.617/Menlhk-Setjen/2015 tanggal 14 Desember 2015 tentang Penetapan Lokasi Fasilitas pada empat Unit Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) di Provinsi Lampung adalah sekitar 24.285 ha (RPHJP KPHL Gunung Balak tahun 2016-2025). Berdasarkan RPHJP KPHL Gunung Balak tahun 2016-2025, batas-batas UPTD KPH Gunung Balak adalah sebagai berikut :

- 1) Sebelah utara : Kecamatan Way Jepara
- 2) Sebelah selatan : Kecamatan Jabung dan Waway Karya
- 3) Sebelah barat : Kecamatan Sekampung Udik dan Kecamatan Marga Sekampung
- 4) Sebelah timur : Kecamatan Melinting dan Kecamatan Bandar Sribawono serta Laut Jawa

Dalam tata hutan pada KPH, blok diartikan sebagai bagian dari wilayah KPH yang memiliki persamaan karakteristik biogeofisik dan sosial budaya, bersifat relatif permanen yang ditetapkan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen. Dengan definisi tersebut, maka wilayah kelola UPTD KPH Gunung Balak dibagi menjadi 2 blok, yaitu blok inti dan blok pemanfaatan.

- a. Blok Inti, difungsikan sebagai perlindungan tata air dan perlindungan lainnya.
- b. Blok Pemanfaatan Hutan Lindung, difungsikan sebagai areal yang direncanakan untuk pemanfaatan terbatas sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan pemanfaatan hutan pada kawasan hutan yang berfungsi hutan lindung.

Secara umum kondisi wilayah di UPTD KPH Gunung Balak merupakan dataran rendah dengan kemiringan lahannya termasuk kedalam kategori landai dengan kelerengan kurang dari 150. Ketinggian dari permukaan laut sesuai hasil pengukuran menggunakan GPS berkisar antara 50 m sampai 200 m di atas permukaan laut. Secara geologi, di wilayah UPTD KPH Gunung Balak dan desa-desa umumnya didominasi oleh tanah jenis podsolik merah kuning, podsolik kekuning-kuningan, latosol coklat kemerahan, latosol merah, hidromorf kelabu, alluvial hidromorf, regosol coklat kekuningan, latosol merah kekuningan, alluvial coklat kelabu, dan latosol merah. Kabupaten Lampung Timur merupakan wilayah yang termasuk dalam kategori iklim B yang dicirikan oleh bulan basah selama 6 bulan yaitu pada bulan Desember sampai dengan bulan Juni dengan temperatur rata-rata 24-34 °C. Curah hujan merata tahunan sebesar 2000-2500 mm (RPHJP KPHL Gunung Balak tahun 2016-2025).



Gambar 2. Batas Wilayah UPTD KPH Gunung Balak

## 2.2. Kesatuan Pengelola Hutan

Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) merupakan program unggulan pemerintah yang berupa unit pengelolaan hutan tingkat tapak untuk memperbaiki sistem pengelolaan hutan di Indonesia (Setiawan *et al.*, 2018). Pembangunan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) telah menjadi komitmen pemerintah yang dimandatkan melalui Undang-Undang (UU) No. 41 tahun 1999 tentang Kehutanan, Peraturan Pemerintah (PP) No. 44 tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan dan PP No. 6 tahun 2007 Jo No. 3/2008 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan serta Pemanfaatan Hutan bertujuan untuk mewujudkan pengelolaan hutan yang efisien dan lestari.

Konstitusi hutan indonesia mengamatkan bahwa sistem KPH sangat penting untuk pengelolaan hutan lestari. Nugroho dan Alhafi (2021) menjelaskan bahwa untuk dianggap dikelola secara berkelanjutan, hutan harus memiliki peran penting dalam memproduksi kayu, melestarikan keanekaragaman hayati, dan menyediakan mata pencaharian yang berkelanjutan bagi penduduk setempat. Studi

sebelumnya juga sepakat bahwa sistem pengelolaan sumber daya alam kolaboratif yang sukses umumnya bergantung pada serangkaian lembaga yang andal dan dukungan *multilevel*.

### **2.3.Perhutanan Sosial**

Perhutanan Sosial adalah sistem pengelolaan hutan lestari yang dilaksanakan dalam kawasan hutan negara atau hutan hak/hutan adat yang oleh masyarakat setempat atau masyarakat hukum adat sebagai pelaku utama untuk meningkatkan kesejahteraannya, mengurangi kemiskinan, pengangguran dan ketimpangan pengelolaan/pemanfaatan kawasan hutan, diperlukan kegiatan perhutanan sosial melalui upaya pemberian akses legal kepada masyarakat setempat berupa pengelolaan hutan desa, hutan kemasyarakatan, hutan tanaman rakyat, hutan rakyat, hutan adat dan kemitraan kehutanan. (PermenLHK No.83/2016).

Perhutanan Sosial menjadi Program Strategis Nasional dalam rangka ekonomi pemerataan (ekonomi keadilan) untuk kesenjangan distribusi pemanfaatan sumber daya hutan. Oleh karena itu pemberian akses kelola Perhutanan Sosial harus aman dan tepat sasaran, dimana masyarakat penerima program ini memiliki kriteria diantaranya masyarakat miskin, berlahan sempit/tidak memiliki lahan dan tinggal di dalam atau sekitar kawasan hutan (Mahardika dan Mulyani, 2021).

Perhutanan sosial berperan untuk mengakomodir keinginan, hasrat dan harapan masyarakat. Pengembangan perhutanan sosial diharapkan mampu membalikkan paradigma dari pendekatan bersifat top down menjadi bottom up atau pendekatan yang mengutamakan partisipasi masyarakat setempat (Hakim dkk, 2010). Adapun strategi pokok pengembangan perhutanan sosial yaitu:

1. Kelola kawasan merupakan rangkaian kegiatan prakondisi yang bertujuan untuk mendukung pelaksanaan kegiatan perhutanan sosial dalam rangka optimalisasi pemanfaatan sumberdaya hutan.
2. Kelola kelembagaan merupakan rangkaian kegiatan dalam rangka mengoptimalkan pelaksanaan perhutanan sosial melalui penguatan organisasi, penetapan aturan, dan peningkatan kapasitas SDM.

