ANALISIS PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN TAHUN 2018 DAN 2023 DI DAERAH ALIRAN SUNGAI UJUNG LOE

NAMA: WINONA VANESSA HN

NIM: M011201184

PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

ANALISIS PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN TAHUN 2018 DAN 2023 DI DAERAH ALIRAN SUNGAI UJUNG LOE

WINONA VANESSA HN

M011201184

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kehutanan

Pada

PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

iii

SKRIPSI

ANALISIS PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN TAHUN 2018 DAN 2023 DI DAERAH ALIRAN SUNGAI UJUNG LOE

WINONA VANESSA HN
M011201184

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana S-1 Kehutanan pada
25 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,

Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut.
NIP 19930528202101 6 001

Mengetahui:
Ketua Program Studi Kehutanan,

Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.
NIP 19680410199512 2 001

iv

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023 di Daerah Aliran Sungai Ujung Loe" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut sebagai Pembimbing Utama). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan peraturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 25 November 2024

Winona Vanessa HN
M011201184

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan segala nikmat dan kekuatan. Tanpa-Nya, setiap langkah ini tak akan terwujud. Untuk diri sendiri, terima kasih atas keteguhan hati, meski badai sering datang menyapa, namun tetap berdiri tegar di tengah lautan impian ini. Akhirnya, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Analisis Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023 di Daerah Aliran Sungai Ujung Loe"** sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.

Melalui halaman ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat. Skripsi ini bukan hanya hasil dari upaya pribadi, tetapi dari bantuan, bimbingan, dan pengorbanan banyak pihak yang selalu ada di setiap langkah. Rasa hormat, setulus doa dan terima kasih, penulis ucapkan kepada:

1. Orang tua serta adik-adikku tersayang, atas cinta tanpa syarat, doa yang selalu menyertai, dan pengorbanan yang tiada henti.
2. Kepada Ibu Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut selaku dosen pembimbing, atas bimbingan yang sabar, ilmu yang luas, dan arahan yang berharga, serta telah menuntun melewati belantara ilmu pengetahuan.
3. Untuk Bapak Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D dan Chairil A., S.Hut., M.Hut sebagai dosen penguji, telah memberikan kritik dan saran yang membangun. Di balik setiap pertanyaan yang mendalam, ada jalan baru yang terbuka untuk terus belajar dan berkembang.
4. Bapak Dr. Ir. Budiaman, M.P selaku dosen Penasehat Akademik dan Ibu Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P selaku Kepala Program Studi Kehutanan, serta seluruh staf akademik Fahutan Unhas, atas dukungan yang terus-menerus mengalir.
5. IDENTITAS UNHAS, telah menerima dan menjadi rumah kedua. Di sini, penulis dibentuk, dibimbing, dan diberi ruang untuk tumbuh. Kasih yang hadir seperti angin yang lembut, mendorong untuk terbang lebih tinggi.
6. Kepada Kak Alif, Ivana, Kak Arif, Kak Ainul, dan Kak Imma, terima kasih yang sebesar-besarnya atas setiap bantuan, kebersamaan, dan dukungan selama penelitian.
7. Kakak-kakak dan teman-teman di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, telah menjadi keluarga dalam eksplorasi ilmu terutama pada bidang penginderaan jauh, hidrologi, serta konservasi tanah dan air.
8. Rekan-rekan Pertukaran Mahasiswa Merdeka dan MSIB Seameo Biotrop, kalian telah memberi perspektif baru yang memperkaya pengalaman hidup dan studi. Terima kasih untuk kolaborasi, persahabatan, dan semangat belajar yang pernah sama-sama kita bangun.
9. Sekte "14", Sekte "AAA", dan Sekte "Balance", atas penerimaan dan momen berharga yang tak akan terlupa.
10. Rekan-rekan Forkom SLF Unhas, UKM KPI, Relawan Gesit, dan Guides, telah memberi arti pada perkuliahan ini. Menjadikan cerita akademik dari perjalanan S1 ini lebih bermakna.

11. Untuk teman-teman Kehutanan E dan keluarga besar IMPERIUM, atas solidaritas dan energi-energi semangat juangnya menyelesaikan praklab-praklab yang luar biasa itu.
12. Dan untuk semua teman volunteerku, teman ngopi, teman nongkrong, dan teman naik gunung, terima kasih karena telah menjadi bagian dari petualangan hidup ini. Setiap perjalanan, obrolan, dan tawa yang kita bagi, adalah bagian tak terpisahkan dari diriku saat ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif. Akhir kata, penulis menyadari bahwa perjalanan ini masih merupakan awal dari banyak tantangan dan kesempatan di masa depan. Setiap dukungan dan bantuan yang diterima, baik yang tertulis di sini maupun yang tak terucap, menjadi pilar yang menopang langkah penulis menuju masa depan yang lebih baik. Penulis berharap melalui penelitian ini dapat membawa manfaat bagi banyak pihak, dan menjadi awal dari kontribusi yang lebih besar di masa mendatang.

Penulis

Winona Vanessa HN

ABSTRAK

WINONA VANESSA HN. **Analisis Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023 di Daerah Aliran Sungai Ujung Loe** (dibimbing oleh Rizki Amaliah).

Latar Belakang. Penutupan lahan merupakan salah satu data dan informasi strategis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang selalu mengalami perubahan cepat dan dinamis. Padahal, penutupan lahan merupakan variabel fundamental untuk pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan serta untuk studi dan pemahaman tentang fenomena lingkungan. Perubahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang bersumber dari aspek sosial, ekonomi, demografi, serta kebijakan pemerintah. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan penutupan lahan di DAS Ujung Loe tahun 2018 dan 2023, menganalisis faktor-faktor penyebab perubahan penutupan lahan berdasarkan metode DPSIR (*Driving Force-Pressure-State-Impact-Response*), dan menentukan skenario rekomendasi arahan perubahan penutupan lahan berdasarkan metode DPSIR. **Metode.** Penelitian ini menganalisis perubahan penutupan lahan di DAS Ujung Loe, Sulawesi Selatan, selama periode 2018 dan 2023 melalui teknik penginderaan jauh menggunakan Citra Sentinel 2A dan pendekatan metode DPSIR. Kombinasi metode ini dapat memberikan wawasan komprehensif mengenai pola perubahan penutupan lahan dari waktu ke waktu. **Hasil.** Penelitian menunjukkan bahwa penutupan lahan di DAS Ujung Loe sebanyak 12 kelas, yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove sekunder, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur semak, sawah, permukiman, semak belukar, tambak, tanah terbuka, dan tubuh air. Di mana dari kelas-kelas penutupan lahan tersebut ada yang mengalami penambahan dan pengurangan luasan dalam kurun waktu 5 tahun periode 2018 dan 2023. Faktor-faktor penyebab perubahan penutupan lahan di DAS Ujung Loe diidentifikasi menggunakan metode DPSIR, sehingga didapatkan parameter-parameter yaitu, Pertumbuhan Penduduk (D1), Aspek Ekonomi (D2), Alih Fungsi Lahan (P1), Kesesuaian Penutupan Lahan dengan Pola Ruang (S1), Penilaian Kualitas Vegetasi (S2), Penurunan IKTL (S3), Peningkatan Resiko Bencana Alam (I1), Peningkatan Resiko Tingkat Kekritisan Lahan (I2), Penurunan Indeks Jasa Ekosistem (I3), dan Peningkatan Konflik Pengelolaan Lahan (I4). Kemudian parameter-parameter dari komponen DPSI tersebut membutuhkan respon untuk memitigasi dampak yang ada pada komponen *Drivers* (D) dan *Pressures* (P). Skenario yang direkomendasikan yaitu Optimalisasi Program Perhutanan Sosial (R1), Intensifikasi Sistem Agroforestry (R2), serta Konservasi dan Restorasi Ekosistem (R3).

