

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena yang terjadi akibat aktivitas manusia maupun faktor alami yang mempengaruhi lanskap suatu wilayah. Di Kabupaten Luwu, perubahan ini terutama disebabkan oleh ekspansi perkebunan, urbanisasi, serta aktivitas pertambangan yang semakin meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Penurunan luas hutan yang besar telah berdampak pada keseimbangan ekologis, termasuk berkurangnya keanekaragaman hayati dan meningkatnya risiko bencana alam seperti banjir dan tanah longsor (Jamaluddin, dkk., 2022). Tutupan lahan yang baik adalah kondisi penggunaan lahan yang optimal dan berkelanjutan, yang mempertahankan keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan pelestarian lingkungan. Tutupan lahan yang ideal mencakup sistem tata ruang yang mempertimbangkan daya dukung ekosistem, meminimalkan degradasi lahan, serta menjaga fungsi ekologis seperti ketersediaan air, keanekaragaman hayati, dan kestabilan iklim mikro (Mulyani, dkk., 2022). Menurut Asdak (2018), kondisi tutupan lahan merupakan parameter kunci dalam menilai kesehatan atau kualitas DAS karena menentukan kemampuan DAS dalam mengatur tata air dan mengendalikan erosi. Dengan demikian, perubahan tutupan lahan dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat degradasi atau keberlanjutan suatu DAS.

Vegetasi merupakan komponen penting dalam sistem tutupan lahan yang berperan dalam menjaga siklus hidrologi, kestabilan tanah, serta mitigasi perubahan iklim. Namun, peningkatan konversi lahan di Luwu, khususnya pada lahan pertanian dan kawasan pesisir, menyebabkan degradasi vegetasi yang berdampak pada peningkatan emisi karbon serta perubahan iklim mikro (Hidayat, dkk., 2015). Studi menunjukkan bahwa perubahan vegetasi akibat urbanisasi dan pertambangan di Luwu Timur telah

perubahan tutupan lahan dan vegetasi menjadi penting untuk mendukung kebijakan tata ruang yang berkelanjutan (Samawi, dkk., 2023). Tutupan vegetasi bagian hulu DAS memiliki peran penting dalam mengendalikan proses hidrologi. Peningkatan tutupan vegetasi di wilayah hulu dapat meningkatkan infiltrasi air hujan, menekan limpasan permukaan, serta menjaga kestabilan aliran sungai sepanjang tahun. Sebaliknya, penurunan tutupan vegetasi di hulu DAS cenderung menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan dan laju erosi, yang dapat mengakibatkan fluktuasi debit sungai, sedimentasi, serta meningkatnya erosi. Asdak (2018) dan Arsyad (2010) menegaskan bahwa vegetasi di daerah hulu DAS merupakan faktor utama yang mempengaruhi keseimbangan tata air dan keberlanjutan fungsi hidrologi suatu



Penutupan Vegetasi (PPV) merupakan indikator yang menggambarkan proporsi tutupan vegetasi dalam suatu Daerah

Aliran Sungai (DAS) sebagai cerminan kondisi biofisik wilayah. PPV dipilih sebagai indikator kualitas DAS karena tutupan vegetasi berperan penting dalam mengatur tata air, meningkatkan infiltrasi, menekan limpasan permukaan, serta mengendalikan erosi tanah. Menurut Direktorat Jenderal Pengelolaan DAS dan Rehabilitasi Hutan (2013) dan Asdak (2018), perubahan nilai PPV secara langsung mencerminkan tingkat degradasi atau keberlanjutan fungsi hidrologi DAS. Selain itu, PPV memiliki relevansi dalam mitigasi perubahan iklim karena vegetasi berfungsi sebagai penyerap karbon dan meningkatkan ketahanan DAS terhadap dampak iklim ekstrem, sehingga analisis PPV menjadi pendekatan yang tepat dalam menilai kualitas DAS secara berkelanjutan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat yang efektif dalam pemetaan perubahan tutupan lahan. SIG digunakan untuk mengintegrasikan berbagai data spasial seperti citra satelit, topografi, dan tata guna lahan guna menganalisis perubahan tutupan lahan dari waktu ke waktu. Penggunaan SIG dalam pemetaan perubahan lahan memungkinkan identifikasi area yang mengalami deforestasi, urbanisasi, atau konversi lahan pertanian, serta memprediksi dampak perubahan tersebut terhadap lingkungan, seperti peningkatan risiko banjir dan tanah longsor (Rakuasa & Rifai, 2021).