3. Kelola usaha merupakan rangkaian kegiatan yang mendukung tumbuh kembangnya usaha di areal kerja perhutanan sosial melalui kemitraan dengan perimbangan hak dan tanggung jawab.

#### **2.4.Rehabilitasi Hutan dan Lahan**

Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 14 Tahun 2012 tentang Pedoman Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan bertujuan untuk memulihkan, memelihara, dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan pada daya dukung, produktivitas, dan daya dukung sistem penyangga kehidupan dipertahankan. Restorasi Hutan dan Lahan merupakan upaya strategis, kebijakan prioritas pembangunan kehutanan, dan salah satu kegiatan program rehabilitasi hutan dan lahan yang dilakukan melalui Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN-RHL). GN-RHL adalah kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan yang dikoordinasikan dengan memanfaatkan seluruh kapasitas pemerintah dan masyarakat dalam memulihkan hutan dan lahan di DAS prioritas (Kementerian Kehutanan, 2009). Rehabilitasi hutan dan lahan diselenggarakan melalui kegiatan reboisasi, penghijauan, pemeliharaan, pengayaan tanaman dan penerapan teknik konservasi tanah secara vegetasi dan sipil teknis, pada lahan kritis dan tidak produktif (Masthurri dan Muslih, 2023).

Rehabilitasi hutan dan lahan merupakan suatu upaya memulihkan ekosistem yang rusak atau terdegradasi, baik akibat penebangan liar, kebakaran hutan, atau akibat aktivitas manusia lainnya (Ujiandri *et al.*, 2023). Rehabilitasi hutan dan lahan dilakukan dengan mengutamakan segi ekologis dan ekonomi. Sistem rehabilitasi hutan dan lahan menggunakan jenis tanaman yang bersifat lokal, karena harus sesuai dengan kondisi daerah setempat. Hal ini sesuai dengan konsep rehabilitasi hutan dan lahan yaitu memberikan harapan baru bagi masyarakat dalam sistem pengelolaan lahan. Program rehabilitasi hutan dan lahan yang dilakukan menjadikan masyarakat memiliki kemampuan untuk membangun hutan dan dapat dimanfaatkan bagi masyarakat yang berada disekitar hutan (Masthurri dan Muslih, 2023).

Berdasarkan Permenhut No. 20 (Kpts-II/2001) Tahun 2001, rehabilitasi hutan dan lahan memiliki beberapa asas, yaitu:

- a) Meminimalkan kegagalan kebijakan yang disebabkan oleh kegagalan birokrasi (pemerintah) dan pasar. Arahnya adalah untuk mencapai kebijakan yang baik, implementasi yang baik, dan kinerja yang baik.
- b) RHL harus menjadi kebutuhan masyarakat.
- c) RHL menggunakan DAS sebagai unit analisis dalam perencanaan dan pengelolaan.
- d) Kewenangan dan hubungan kerja RHL adalah bersih.
- e) Memanfaatkan potensi masyarakat.
- f) Menyelaraskan sasaran RHL dengan fungsi utama kawasan sasaran rehabilitasi.
- g) Pemahaman yang lengkap tentang status kepemilikan/kepemilikan RHL negara tujuan diperlukan untuk mengantisipasi potensi sengketa.
- h) Pembagian biaya antara pemerintah dan masyarakat.
- i) Memperkuat sistem.

## **2.5. Tutupan Lahan**

Tutupan lahan adalah semua kenampakan yang ada di permukaan bumi tanpa campur tangan manusia (Alimsuardi membuat *et al.*, 2019). Perubahan tutupan lahan dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam skala kecil maupun besar dalam kehidupan ekonomi, sosial dan budaya sehari-hari. Secara keseluruhan, pola perubahan kawasan perkotaan dan sekitarnya lebih mirip, dengan sebidang tanah lain menjadi pemukiman dan industri. Pada saat yang sama, perubahan tutupan lahan juga terjadi jika adanya pembukaan lahan untuk pertanian atau perkebunan. Dalam hal ini, hutan, semak atau alang-alang akan mengalami perubahan lahan menjadi perkebunan (Yani, 2018).

Data penginderaan jauh sangat membantu dalam menyajikan informasi spasial khususnya tutupan lahan atau penggunaan lahan. Istilah tutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan tata guna lahan berkaitan dengan aktivitas manusia di darat. Informasi tutupan lahan mudah diidentifikasi dalam citra penginderaan jauh, tetapi informasi tata guna lahan tidak selalu dapat diinterpretasikan secara langsung dari citra penginderaan jauh (Kholifah, 2019).

Secara umum, tingkat tutupan lahan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu areal bervegetasi dan areal tidak bervegetasi. Semua kategori tutupan lahan dalam kategori Zona Vegetasi berasal dari pendekatan konseptual untuk struktur geomorfologi yang konsisten dari morfologi tanaman, morfologi tutupan, tinggi tanaman, dan distribusi spasial. Dalam kategori kawasan non-vegetasi, rincian kategori mengacu pada aspek-aspek seperti tutupan permukaan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman objek (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018).

Dalam mengembangkan skema atau sistem klasifikasi tutupan lahan ini, digunakan dua pendekatan yang pertama adalah pendekatan metode yang menyempurnakan kategori atau kelas yang muncul dalam skema klasifikasi, dan yang kedua adalah pendekatan klasifikasi atau konsep klasifikasi. Dalam mengidentifikasi beberapa kategori tutupan lahan, membutuhkan teknologi GIS dan data lapangan. Semakin besar skalanya, semakin besar peran penggunaan GIS dan kerja lapangan. Berikut ini adalah standar nilai tutupan lahan berdasarkan SNI 7645-1-2010 tentang standar nilai tutupan lahan.