Kata Kunci: Perubahan penutupan lahan, DAS Ujung Loe, Penginderaan Jauh, DPSIR, tata ruang

ABSTRACT

WINONA VANESSA HN. **Analysis of Land Cover Change in 2018 and 2023 in Ujung Loe Watershed** (supervised by Rizki Amaliah).

Background. Land cover is one of the Ministry of Environment and Forestry's strategic data and information that is always undergoing rapid and dynamic changes. In fact, land cover is a fundamental variable for sustainable resource management as well as for the study and understanding of environmental phenomena. Changes can be caused by several factors stemming from social, economic, demographic, and government policy aspects. **Aim**. This study aims to identify land cover change in Ujung Loe watershed in 2018 and 2023, analyse the factors causing land cover change based on the DPSIR (Driving Force-Pressure-State-Impact-Response) method, and determine the recommended scenario of land cover change direction based on the DPSIR method. **Methods**. This research analyses land cover change in the Ujung Loe watershed, South Sulawesi, over the period 2018 and 2023 through remote sensing techniques using Sentinel 2A imagery and the DPSIR method approach. This combination of methods can provide comprehensive insights into patterns of land cover change over time. **Results**. The study showed that there were 12 classes of land cover in Ujung Loe watershed, namely primary dryland forest, secondary dryland forest, secondary mangrove forest, plantation, dryland farming, dryland farming mixed with shrubs, rice fields, settlements, shrubs, ponds, open land, and water bodies. Some of these land cover classes experienced an increase and decrease in area within a 5-year period of 2018 and 2023. Factors causing land cover change in the Ujung Loe watershed were identified using the DPSIR method, resulting in parameters such as Population Growth (D1), Economic Aspects (D2), Land Use Change (P1), Land Cover Conformity with Spatial Pattern (S1), Vegetation Quality Assessment (S2), Decrease in IKTL (S3), Increased Risk of Natural Disasters (I1), Increased Risk of Land Criticality Level (I2), Decrease in Ecosystem Services Index (I3), and Increase in Land Management Conflict (I4). Then the parameters of the DPSI components require a response to mitigate the impact on the Drivers (D) and Pressures (P) components. The recommended scenarios are Optimisation of Social Forestry Program (R1), Intensification of Agroforestry System (R2), and Ecosystem Conservation and Restoration (R3).

Keywords: Land cover change, Ujung Loe watershed, Remote Sensing, DPSIR, spatial planning

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN PENGAJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI iv
UCAPAN TERIMA KASIH v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian 3
BAB II METODE PENELITIAN 4
2.1 Tempat dan Waktu 4
2.2 Alat dan Bahan 5
2.3 Metode Pelaksanaan Penelitian 6
2.4 Analisis Data 10
2.5 Bagan Alur Penelitian 14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN 15
3.1 Perubahan Penutupan Lahan di DAS Ujung Loe 15
3.1.1 Validasi Interpretasi Citra 15
3.1.2 Klasifikasi Penutupan Lahan 17
3.1.3 Tren Perubahan Penutupan Lahan 21
3.2 Faktor-Faktor Penyebab Perubahan Penutupan Lahan 25
3.2.1 Driving Force (Pendorong) 25
3.2.2 Pressure (Tekanan) 28
3.2.3 State (Keadaan) 31
3.2.4 Impact (Dampak) 34

3.3 Menentukan Skenario Rekomendasi Arahan Perubahan Penutupan Lahan 40
BAB IV KESIMPULAN 52
4.1 Kesimpulan 52
4.2 Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 58

DAFTAR TABEL

No Urut **Halaman**

1. Alat yang Digunakan dalam Proses Penelitian 5
2. Bahan yang Digunakan dalam Proses Penelitian 5
3. Kelas Penutupan Lahan 7
4. Confusion Matrix.....9
5. Kriteria Penilaian Koefisien Kappa 10
6. Kategori Kepadatan Penduduk di DAS Ujung Loe.....11
7. Sub Kriteria, Nilai, dan Klasifikasi Penutupan Vegetasi 11
8. Kategori Indeks Kualitas Penutupan Lahan.....13
9. Sub Kriteria, Nilai, dan Klasifikasi Lahan Kritis 12
10. Confusion Matrix DAS Ujung Loe Tahun 2018 15
11. Confusion Matrix DAS Ujung Loe Tahun 2023 16
12. Klasifikasi Penutupan Lahan DAS Ujung Loe Tahun 2018 18
13. Klasifikasi Penutupan Lahan DAS Ujung Loe Tahun 2023 19
14. Matriks Luas Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023.....20
15. Tren Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023 22
16. Sebaran Kepadatan Penduduk Berdasarkan Desa di DAS Ujung Loe Tahun 2023 26
17. Perubahan Penutupan Lahan Lahan Tahun 2018 dan 2023 dalam Kawasan Hutan DAS Ujung Loe 29
18. Klasifikasi Vegetasi Permanen dan Non Permanen.....32
19. Jenis Penutupan Lahan (Vegetasi) DAS Ujung Loe 33
20. Luas dan Persentase Kemiringan Lereng DAS Ujung Loe.....34
21. Sebaran Wilayah KRB DAS Ujung Loe 35
22. Klasifikasi Kekritisan Lahan DAS Ujung Loe 38
23. Rincian Hasil Overlay Komponen DPSI Berdasarkan Status Kawasan Hutan Lindung 41
24. Skenario Rekomendasi Arahan Driver dan Pressure di DAS Ujung Loe 51