Hampir semua tutupan lahan di wilayah Register 38 UPTD KPH Gunung Balak terbuka dan hanya sebagian kecil yang masih berupa hutan. Sebagian besar lahan sudah berupa lahan non hutan yaitu lahan pertanian, semak belukar, lahan terbuka dan pemukiman. Luasan penutupan lahan UPTD KPH Gunung Balak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luasan Penutupan Lahan di UPTD KPH Gunung Balak

No	Penutupan Lahan	Luas (ha)	%
1.	Semak Belukar	69	0,28
2.	Pemukiman	1.811	7,46
3.	Lahan Terbuka	16	0,07
4.	Tubuh Air	364	1,50
5.	Hutan Mangrove Sekunder	105	0,43
6.	Pertanian Lahan Kering	2.468	10,16
7.	Pertanian Lahan Kering Campur	2.888	11,89
8.	Sawah	15.824	65,16
9.	Tambak	741	3,05
Jumlah		24.285	100

Sumber: Balai Pengawasan Kawasan Hutan Wilayah XX Lampung (2015)

## 2.6. Penginderaan Jauh

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi persebaran tutupan lahan adalah dengan menggunakan teknik penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan. Penginderaan jauh adalah ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis data yang diperoleh dari rekaman objek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data dengan penginderaan jauh dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau sensor yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit (Lillesand dan Keifer, 1997).

Penginderaan jauh pada dasarnya adalah pemanfaatan gelombang elektromagnetik untuk memperoleh informasi dari objek, material dan fenomena tanpa kontak langsung dengan objek tersebut. Setiap benda merespon dalam menyerap, memantulkan, atau memancarkan panjang gelombang elektromagnetik tertentu, sehingga setiap benda dapat dibedakan berdasarkan respons spektralnya. Dalam hal resolusi spektral, semakin banyak pita atau saluran yang dimiliki citra satelit, semakin banyak informasi tentang objek yang dapat diidentifikasi. Sama halnya dengan resolusi spasial, semakin besar resolusi spasial suatu citra maka semakin detail informasi objek yang diterima (Lillesand dan Keifer, 1997).

Saat ini teknologi penginderaan jauh berbasis satelit menjadi sangat populer dan digunakan untuk berbagai tujuan kegiatan, salah satunya untuk mengidentifikasi potensi sumber daya kehutanan. Niagara *et al.* (2020) menjelaskan bahwa hal ini disebabkan perolehan data penginderaan jauh melalui satelit menawarkan beberapa keunggulan, antara lain harga yang murah, periode ulang perekaman daerah yang sama, pemilihan spektrum panjang gelombang untuk mengatasi hambatan atmosfer, daerah cakupannya yang luas dan mampu menjangkau daerah terpencil, bentuk datanya digital, serta kombinasi saluran spektral (*band*) sehingga data tersebut dapat diolah dalam berbagai keperluan, seperti pengolahan citra untuk membuat peta administrasi, peta tutupan lahan, dan sebagainya.

## 2.7.Citra Satelit

Citra merupakan gambaran-gambaran yang direkam oleh kamera atau sensor lain dan dipasang pada kendaraan satelit luar angkasa pada ketinggian lebih dari 400 kilometer di atas permukaan bumi. Sensor dikombinasikan dengan penginderaan jauh merekam energi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh objek di permukaan bumi. Rekaman energi yang diproses ini menghasilkan data penginderaan jauh. Data penginderaan jauh dapat berupa data digital atau numerik untuk dianalisis menggunakan komputer (Pratama dan Serimbing, 2018).

Ciri utama dari suatu citra dalam penginderaan jauh adalah adanya rentang panjang gelombang (*wavelength band*) atau pita-pita yang dimilikinya. Beberapa radiasi yang dapat dideteksi oleh sistem penginderaan jauh, seperti: radiasi matahari atau panjang gelombang tampak dan inframerah dekat hingga pertengahan, distribusi panas atau spasial energi panas yang dipantulkan dari permukaan bumi (*termal*) dan pantulan gelombang mikro. Setiap material di permukaan bumi juga memantulkan sinar matahari secara berbeda. Dengan cara ini bahan-bahan ini memiliki resolusi yang berbeda di setiap band (Lubis *et al.*, 2017).

## 2.8.Citra Landsat 8

Salah satu citra satelit yang sering digunakan untuk penelitian tutupan lahan adalah citra Landsat. Pada tahun 2013, NASA meluncurkan satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM), yang disebut Landsat 8. Landsat 8 merupakan kelanjutan dari misi Landsat yang menjadi satelit pengamatan Bumi (Landsat 1) untuk pertama kalinya sejak tahun 1972. Landsat 8 tergolong satelit baru, walaupun sebenarnya lebih cocok disebut sebagai satelit yang melanjutkan misi Landsat 7, hal ini dikarenakan Landsat 8 memiliki karakteristik yang hampir sama dengan Landsat 7, dengan beberapa tambahan yang merupakan perbaikan band dari Landsat 7 Angka, rentang spektral, dan rentang nilai bit atau numerik (Rini, 2018).



Sumber: USGS (2013)

Gambar 3. Satelit Landsat 8

Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter sampai 100 meter, serta dilengkapi oleh 11 kanal. Dalam satu harinya satelit ini akan mengumpulkan 400 scene citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7 (Sitanggang, 2010).

## 2.9.Citra Sentinel 2

Citra Sentinel 2 bertujuan akan memastikan kelangsungan layanan yang mengandalkan pada pengamatan optik resolusi tinggi multispektral melalui terestrial global permukaan. Tujuan misi adalah untuk menyediakan akuisisi sistematis citra multispektral resolusi tinggi dengan frekuensi kunjungan ulang yang tinggi, untuk memastikan kontinuitas citra multispektral yang disediakan oleh seri satelit SPOT, dan untuk memberikan pengamatan untuk produk operasional generasi berikutnya seperti peta tutupan lahan, peta deteksi perubahan penggunaan lahan, dan geofisika variabel. Akibatnya, Sentinel 2 akan berkontribusi langsung pada pemantauan lahan, tanggap darurat, dan layanan keamanan.