DAFTAR GAMBAR

No Urut **Halaman**

1. Peta Lokasi Penelitian....4
2. Peta Titik Validasi Lapangan....8
3. Bagan Alur Penelitian....14
4. Peta Penutupan Lahan Tahun 2018....17
5. Peta Penutupan Lahan Tahun 2023....18
6. Peta Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023....23
7. Grafik Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023....24
8. Grafik Persentase Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2018 dan 2023....24
9. Sebaran Penduduk di DAS Ujung Loe Tahun 2023....26
10. Peta Kawasan Hutan DAS Ujung Loe....29
11. Peta Kesesuaian Penutupan Lahan di DAS Ujung Loe....31
12. Peta Kemiringan Lereng DAS Ujung Loe....34
13. Peta Kajian Resiko Bencana (KRB) DAS Ujung Loe....35
14. Peta Lahan Kritis DAS Ujung Loe....37
15. Kerangka DPSIR Perubahan Penutupan Lahan DAS Ujung Loe....50

DAFTAR LAMPIRAN

No Urut **Halaman**

1. Sebaran Titik Koordinat Penutupan Lahan di DAS Ujung Loe 58
2. Monogram Citra Sentinel 2A Tahun 2018 dan 2023 di DAS Ujung Loe.....64
3. Rincian Kesesuaian Penutupan Lahan di DAS Ujung Loe 67
4. Rincian Hasil *Overlay* Komponen DPSI Berdasarkan Status Kawasan.....70
5. Peta Rencana Pola Ruang Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Sinjai ..148
6. Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Data 149
7. Dokumentasi Hasil Validasi Lapangan 150

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Degradasi dan deforestasi menjadi masalah serius yang terus-menerus dihadapi. Karena periode terjadinya yang sudah berlangsung lama hingga dapat mengancam keberlanjutan penutupan lahan di seluruh dunia. Provinsi Sulawesi Selatan sendiri merupakan salah satu wilayah yang menjadi imbas dari praktik degradasi dan deforestasi lahan yang dilakukan. Berdasarkan Kajian Data Spasial Jurnal Celebes, luas penutupan lahan hutan Sulawesi Selatan tahun 2019 tersisa 1.342.058 hektare dari luas wilayah daratan kurang lebih 5.332.257 hektare, sehingga disebutkan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Selatan berada dalam kondisi kritis (Mongabay, 2023). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2014 tentang Sumber Daya Air, DAS merupakan suatu wilayah daratan yang mempunyai satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, di mana batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan di mana aktivitas di daratan akan memberikan pengaruh pada lingkungannya.

Praktik deforestasi dan degradasi merupakan hasil dari perubahan pola-pola pengelolaan penutupan lahan. Latue et al. (2023) menyatakan bahwa transisi demografis yakni, perpindahan penduduk dari pedesaan ke perkotaan, membawa perubahan substansial ke pola-pola penutupan lahan. Salah satu perubahan penutupan lahan yang paling umum adalah pergeseran dari daerah vegetasi (pertanian dan bukan pertanian) menjadi daerah tak bervegetasi. Pergeseran yang disebabkan kenaikan demografi ini mendorong meningkatnya permintaan lahan untuk pembangunan. Fenomena ini tentu tidak hanya mengimbas kepada penutupan lahan, namun secara nyata terhadap manusia yang juga berperan sebagai aktor yang dapat menghadirkan degradasi dan deforestasi.

Menurut Kesaulija et al. (2020), penutupan lahan merupakan salah satu data dan informasi strategis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang selalu mengalami perubahan cepat dan dinamis. Padahal, penutupan lahan merupakan variabel fundamental untuk pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan serta untuk studi dan pemahaman tentang fenomena lingkungan. Perubahan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang bersumber dari aspek sosial, ekonomi, demografi, serta kebijakan pemerintah (Ramdan, 2024). Latue et al. (2023) menyatakan, perubahan dalam penutupan lahan memiliki dampak yang sangat signifikan pada perencanaan pengembangan wilayah dan juga berdampak pada fungsi ekosistem di semua tingkatan spasial, mulai dari tingkat global hingga lokal, tidak terkecuali wilayah DAS Ujung Loe.

DAS Ujung Loe merupakan salah satu DAS penting di Wilayah Sungai (WS) Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan dengan panjang sungai utama

sekitar 53,39 km dengan luas sekitar 20.484,10 Ha. Secara fungsional, DAS Ujung Loe memainkan peran kunci dalam pembangunan Kabupaten Sinjai dan Kabupaten Bulukumba. Di Kabupaten Sinjai (bagian hulu), telah dibangun bendungan untuk memasok air bersih melalui PDAM untuk kebutuhan rumah tangga. Daerah ini juga memiliki potensi pariwisata yang menarik, sumber daya hutan yang berharga, serta lahan pertanian yang strategis. Di sisi lain, Kabupaten Bulukumba (bagian hilir) berfungsi sebagai pusat produksi dengan produktivitas tinggi dalam pertanian, perkebunan, dan persawahan (Nurdin, 2022).

Sebesar apapun potensi yang ada di DAS Ujung Loe, juga berjalan beriringan dengan masalah yang ada di dalamnya. Baik permasalahan yang disebabkan oleh manusia atau respons lingkungan itu sendiri (bencana alam). Dalam penelitian Nurdin (2022) menyatakan bahwa kualitas dan kuantitas sumber daya alam di DAS Ujung Loe mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir. Pada kemiringan >40% penutupan hutan berangsur beralih fungsi menjadi kebun/tegalan (pertanian) dan pemukiman, berubahnya fungsi penutupan semakin mempercepat terjadinya bencana alam seperti erosi dan longsor. Hal serupa disebutkan dalam Soma dan Kabuto (2017) yang menyatakan bahwa di DAS Ujung Loe vegetasi dengan kerapatan tinggi merupakan penutupan lahan yang mengalami peningkatan perubahan penutupan lahan yang berimplikasi pada sering terjadinya kejadian bencana tanah longsor. Namun di sisi lain, tuntutan DAS terhadap kemampuannya dalam menunjang sistem kehidupan, baik masyarakat di bagian hulu maupun hilir demikian besarnya. Hal ini adalah masalah kritis yang mempunyai konsekuensi luas bagi lingkungan dan masyarakat jika tidak ditangani.