Sumber : ESA (2015)

Gambar 4. Satelit Sentinel 2

Citra Sentinel 2 banyak digunakan untuk identifikasi dan analisis permasalahan terkait dengan lingkungan, perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, pemetaan risiko bencana, dan beragam aplikasi lainnya (Tavares *et al.*, 2019). Penggunaan citra Sentinel 2A untuk analisis perubahan tutupan lahan telah menjadi subjek penelitian yang cukup populer. Beberapa contoh aplikasi citra Sentinel 2A untuk identifikasi dan pemetaan pada bidang kehutanan. Penelitian Awaliyan dan Sulistyoadi (2018) menunjukkan potensi aplikasi citra Sentinel 2A untuk pemetaan penggunaan lahan (*land cover*).

### **2.10. Google Earth Engine**

*Google Earth Engine* (GEE) adalah *platform* berbasis *cloud* yang memungkinkan pemrosesan data geospasial secara paralel dalam skala global menggunakan *cloud* Google (Gorelick *et al.*, 2017). GEE adalah *platform cloud* gratis dan menampung data penginderaan jarak jauh berskala *petabyte* selama lebih dari 40 tahun, seperti Landsat, MODIS, *National Oceanographic and Atmospheric Administration Advanced Very High Definition Radiometer* (NOAA AVHRR), Sentinel 1, 2, 3 dan 5- P; dan data *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS). (Gorelick *et al.*, 2017). GEE juga mencakup kumpulan data iklim-cuaca dan geofisika. Produk tambahan siap pakai, seperti *Enhanced Vegetation Index* (EVI) dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), juga tersedia (Kumar dan Mutanga, 2018).

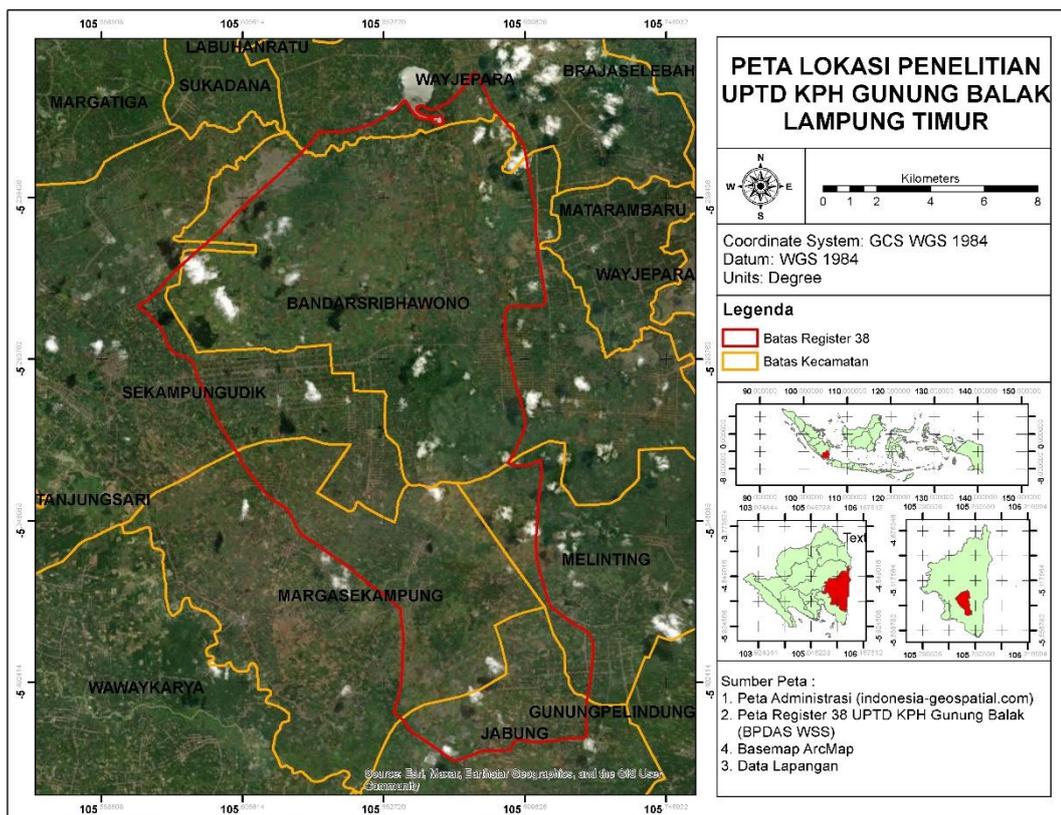
Platform GEE memanfaatkan infrastruktur komputasi Google untuk memungkinkan pemrosesan data geospasial paralel guna mengurangi waktu komputasi. API dengan lingkungan pengembangan berfitur lengkap untuk *JavaScript* dan *Python* yang dihosting di *GitHub* juga memfasilitasi permintaan ke server *Earth Engine*. Selain itu, GEE menyediakan repositori Git untuk menyimpan, berbagi, dan membuat versi skrip kode pengguna yang menghasilkan lebih banyak kolaborasi pengguna (Gorelick *et al.*, 2017). Fitur lain dari GEE adalah editor kode, yang tersedia melalui *Integrated Development Environment* (IDE) berbasis web dan dirancang untuk menulis, mengembangkan, dan menjalankan skrip kompleks dengan menerapkan *JavaScript* API (Kumar dan Mutanga, 2018). Editor kode GEE berisi berbagai algoritma yang menyederhanakan penulisan skrip baik untuk ahli

maupun non ahli. Tersedia beberapa paket, misalnya pembelajaran mesin, pemrosesan gambar, pengumpulan gambar, fitur geometri, peredam, bagan, dan algoritma khusus.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2022. Waktu penelitian ini meliputi waktu untuk persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian di lapangan, dan pengolahan data hasil penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di UPTD KPH Register 38 Gunung Balak, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian.

### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS genggam (*Geographic Positioning System*), kamera, laptop, *smartphone*, dan perangkat lunak pendukung yaitu *ArcGIS 10.4.1*, *Google Earth Engine* dan *Microsoft Excel*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra Landsat 8 dan Sentinel 2.

### **3.3. Pengumpulan Data**

#### **3.3.1. Data Primer**

Data primer diperoleh dari data citra satelit dan hasil pengamatan langsung di lapangan meliputi dokumentasi kondisi di lapangan, *marking* posisi titik di lapangan, pendataan ke dalam *tally sheet*, serta pengecekan penggunaan lahan di lapangan. Data citra yang digunakan adalah data pada tahun 2016, 2018, 2020 dan 2022 yang merupakan citra satelit Landsat yang diperoleh dari website USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 dan Sentinel 2 untuk tahun 2016, 2018, 2020, dan 2022.

*Ground check* atau kegiatan pengambilan data di lapangan ini merupakan kegiatan survei lapangan bertujuan untuk pengecekan kebenaran klasifikasi penggunaan lahan dan mengetahui bentuk-bentuk perubahan fungsi kawasan. *Output* dari *ground check* ini adalah *Ground Check Point* (GCP) yang merupakan data titik koordinat acuan yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan (Negara dan Harintaka, 2021).

#### **3.3.2. Data Sekunder**

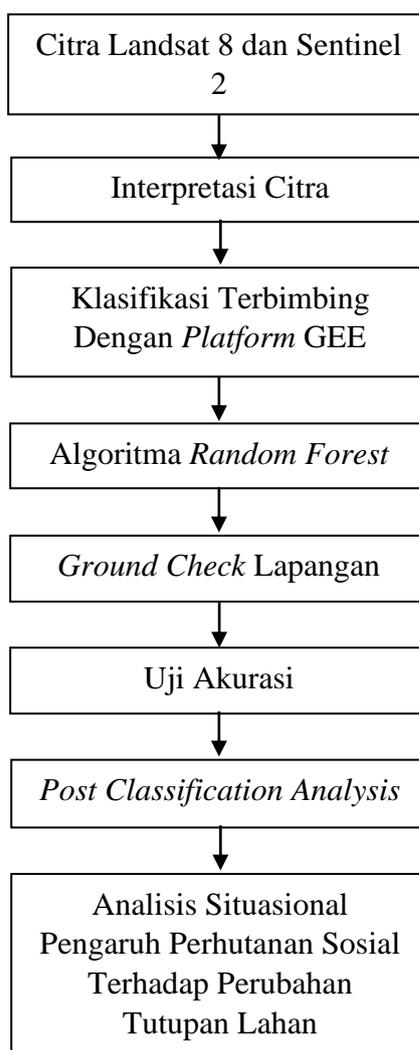
Data sekunder merupakan data yang mendukung penelitian ini, baik dari penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pengumpulan data didapat dari instansi pemerintah yang menyediakan data-data pendukung termasuk data spasial yang digunakan.

Data spasial adalah data yang memuat posisi, informasi, serta hubungannya dengan keruangan di bumi seperti permukaan, perairan, hingga kawasan lain di bawah atmosfer bumi. Data dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau gambar dengan format tertentu. Data spasial yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peta dari instansi pemerintah seperti peta tata batas kawasan, peta zonasi, dan lain

sebagainya. Peta yang digunakan yaitu peta batas kawasan berupa *file* shp yang dapat diunduh pada *website* geospasial Indonesia (<https://tanahair.indonesia.go.id/>). Peta ini memiliki resolusi 1:50.000 yang merupakan peta batas wilayah Lampung Timur.

### 3.4. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini secara garis besar dirangkum dalam diagram alir berikut:



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian.

#### 3.4.1. Interpretasi Citra

Interpretasi Citra merupakan proses mengkaji citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Unsur unsur

interpretasi citra yaitu rona dan warna bentuk, ukuran, tekstur, pola, bayangan, situs dan asosiasi (Agoes *et al.*, 2018). Interpretasi pada citra Landsat 8 dan Sentinel 2 dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

A. Komposit *Band*

Komposit *band* atau penggabungan *band* pada citra dilakukan untuk memudahkan mengidentifikasi warna atau tutupan lahan pada daerah penelitian. Setiap komposit memiliki keunggulan yang berbeda seperti pada *true color* (warna sebenarnya) yang terdiri dari *band red* (merah), *green* (hijau), dan *blue* (biru) yang dapat menunjukkan kenampakan muka bumi dengan warna yang sebenarnya. Sedangkan komposit *false color* (warna palsu) yang terdiri dari *band NIR*, *red* (merah), dan *green* (hijau) mampu menunjukkan kenampakan muka bumi dengan warna yang sangat peka terhadap vegetasi meski vegetasinya menjadi berwarna merah (Herbei dan Sala, 2016).

B. Pemotongan Citra

Pemotongan citra (*cropping citra*) merupakan proses pengambilan suatu areal tertentu (*area of interest*) pada sebuah citra. Hasil dari pemotongan citra tersebut dapat digunakan untuk kebutuhan data spasial dan data spektral. Pedoman yang digunakan dalam melakukan pemotongan citra antara lain yaitu titik koordinat, jumlah piksel dan hasil *zooming* daerah tertentu pada sebuah citra (Yuhandri, 2019).

C. *Cloud Masking*

Awan akan membuat data dan informasi menjadi tidak akurat karena awan akan menutupi objek yang ingin diteliti, tahapan *cloud masking* atau dalam arti lain berfungsi untuk menghilangkan awan yang dapat mengganggu proses klasifikasi (Waruwu, 2022).

D. Penajaman citra

Penajaman citra (*contrast stretching*) merupakan semua operasi yang menghasilkan citra baru dengan kenampakan visual dan karakteristik spektral yang berbeda. Penajaman citra bertujuan untuk membuat citra mentah menjadi citra yang lebih mudah diinterpretasikan (Irsanti *et al.*, 2019).