Maka dari itu, analisis perubahan penutupan lahan di DAS Ujung Loe sangat penting dilakukan dengan melihat secara holistik untuk memahami tingkat dan dampaknya terhadap ekosistem dan masyarakat. Pola pengelolaan penutupan lahan yang tidak sesuai dengan rencana pola ruang, dapat mengakibatkan kerusakan yang berdampak pada fungsi hidrologi yang berujung terjadinya bencana alam. Selain itu, analisis perubahan penutupan lahan penting dilakukan agar dapat mengembangkan strategi mitigasi yang efektif, serta mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke-15 terkait melindungi, merestorasi dan meningkatkan pemanfaatan berkelanjutan ekosistem daratan, mengelola hutan secara lestari, menghentikan penggurunan, memulihkan degradasi lahan, serta menghentikan kehilangan keanekaragaman hayati. Menurut penelitian Bär (2023) pada 2030 Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa sepakat untuk mencapai dunia yang bebas dari degradasi lahan. Bukan hanya menetralisir degradasi, tetapi juga untuk mempertahankan atau meningkatkan kapasitas produktif lahan dan mendukung modal alami lahan. Indonesia sendiri telah turut mengupayakan misi dunia tersebut, seperti dengan diterbitkannya Undang-undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air.

Salah satu pendekatan metode analisis perubahan penutupan lahan adalah melalui teknik penginderaan jauh yang digabungkan dengan metode DPSIR (*Driving Force-Pressure-State-Impact-Response*). Kombinasi metode ini dapat

memberikan wawasan komprehensif mengenai perubahan pola perubahan penutupan lahan dari waktu ke waktu. Dengan menggunakan informasi ini secara efektif, para pembuat kebijakan dapat mengembangkan strategi untuk memitigasi kerusakan lebih lanjut sekaligus mendorong praktik pengelolaan lahan berkelanjutan.

Penelitian ini berupaya menelaah analisis perubahan penutupan lahan DAS Ujung Loe yang terjadi dalam periode waktu 5 tahun dari 2018 ke 2023 dengan metode *overlay* (tumpang susun) citra satelit hasil interpretasi. Sistem ini memiliki kemampuan tampilan visual yang kuat dengan menyajikan hasil analisis peta pada berbagai skala. Pendekatan pada penelitian ini memungkinkan integrasi informasi spasial ke dalam analisis lokasi dalam batas yang ditentukan.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

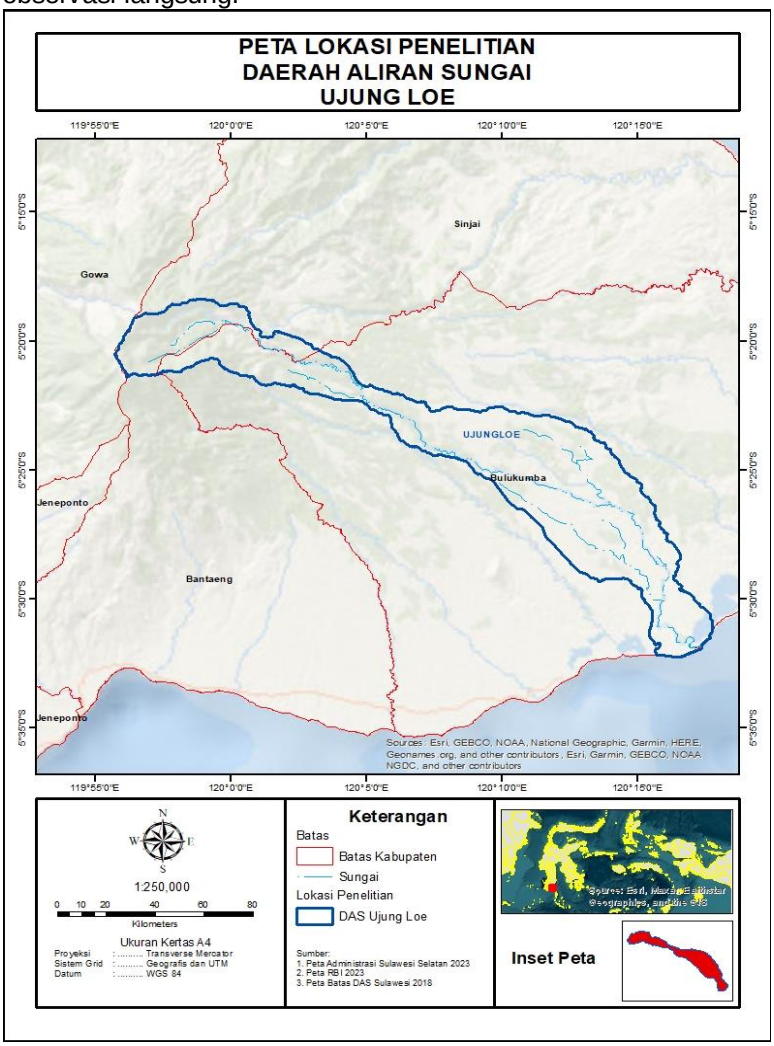
1. Mengidentifikasi perubahan penutupan lahan di DAS Ujung Loe tahun 2018 dan 2023
2. Menganalisis faktor-faktor penyebab perubahan penutupan lahan berdasarkan metode DPSIR
3. Menentukan skenario rekomendasi arahan perubahan penutupan lahan berdasarkan metode DPSIR

Hasil penelitian nantinya dapat dimanfaatkan oleh perencana, pembuat kebijakan, dan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan, khususnya dalam wilayah DAS Ujung Loe.