### 3.4.2. Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dilakukan dengan memberikan contoh atau sampel dari informasi kelas dari citra yang akan diklasifikasi yang disebut dengan *training area* dan kemudian komputer akan mengklasifikasikan sesuai dengan *training area* yang sudah ditentukan (Nugraha dan Saepuloh, 2019). Jadi dalam metode klasifikasi terbimbing ini analisis mengidentifikasi kelas informasi terlebih dulu yang kemudian digunakan untuk menentukan kelas spektral yang mewakili kelas informasi tersebut. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi terbimbing dengan menggunakan algoritma *Random Forest* pada platform *Google Earth Engine*.

*Random Forest* merupakan algoritma berbasis pohon klasifikasi yang mempertimbangkan satu atau beberapa variabel. Klasifikasi *random forest* diprediksi dengan menggunakan kelas terpilih paling populer dari masing-masing pohon prediktor (Belgiu dan Drăguț, 2016). Metode RF telah banyak diterapkan dalam klasifikasi data citra penginderaan jauh karena ketidakepekaannya terhadap data *noise* dan *training* yang berlebihan serta kinerjanya yang baik. Algoritma ini semakin banyak diterapkan pada klasifikasi citra satelit dan foto udara serta pembuatan kumpulan data lapangan yang berkelanjutan, seperti persentase tutupan pohon, tutupan lahan, dan biomassa (Gislason *et al.*, 2006).

### 3.4.3. Ground Check Lapangan

Data ground check lapangan merupakan data fisik lapangan dengan pengambilan titik-titik GCP (*Ground Control Point*) langsung dilapangan. Ground checking bertujuan untuk verifikasi hasil klasifikasi tutupan lahan dengan kondisi sebenarnya. Pengambilan titik-titik GCP dilakukan dengan memakai GPS (*Global Positioning System*) dan juga kamera untuk dokumentasinya dan dilakukan di Desa Girimulyo, Kecamatan Marga Sekampung, Kabupaten Lampung Timur selama 2 hari.

### 3.4.4. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat ketepatan klasifikasi yang dibuat. Data hasil klasifikasi diuji tingkat akurasi nya dengan menggunakan metode

accuracy assessment. Akurasi dianalisis menggunakan suatu matriks kontingensi yaitu suatu matriks bujur sangkar yang memuat jumlah piksel yang diklasifikasi. Matriks ini sering disebut “*error matrix*” atau “*confusion matrix*”. Uji akurasi tersebut disajikan dalam bentuk matriks kesalahan (*confusion matrix*) dengan membandingkan hasil klasifikasi (*sample training area*) dengan sampel penguji. Akurasi ketelitian pemetaan dilakukan dengan membuat *confusion matrix* seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Confusion Matrix*

User Class/ Sample	Jumlah Kelas pada Peta					Jumlah	User Accuracy (%)
	A	B	C	D	E		
A	X					$X_{i+}$	$\frac{X_{i+}}{N} \times 100$
B							
C							
D							
E					X		
Jumlah	$X_{+i}$					N	
Producer Accuracy (%)	$\frac{X_{+i}}{N} \times 100$						
Overall Accuracy			$\frac{\sum_i^r X_i}{N}$				
Kappa Accuracy			$\frac{N \sum_i^r X_i - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+} X_{+i}}$				

Uji akurasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu *user accuracy*, *producer accuracy*, *overall accuracy*, dan *kappa accuracy*. Rumus untuk tiap akurasi dijabarkan sebagai berikut:

A. *User accuracy*

$$User\ accuracy = \frac{X_{i+}}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

N = banyaknya piksel dalam contoh

$X_{i+}$  = jumlah piksel dalam baris ke-i

### B. *Producer accuracy*

$$\text{Producer accuracy} = \frac{X_{+i}}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

N = banyaknya piksel dalam contoh

X<sub>+i</sub> = jumlah piksel dalam kolom ke-i

### C. *Overall accuracy*

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_i X_i}{N}$$

Keterangan:

N = banyaknya piksel dalam contoh

X<sub>i</sub> = nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

### D. *Kappa accuracy*

$$\text{Kappa accuracy} = \frac{N \sum_i X_i - \sum_i X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_i X_{i+} X_{+i}}$$

Keterangan:

N = banyaknya piksel dalam contoh

X<sub>i</sub> = nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

X<sub>i+</sub> = jumlah piksel dalam baris ke-i

X<sub>+i</sub> = jumlah piksel dalam kolom ke-i

### 3.4.5. *Post Classification Analysis*

*Post classification analysis* atau analisis pasca klasifikasi merupakan analisis untuk mempersiapkan keluaran peta akhir yang dihasilkan dari proses klasifikasi. *Post classification analysis* meliputi pemfilteran yang menggeneralisasi kumpulan data dengan menghapus piksel liar pada gambar dan menghasilkan areal kelas yang lebih homogen (Lillesand dan Keifer, 1997).

Tahap *overlay* merupakan tahap akhir dalam proses pengolahan data. *Overlay* merupakan fitur yang digunakan untuk proses penyatuan dua *layer* berbeda.

Terdapat berbagai macam metode overlay namun dalam penelitian ini digunakan metode *intersect*. Metode *intersect* merupakan cara untuk memotong *layer* data sesuai dengan *layer* yang kita miliki tanpa menghapus atribut yang ada didalam *layer* yang dipotong. Penggunaan metode *intersect* dikarenakan beberapa data yang dimiliki terlalu luas untuk wilayah zona penelitian, oleh karena itu penggunaan fitur *intersect* dirasa cocok untuk model data yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **3.4.6. Analisis situasional**

Analisis situasional pada penelitian ini dilakukan dengan melihat pengaruh skema perhutanan sosial dengan program rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) yang ada di areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak. Analisis ini dilakukan berdasarkan data lapangan yang diperoleh dari BPDAS WSS sebagai salah satu *stakeholder* dari program RHL yang dilakukan di areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak yang kemudian dikaitkan dengan hasil dari *post classification* yang telah dilakukan.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi yang dilakukan di areal Register 38 KPH Gunung Balak dengan citra Landsat 8 dan Sentinel 2A menggunakan *Google Earth Engine* serta *Ground Checking* didapatkan hasil bahwa terdapat 5 kelas tutupan lahan yaitu badan air, lahan terbuka terbangun, pertanian lahan kering, kebun campuran, dan sawah.
2. Areal Register 38 UPTD KPH Gunung Balak masih didominasi oleh kelas pertanian lahan kering dari tahun 2016-2022, namun dengan adanya kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) yang dimulai tahun 2020 terdapat perubahan yang cukup terlihat pada kelas pertanian lahan kering menjadi kebun campuran pada tahun 2020-2022.
3. Perhutanan sosial dengan program RHL sangat berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan dimana dengan adanya program RHL merubah penggunaan lahan di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak yang awalnya ditanami tanaman semusim, kini telah ditanami tanaman kayu multiguna atau *Multy Purpose Tree Species* (MPTS) dengan pola agroforestri.

### 5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pemerataan untuk kawasan RHL di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan kondisi tutupan lahan di Register 38 UPTD KPH Gunung Balak menggunakan metode *Object Based Image*

*Analysis* (OBIA) dan citra satelit yang resolusi tinggi sehingga dapat memberikan hasil yang lebih maksimal dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achugbu, I. C., Olufayo, A. A., Balogun, I. A., Dudhia, J., McAllister, M., Adefisan, E. A., dan Naabil, E. 2022. Potential effects of land use land cover change on streamflow over the Sokoto Rima River Basin. *Heliyon*, 8(7).
- Agoes, H. F., Irawan, F. A., dan Marlianisya, R. 2018. Interpretasi citra digital penginderaan jauh untuk pembuatan peta lahan sawah dan estimasi hasil panen padi. *Intekna*, 18(1), 24-30.
- Alimsuardi, M., Suprayogi, A., dan Amarrohman, F. J. 2019. Analisis Kerusakan Tutupan Lahan Akibat Bencana Tsunami Selat Sunda Di Kawasan Pesisir Pantai Kecamatan Carita dan Kecamatan Labuan Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 146-155.
- Awaliyan, M. R., dan Sulistyoadi, Y. B. 2018. Klasifikasi Penutupan Lahan Pada Citra Satelit Sentinel-2a Dengan Metode Tree Algorithm. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 2(2), 98-104.
- Belgiu, M., dan Drăguț, L. 2016. Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 114, 24-31.
- Dewi, I. N. 2018. Kemiskinan masyarakat sekitar hutan dan program perhutanan sosial. *Buletin Eboni*, 15(2), 65-77.
- European Sapce Agency. 2012. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operation Service. ESA Communication. Noordwijk: 80 hlm.
- Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., dan Sveinsson, J. R. 2006. Random forests for land cover classification. *Pattern recognition letters*, 27(4), 294-300.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., dan Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27.

- Herbei, M., dan Sala, F. 2016. Classification of land and crops based on satellite images Landsat 8: case study SD Timisoara. *Bulletin UASVM series Agriculture*, 73(1), 29-34.
- Hidayah, Z., dan Suharyo, O. S. 2018. Analisa perubahan penggunaan lahan wilayah pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 11(1), 19-30.
- Husodo, T., Ali, Y., Mardiyah, S. R., Shanida, S. S., Abdoellah, O. S., dan Wulandari, I. 2021. Perubahan lahan vegetasi berbasis citra satelit di DAS Citarum, Bandung, Jawa Barat. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1), 54-63.
- Irsanti, D., Sasmito, B., dan Bashit, N. 2019. Kajian Pengaruh Penajaman Citra Untuk Penghitungan Jumlah Pohon Kelapa Sawit Secara Otomatis Menggunakan Foto Udara (Studi Kasus: KHG Bentayan Sumatra Selatan). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 428-434.
- James, L.A., Lecce, S.A., dan Pavlowsky, R.T. 2021. Impacts of Land-Use and Land-Cover Change on River Systems. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*.
- Jati, V. J., Kusumayudha, S. B., dan Cahyadi, T. A. 2020. Aplikasi Band Ratio NDMI Citra Landsat 8 Dalam Penentuan Zona Rawan Longsor Dengan Metode Overlay Analysis. *KURVATEK*, 5(1), 37-44.
- Juniyanti, L., Prasetyo, L. B., Aprianto, D. P., Purnomo, H., dan Kartodihardjo, H. 2020. Perubahan penggunaan dan tutupan lahan, serta faktor penyebabnya di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau (periode 1990-2019). *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(3), 419-435.
- Kaskoyo, H., Mohammed, A., Inoue, M. 2017. Impact of Community Forest Program in Protection Forest on Livelihood Outcomes: A Case Study of Lampung Province, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*. 36(3): 250-263.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.83/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Perhutanan Sosial. Jakarta
- Kepala Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Unit XV Gunung Balak. 2015. *Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (RPHJP KPHL) Unit XV Gunung Balak Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung Tahun 2016 – 2025*. Lampung Timur.