BAB II
METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Januari hingga Juli 2024. Berlokasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ujung Loe, yang meliputi wilayah administratif Kabupaten Sinjai dan Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Kegiatan dilakukan dengan dua tahap, yaitu analisis spasial dengan sistem penginderaan jauh dan observasi langsung.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam proses penelitian

No	Alat	Kegunaan
Hardware		
1	Alat tulis menulis	Mencatat data-data hasil pengamatan di lapangan
2	*Handphone*	Mendokumentasikan lokasi dan kegiatan penelitian
3	Laptop	Melakukan analisis data penelitian
4	GPS (*Global Positioning System*) *Handheld*	Mengetahui posisi koordinat geografis lokasi penelitian
Software		
1	ArcMap	Melakukan analisis spasial lanjutan dari hasil *Google Earth Engine*
2	*Google Earth Pro*	Memvalidasi secara digital penutupan lahan hasil interpretasi
3	*Microsoft Office*	Mengolah data hasil analisis spasial dan DPSIR

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
1	Peta Administrasi Provinsi, data jaringan jalan dan jaringan sungai Sulawesi Selatan	Menentukan batas administrasi wilayah penelitian	Portal Geospasial Indonesia: https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web
2	Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi dan Kabupaten	Mengidentifikasi kesesuaian penggunaan pola ruang wilayah	Data RTRW Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2022-2041, RTRW Kabupaten Bulukumba Tahun 2024-2044, dan RTRW Kabupaten Sinjai Tahun 2012-2032
3	Peta Kawasan Hutan	Mengidentifikasi kawasan hutan yang masuk dalam DAS Ujung Loe	Data Peta Kawasan Berdasarkan SK No. 362/Menlhk/Setjen/PLA.0/5/2019
4	Peta Batas DAS Ujung Loe	Menentukan batas lokasi penelitian	Direktur Jendral Pengendalian DAS dan Hutan Lindung Tahun 2018
5	Citra Sentinel 2A tahun 2018 dan 2023	Menginterpretasikan penutupan lahan	Portal Copernicus: https://scihub.copernicus.eu/

Lanjutan Tabel 2.

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
6	Peta Lahan Kritis	Mengindentifikasi Persentase luas lahan kritis	Data Lahan Kritis BPDAS Jeneberang-Saddang Tahun 2020
7	Data Digital Elevation Model (DEM)	Melihat kemiringan lereng wilayah penelitian	Portal Geospasial Indonesia: https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web
8	Data Penduduk DAS Ujung Loe Tahun 2024	Memberikan gambaran fluktuasi penduduk eksisting	Dokumen BPS Dalam Angka 2024 Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Sinjai

2.3 Metode Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian ini terdiri atas pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah pengumpulan data dari hasil analisis spasial, pengecekan dan pengambilan data lapangan. Selanjutnya, data sekunder merupakan pengumpulan informasi awal dengan studi literatur, serta mengumpulkan berbagai data yang bersumber dari pihak terkait berupa data dokumen-dokumen dan data peta yang diperoleh dari berbagai instansi terkait.

2.3.1 Pengumpulan Informasi Awal dan Penentuan Batas Lokasi Penelitian

Fase pertama, pengumpulan informasi dengan studi literatur sebagai data sekunder. Dilakukan dengan mencari artikel jurnal, buku, maupun sumber-sumber lainnya yang dapat membantu dalam memahami konsep, aturan, teori, dan metodologi yang relevan dengan penelitian ini.

Selanjutnya, melakukan penetapan lokasi penelitian yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ujung Loe yang didasari oleh Peta Batas DAS tahun 2018. Data diperoleh dari Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung.

2.3.2 Analisis Spasial

Analisis spasial digunakan untuk memahami hubungan suatu peristiwa dengan objek-objek lain di sekitarnya. Pengolahan citra satelit yang dilakukan menggunakan metode digitasi *onscreen*. Selanjutnya, metode analisis spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *overlay* dengan menggabungkan hasil interpretasi citra dengan peta RTRW dan parameter informasi lainnya seperti data penduduk, peta kawasan hutan, dan peta lahan kritis. Berikut tahapan visualisasi citra yang dilakukan pada penelitian ini:

***Masking* awan.** Awan akan membuat data dan informasi menjadi tidak akurat karena awan akan menutupi objek yang ingin diteliti. Tahapan *Masking* awan berfungsi untuk menghilangkan awan yang diolah pada *platform* Google Earth Engine.

Penggabungan *band*. Tahapan ini dilakukan dalam kegiatan interpretasi agar memudahkan mengidentifikasi objek dalam citra lokasi penelitian. Penggabungan citra berwarna dalam mode RGB berguna untuk lebih memudahkan dalam melakukan identifikasi fitur pada data yang telah dimuat.

Pemotongan citra (*cropping*). Sebelum memulai *cropping* data citra satelit, pastikan datum dan sistem proyeksi antara data citra satelit dan data vektor yang akan digunakan sebagai pemotong sama. Dalam penelitian ini menggunakan datum WGS 1984 dan proyeksi Transverse Mercator, dengan sistem koordinat WGS 1984 UTM Zone 50S.

Interpretasi. Citra Sentinel 2A tahun 2018 dan 2023 terlebih dahulu didefinisikan berdasarkan kelas-kelas penutupan lahan yang disesuaikan dengan Peta Penutupan Lahan yang dibuat oleh Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan/Ditjen PKTL. Identifikasi objek pada citra dengan memperhatikan unsur dan karakteristik citra yang disesuaikan dengan Petunjuk Teknis Penafsiran Citra Satelit Resolusi Sedang Untuk Update Data Penutupan Lahan Nasional dengan skala 1:50.000. Selanjutnya, kelas penutupan lahan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan tahun 2020 yang membagi dalam 23 kelas sebagai berikut:

Tabel 3. Kelas penutupan lahan

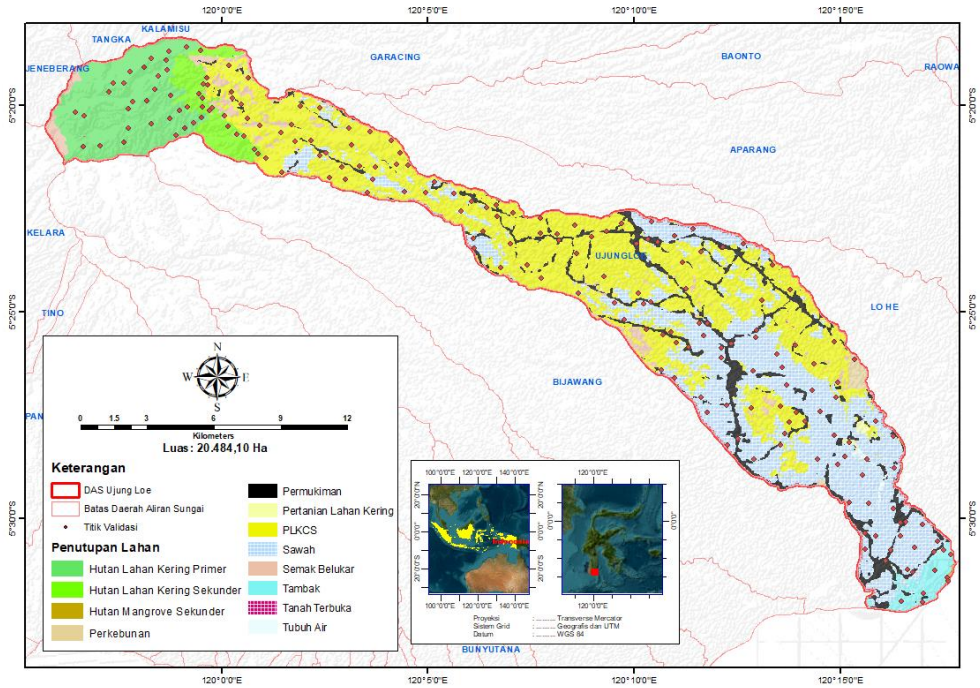
No	Kode	Toponimi	Keterangan
1	2001	Hp	Hutan Lahan Kering Primer
2	2002	Hs	Hutan Lahan Kering Sekunder
3	2004	Hmp	Hutan Mangrove Primer
4	2005	Hrp	Hutan Rawa Primer
5	20041	Hms	Hutan Mangrove Sekunder
6	20051	Hrs	Hutan Rawa Sekunder
7	2006	Ht	Hutan Tanaman
8	2007	B	Semak Belukar
9	2010	Pk	Perkebunan
10	2012	Pm	Pemukiman
11	2014	T	Tanah Terbuka
12	2500	Aw	Awan
13	3000	S	Savanna/Padang Rumput
14	5001	A	Tubuh Air
15	20071	Br	Semak Belukar Rawa
16	20091	Pt	Pertanian Lahan Kering
17	20092	Pc	Pertanian Lahan Kering Campur Semak
18	20093	Sw	Sawah
19	20094	Tm	Tambak
20	20121	Bdr	Bandara/Pelabuhan

Lanjutan Tabel 3.

No	Kode	Toponimi	Keterangan
21	20122	Tr	Transmigrasi
22	20141	Pb	Pertambangan
23	50011	Rw	Rawa

2.3.3 Pengecekan dan Pengamatan Data Lapangan

Pengecekan lapangan sebagai validitas penelitian. Data lapangan memungkinkan memeriksa, mengonfirmasi, atau menguji data spasial hasil interpretasi penutupan lahan yang telah dilakukan. Penelitian ini mengkombinasikan analisis spasial dengan metode DPSIR sehingga mengharuskan validasi data lapangan. Hal ini perlu dilakukan untuk memberikan pemahaman mendalam terkait konteks sosial, budaya, dan lingkungan yang mempengaruhi hasil penelitian. Selain itu, untuk data spasial hasil pengolahan citra dilakukan *groundcheck*. Kegiatan ini dilakukan dengan pengambilan titik koordinat yang ditentukan secara *purposive random sampling* yaitu memilih lokasi yang dijadikan sebagai titik sampling yang mewakili setiap bentuk penutupan lahan yang ada dengan mempertimbangkan faktor kemudahan aksesibilitas. Pada titik-titik *groundcheck* penutupan lahan dilakukan pengambilan gambar. Sebaran titik validasi dalam bentuk peta lapangan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta titik validasi lapangan

2.3.4 Uji Akurasi

Untuk menguji keakuratan interpretasi citra maka dilakukan uji akurasi citra. Akurasi adalah perbandingan antara data hasil interpretasi dengan kondisi lapangan. Perhitungan akurasi interpretasi citra dilakukan dengan tabel *confusion matrix*.

Tabel 4. *Confusion matrix*

		Data Interpretasi			**Total baris**	***Producer's Accuracy***
		A	**B**	**C**		
Data Referensi	A	Xii			Xi+	Xii/Xi_{+}
	B		Xii			
	C			Xii		
Total kolom		X_{+1}			N	
User's Accuracy		Xii/X_{+1}				

di mana, Xii adalah nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-I, Xi+ adalah jumlah piksel dalam baris ke-I, dan X+I adalah jumlah piksel dalam kolom ke-i.

Menurut Jensen (1996) dalam Asma (2018) secara matematis akurasi pada Tabel 4 dinyatakan sebagai berikut:

$$\textit{User's Accuracy} = \frac{Xii}{Xi+1} \times 100\% \quad (1)$$

di mana, Xii adalah total nilai sel yang benar di dalam kelas, dan $Xi+$ adalah jumlah nilai sel di dalam baris.

$$\textit{Producer's Accuracy} = \frac{Xii}{X+i} \times 100\% \quad (2)$$

di mana, Xii adalah total nilai sel yang benar di dalam kelas, dan $X+i$ adalah jumlah nilai sel di dalam baris.

$$\textit{Overall Accuracy} = \frac{D}{N} \times 100\% \quad (3)$$

di mana, D adalah total nilai baris yang benar yang telah ditambah secara diagonal, dan N adalah total nilai yang benar di dalam *error matrix*.

$$\textit{Kappa Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r} (x_i \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (4)$$

di mana, r adalah nomor baris di dalam matriks, Xii adalah jumlah nomor sel yang benar di dalam kelas, $Xi+$ adalah total untuk baris i, $X+i$ adalah total untuk kolom i, dan N adalah total nomor sel di dalam *error matrix*.

Nilai akurasi pemetaan antara 60%-80% dapat digunakan bagi kegiatan inventarisasi untuk pemantauan sumber daya alam (Rahmadi et al., 2020). Klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan matriks konfusi nilai yang diterima yaitu ≥85% atau 0,85. Adapun kriteria penilaian koefisien kappa dapat dilihat pada Tabel 5 (Haryani et al., 2023).

Tabel 5. Kriteria penilaian Koefisien Kappa

Nilai Kappa	*Agreement*
0 <	Buruk
0,01-0,20	Sedikit
0,21-0,40	Cukup
0,41-0,60	Sedang
0,61-0,80	Baik
0,80-0,99	Hampir Sempurna

2.4 Analisis Data

2.4.1 Analisis Perubahan Penutupan Lahan

Analisis perubahan penutupan lahan diidentifikasi dengan metode *overlay* (tumpang susun) citra satelit hasil interpretasi sehingga akan terlihat penutupan apa saja yang mengalami perubahan dalam periode waktu 2018 dan 2023. Perubahan penutupan lahan yang terjadi selanjutnya dibuat dalam bentuk matriks perubahan untuk memudahkan dalam melihat pengurangan dan penambahan luasan tiap-tiap kelas penutupan lahan.