- Kholifah, S. N. 2019. *Klasifikasi dan Interpretasi Citra Satelit Sentinel untuk Pemetaan Tutupan Lahan pada Wilayah (Arjasa, Asembagus dan Jangkar) Kabupaten Situbondo*. Universitas Jember. Jawa Timur.
- Kumar, L., dan Mutanga, O. 2018. Google Earth Engine applications since inception: Usage, trends, and potential. *Remote sensing*, 10(10), 1509.
- 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.
- Li, L., Zhu, A., Huang, L., Wang, Q., Chen, Y., Ooi, M. C. G., dan Chan, A. 2022. Modeling the impacts of land use/land cover change on meteorology and air quality during 2000–2018 in the Yangtze River Delta region, China. *Science of the Total Environment*, 829, 154669.
- Lillesand, T.M dan Kiefer, R. W. 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Terjemahan Fakultas Geografi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Lubis, M. Z., Gustin, O., Anurogo, W., Kausarian, H., Anggraini, K., dan Hanafi, A. 2017. Penerapan Teknologi Penginderaan Jauh Di Bidang Pesisir Dan Lautan. *OSEANA*, 42(3) : 56-64
- Maha, R., dan Masbar, R. 2018. Pengaruh Alih Fungsi Lahan Kawasan Hutan Terhadap Perekonomian Indonesia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Pembangunan*, 3(3), 318-329.
- Mahardika, A., dan Muyani, H. S. 2021. Analisis Legalitas Perhutanan Sosial Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Kabupaten Asahan. *Jurnal Administrasi Publik dan Kebijakan (JAPK)*, 1(1), 10-18.
- Masthurri, M., dan Muslih, A. M. 2023. Evaluasi Dukungan Masyarakat Terhadap Keberhasilan Rehabilitasi Hutan dan Lahan di Desa Ie Mirah Kecamatan Babahrot Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(2), 606-619.
- Maysatria, K. 2020. Analisis Dampak Pengelolaan Hutan Adat Lekuk 50 Tumbi Pada Perubahan Tutupan Lahan Dan Ekonomi Masyarakat Desa Lempur. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 3(1), 52-58.
- Murti, H. A. 2018. Perhutanan Sosial bagi akses keadilan masyarakat dan pengurangan kemiskinan. *Jurnal Analis Kebijakan*, 2(2).
- Negara, T. B., dan Harintaka, H. 2021. Pemodelan Bangunan 3D Menggunakan Footprint Bangunan Hasil Ekstraksi Mask R-CNN Dan Dense Point Cloud

Dari Foto Udara UAV. *In Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)-Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)* (Vol. 1, pp. 248-260). Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

- Niagara, P., Ernawati dan Purwandari, E. P. 2020. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Unsupervised K-Means Berbasis Web Gis (Studi Kasus Sub-Das Bengkulu Hilir). *Rekursif: Jurnal Informatika*, 8(1), 100-110.
- 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, P., dan Alhafi, A. N. 2021. Delivering Benefits from State Forest: Lesson from Partnership of Nature-Based Tourism Development in KPH Yogyakarta. *Jurnal Sylva Lestari*, 9(2), 239-251.
- Nurry, A., dan Anjasmara, I. M. 2014. Kajian Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Brantas Bagian Hilir Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal (Studi Kasus: Kali Porong, Kabupaten Sidoarjo). *Geoid*, 10(1), 70-74.
- Pattilouw, I. R., Mardiatmoko, G., dan Puturuhu, F. 2019. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Hutan Di IUPHHK-HA PT. Gema Hutan Lestari Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*, 3(2), 127-135.
- Peraturan menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.83 Tahun 2016 Tentang Perhutanan Sosial.
- Pratama, A., dan Sembiring, A. S. 2018. Implementasi Metode Histogram Equalization dan Median Filter Dalam Perbaikan Citra Satelit. *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika*, 7(2), 114-119.
- Rini, M. S. 2018. Kajian kemampuan metode neural network untuk klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan Citra Landsat-8 OLI (kasus di Kota Yogyakarta dan sekitarnya). *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 16(1).
- Setiawan, R., Febryano, I. G., dan Bintoro, A. 2018. Partisipasi Masyarakat pada Pengembangan Agroforestri dalam Program Kemitraan di KPH Unit XIV Gedong Wani (Participation of Community in Development of Agroforestry in the Partnership Program in Gedong Wani Forest Management Unit). *Jurnal Sylva Lestari*, 6(3), 56-63.

- Sitanggang, Gokmaria. 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat 8)*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Srifitriani, A., Supriyono, S., dan Parwito, P. 2019. Study of Model Object-Based Image Analysis (OBIA) For Data Interpretation Based Mangrove Vegetation Landsat 8 Operational Land Imager on the West Coast City of Bengkulu. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 3(2), 77-84.
- Tavares, P. A. et al. 2019. Integration of sentinel-1 and sentinel-2 for classification and LULC mapping in the urban area of Belém, eastern Brazilian Amazon. *Sensors (Switzerland)*. MDPI AG, 19(5).
- Tso, B. dan P.M. Mather. 2009. *Classification methods for remotely sensed data*. Taylor and Francis Inc. New York. 357 p.
- Ujiandri, L., Selvia, S. I., & Rachmadi, A. (2023). Desiminasi Rehabilitasi Hutan dan Lahan Secara Vegetatif Dalam Upaya Konservasi Tanah di Desa Rembitan Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, 4(1), 131-135.
- Waruwu, O. 2022. Analisis Perubahan Suhu Permukaan Kota Medan Pra dan Post Pandemi Covid-19. *Jurnal Samudra Geografi*, 5(1), 65-72.
- Widiatmoko, E., Ashari, S. 2018. Hubungan antara batang bawah dengan batang atas pada metode *topworking* tanaman durian (*Durio zibethinus Murr*) di Kecamatan Ngantang. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(1): 32-37.
- Yani, N. 2018. *Model Spasial Deforestasi Berdasarkan Aspek Sosial di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat Periode 1990-2016*. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Yuhandri, Y. 2019. Perbandingan Metode Cropping Pada Sebuah Citra Untuk Pengambilan Motif Tertentu Pada Kain Songket Sumatera Barat. *Jurnal Komtek Info (Komputer Teknologi Informasi)*, 6(2), 96-105.
- Yusrizal, M., dan Maarif, S. 2022. Analisis Implementasi Kebijakan Perhutanan Sosial Sebagai Upaya Resolusi Konflik Tenurial Pada Kawasan Hutan Negara (Studi Kasus Gunung Balak Register 38 Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur). *Jurnal Administrativa*, 4(3), 415-428.