2.4.2 Analisis Faktor-Faktor Penyebab Perubahan Penutupan Lahan

Analisis faktor-faktor penyebab perubahan penutupan lahan menggabungkan hasil analisis spasial dengan metode DPSIR (*Driver-Pressure-State-Impact-Response*) untuk mengetahui penyebab penutupan lahan di lokasi penelitian periode tahun 2018 hingga 2023 dapat rusak. Kerangka metode DPSIR menurut Sarah et al*.* (2022) disusun dengan parameter-parameter sebagai berikut:

1. ***Driving Force* (Pendorong)**: Aktivitas antropogenik yang dihasilkan dari kebutuhan manusia dan masyarakat dapat mempengaruhi kondisi lingkungan, seperti urbanisasi, peningkatan populasi, dan pertumbuhan ekonomi;
2. ***Pressure* (Tekanan)**: Hasil dari kekuatan pendorong yang memberikan tekanan pada lingkungan. Tekanan-tekanan tersebut meliputi: i) eksploitasi air tanah yang berlebihan, yang ditandai dengan menurunnya tingkat-tingkat piezometrik, ii) perubahan penggunaan lahan;
3. ***State* (Keadaan)**: Keadaan lingkungan yang terpengaruh sebagai akibat dari keadaan lingkungan di daerah penelitian;
4. ***Impact* (Dampak)**: Perubahan kondisi yang membawa dampak lingkungan atau ekonomi, seperti penurunan tanah, peningkatan banjir, kerusakan bangunan dan infrastruktur, dan banyak lagi kerusakan bangunan dan infrastruktur;
5. ***Response* (Respons)**: Serangkaian tindakan yang diambil untuk mengurangi dampak dan memperbaiki keadaan saat ini.

Sementara, parameter-parameter metode DPSI yang digunakan dalam penelitian ini terbagi atas data kualitatif dan kuantitatif. Adapun data kualitatif seperti data aspek ekonomi, indeks jasa ekosistem, dan konflik pengelolaan lahan.

Sementara, data kuantitatif yaitu data penduduk, penutupan lahan, kualitas vegetasi, indeks kualitas tutupan lahan, rencana pola ruang, kajian resiko bencana, dan kekritisan lahan. Data dari setiap komponen DPSI yang dapat dikuantifikasi akan dilakukan tumpang susun informasi (*overlay*). Berikut parameter-parameter DPSI dalam analisis penelitian ini:

1. ***Driving Force* (Pendorong)**: Pertumbuhan penduduk dengan kategori kepadatan berdasarkan Tabel 6 dan aspek ekonomi didapatkan dari hasil analisis data BPS.

Tabel 6. Kategori kepadatan penduduk di DAS Ujung Loe

No	Jumlah Penduduk	Kategori
1	P < 2000	Sedikit
2	2000 < P ≤ 3000	Sedang
3	3000 < P ≤ 4000	Banyak
4	P >4000	Sangat banyak

2. ***Pressure* (Tekanan)**: Alih fungsi lahan yang mempertimbangkan status kawasan, diperoleh dengan *overlay* peta kawasan hutan dan peta penutupan lahan (eksisting).
3. ***State* (Keadaan)**: Kesesuaian penutupan lahan dengan pola ruang wilayah Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Sinjai yang dihitung dengan persamaan (5), Penilaian kualitas vegetasi dengan melihat Presentase Penutupan Vegetasi (PPV) yang dihitung menggunakan persamaan (6), penilaian Indeks Kualitas Tutupan Lahan yang didapat dari dengan persamaan (7) dan (8).

$$\mathbf{KPL} = \frac{\text{LPS}}{\text{Luas DAS}} \text{ x } 100\% \quad (5)$$

di mana, KPL adalah Kesesuaian Penutupan Lahan, LPS adalah Luas Penutupan Sesuai, dan Luas DAS adalah 20.484,10 Ha (Permenhut No. P.32/Menhut-II/2009).

$$\mathbf{PPV} = \frac{\text{LVP}}{\text{Luas DAS}} \text{ x } 100\% \quad (6)$$

di mana, PPV adalah Persentase Vegetasi Permanen, LVP adalah Luas Vegetasi Permanen (Vegetasi permanen yang dianalisis adalah tanaman tahunan, yang berupa hutan, semak, belukar dan kebun), dan Luas DAS adalah 20.484,10 Ha (Permenhut No. P.61/Menhut-II/2014). Pengkategorian kelas PPV berdasarkan Tabel 7.

Tabel 7. Sub kriteria, nilai, dan klasifikasi penutupan vegetasi

Sub Kriteria	Nilai	Kelas
Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)	PPV > 80	Sangat Baik
	60 < PPV ≤ 80	Baik
	40 < PPV ≤ 60	Sedang
	20 < PPV ≤ 40	Buruk
	PPV ≤ 20	Sangat Buruk

$$\mathbf{TL} = \frac{\mathrm{LTL}}{\mathrm{LW}} \quad (7)$$

di mana, LTL adalah Luas Tutupan Lahan, dan LW adalah Luas Wilayah DAS. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021, Luas Tutupan Lahan (LTL) dihitung dari penjumlahan luas sebagai berikut:

1. Hutan lahan kering primer, hutan rawa primer, hutan mangrove primer, hutan lahan kering sekunder, hutan rawa sekunder, hutan mangrove sekunder, dan hutan tanaman.
2. Semak/belukar dan semak/belukar rawa, yang berada di kawasan hutan, sempadan sungai, sekitar danau/waduk, sempadan pantai dan lahan kemiringan lereng >25% (lebih besar dari dua puluh lima persen), dikalikan 0,6 (nol koma enam). Klasifikasi yang digunakan berdasarkan Ditjen PDAS No. P.3/V-SET/2013.
3. Ruang terbuka hijau, seperti hutan kota, kebun raya, taman keanekaragaman hayati, dikalikan 0,6 (nol koma enam).
4. Rehabilitasi hutan dan lahan, dikalikan 0,0–0,6 (nol koma nol sampai nol koma enam).

Nilai TL kemudian digunakan untuk menghitung Indeks Kualitas Tutupan Lahan, menggunakan persamaan berikut:

$$\mathbf{IKTL} = 100 - \big((84{,}3 - (\mathrm{TL} * 100)\big) * \frac{50}{54{,}3} \quad (8)$$

di mana, IKTL adalah Indeks Kualitas Tutupan Lahan, dan TL adalah Tutupan Lahan. Pengkategorian kelas IKTL berdasarkan Tabel 8.

Tabel 8. Kategori indeks kualitas penutupan lahan

No	Kategori	Angka Rentang
1	Sangat Baik	90 ≤ X ≤ 100
2	Baik	70 ≤ X < 90
3	Sedang	50 ≤ X < 70
4	Kurang	25 ≤ X < 50
5	Sangat Kurang	0 z≤ X < 25

4. ***Impact*** **(Dampak)**: Peningkatan resiko bencana diperoleh dari hasil analisis data RTRW Provinsi Sulsel tahun 2022-2042, dan data BPS tahun 2024. Kemudian, perhitungan resiko tingkat kekritisan lahan yang diperoleh dengan persamaan (9). Adapun penurunan indeks jasa ekosistem, dan peningkatan konflik pengelolaan lahan diperoleh dengan studi literatur.

$$\mathbf{PLK} = \frac{\text{Luas Lahan Kritis}}{\text{Luas DAS}} \text{ x } 100\% \quad (9)$$

di mana, PLK adalah Persentase Lahan Kritis yang masuk kategori kritis dan sangat kritis, dan Luas DAS adalah 20.484,10 Ha (Permenhut No. P.61/Menhut-II/2014). Pengkategorian kelas PLK berdasarkan Tabel 9.

Tabel 9. Sub kriteria, nilai, dan klasifikasi lahan kritis

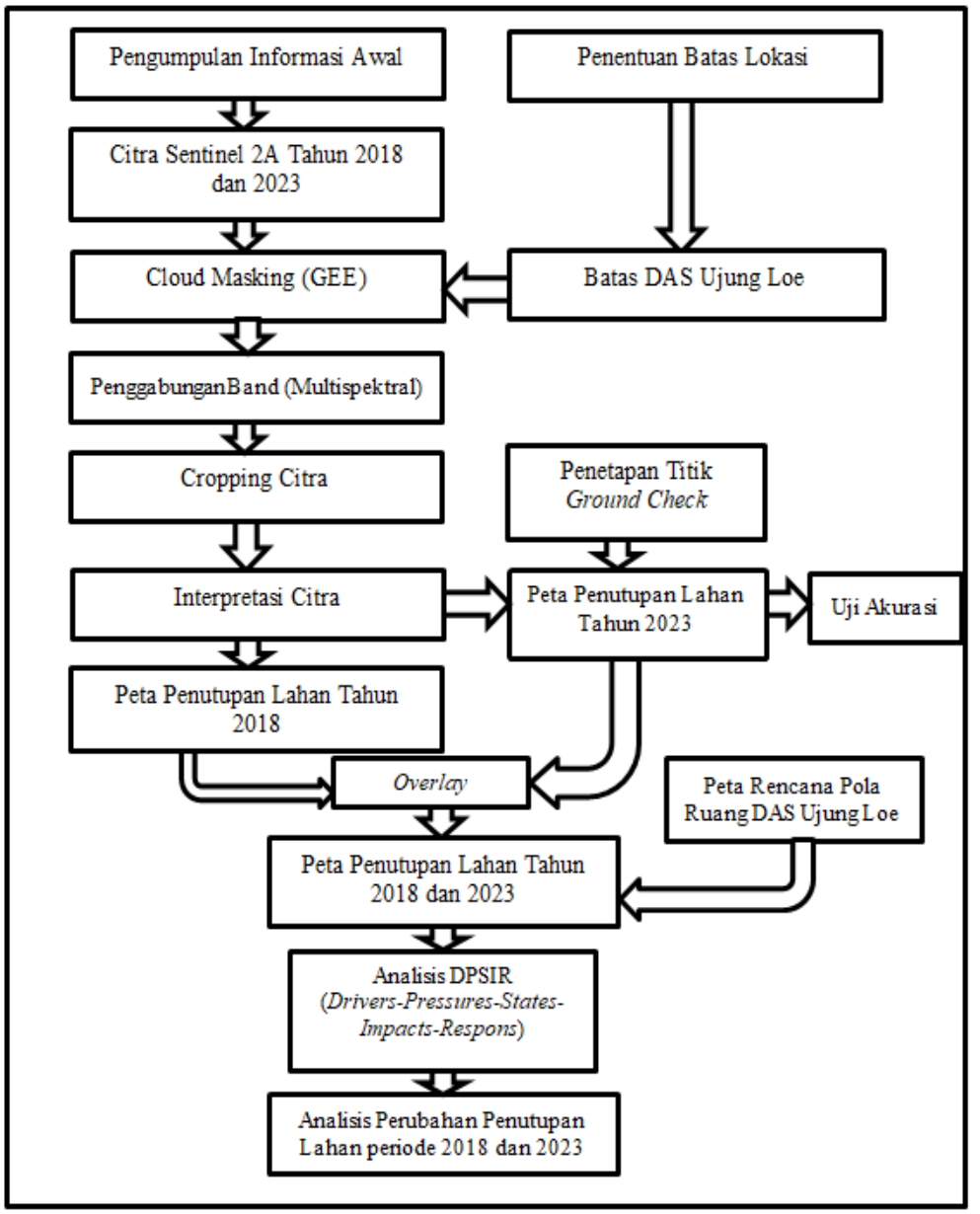
Sub Kriteria	Nilai	Kelas
Persentase Lahan Kritis (PLK)	PLK ≤ 5	Sangat Rendah
	5 < PLK ≤ 10	Rendah
	10 < PLK ≤ 15	Sedang
	15 < PLK ≤ 20	Tinggi
	PLK ≥ 20	Sangat Tinggi

2.4.3 Menentukan Skenario Rekomendasi Arahan Perubahan Penutupan Lahan

Pendekatan DPSIR (*Driver-Pressure-State-Impact-Response*) telah diterapkan secara luas untuk menyelidiki isu-isu lingkungan. Metode DPSIR yang dikembangkan oleh Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) menyatakan bagaimana pembangunan sosial-ekonomi mempengaruhi lingkungan dan mengindikasi hubungan antara "sebab-akibat" lingkungan, ekonomi, dan sosial (Alexakis, 2021). Sejalan dengan itu dalam Aziz (2023) menyebutkan, kerangka metodologis DPSIR didasarkan pada konsep bahwa *drivers* (baik yang alamiah maupun yang disebabkan oleh manusia) memberikan *pressures* (faktor langsung) pada lingkungan yang menyebabkan perubahan pada kondisi lingkungan hidup (*state*). Perubahan ini dapat memberikan dampak (*impact*) pada masyarakat. Selanjutnya masyarakat merespon perubahan dan dampak melalui berbagai kebijakan, program, maupun kegiatan (*responses*). Dalam menentukan skenario rekomendasi arahan pada penelitian ini dengan melihat bagaimana kerangka DPSIR yang ada.

2.5 Bagan Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa proses yang terjabarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alur penelitian