Selain berdampak pada kualitas Daerah Aliran Sungai (DAS), perubahan tutupan lahan juga berkontribusi terhadap perubahan iklim secara lokal dan global. Penelitian oleh (Marfai, dkk., 2015) menunjukkan bahwa deforestasi di DAS dapat meningkatkan suhu udara setempat hingga 2°C akibat hilangnya vegetasi yang berperan dalam menyerap karbon dan mengatur suhu mikro. Berdasarkan Data BMKG Kabupaten Luwu menunjukkan kenaikan suhu maksimum sekitar 3°–5°C dalam dekade terakhir. Selain itu, hilangnya hutan di DAS mengurangi kemampuan daerah tersebut dalam menyerap dan menyimpan air hujan, yang pada akhirnya memperparah risiko banjir dan kekeringan (Sugandhi, dkk., 2023).

DAS Suso merupakan salah satu DAS yang berada di Kabupaten Luwu. Luas total wilayah DAS Suso seluas 38.486 ha yang dimana DAS Suso mencakup 7 dari 22 kecamatan yang ada di Luwu. Pada DAS Suso, dampak dari degradasi telah teridentifikasi secara nyata. Menurut BNPB pada DAS Suso, kejadian bencana didominasi oleh peristiwa banjir dan longsor. Kejadian paling terlihat terjadi pada 3–4 Mei 2024 yang berdampak luas di Kabupaten Luwu, termasuk Kecamatan Bajo, Bajo Barat, Bua Ponrang, Latimojong, Suli, Suli Barat, dan Belopa. Selain itu, pada 1 Januari 2021 tercatat kejadian banjir di Kecamatan longsor di Kecamatan Latimojong. Bencana tersebut perubahan alih fungsi lahan dan kerusakan lingkungan yang Selain itu, perubahan iklim dan cuaca yang tidak menentu abkan bencana banjir dan longsor. Perubahan iklim ini juga terjadinya deforestasi yang ada di Luwu.

berbagai studi telah menyoroti dampak perubahan tutupan ang lebih mendalam mengenai DAS Suso masih sangat



terbatas. Studi yang lebih spesifik diperlukan untuk memahami pola perubahan lahan, dampaknya terhadap hidrologi lokal, serta strategi mitigasi perubahan iklim yang dapat diterapkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di DAS Suso dan mengevaluasi dampaknya terhadap kualitas DAS serta potensi mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini mengidentifikasi dinamika perubahan tutupan lahan yang terjadi pada tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2024 menggunakan data citra Landsat 8 yang nantinya dapat memberikan informasi tentang penilaian kualitas DAS melalui indikator Persentase Penutupan Vegetasi (PPV). Selain itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi perubahan iklim yang dapat diterapkan dan sesuai di DAS Suso.

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis perubahan tutupan lahan vegetasi permanen yang terjadi pada DAS Suso tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2024
2. Menganalisis kualitas DAS Suso berdasarkan nilai Persentase Penutupan Vegetasi (PPV) pada tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2024
3. Mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi perubahan iklim yang dapat diterapkan di DAS Suso

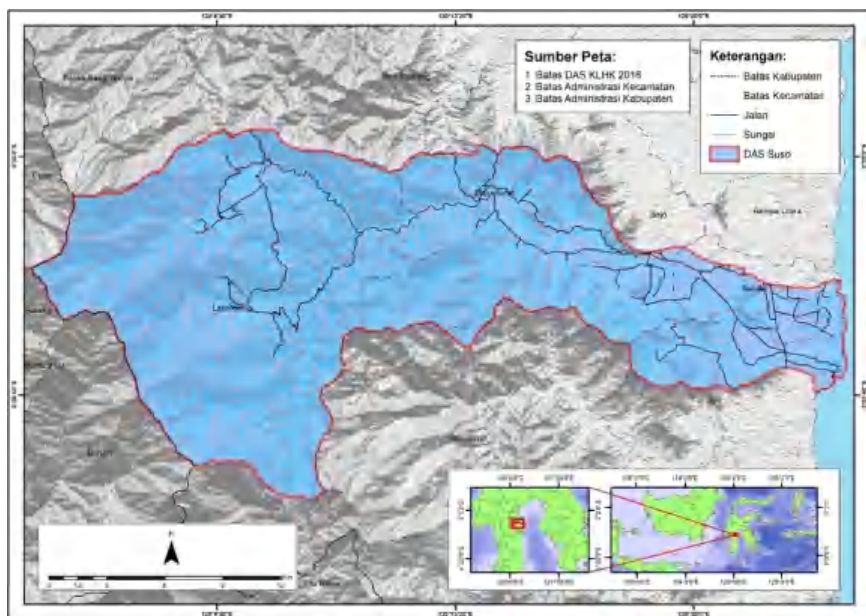
Penelitian ini memiliki manfaat teoritis dan praktis. Secara teoritis, penelitian ini akan menambah wawasan mengenai keterkaitan antara perubahan tutupan lahan, kualitas DAS, dan perubahan iklim dalam konteks ekosistem lokal khususnya pada DAS Suso. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemangku kebijakan dalam merancang strategi pengelolaan DAS yang berkelanjutan dan berbasis mitigasi perubahan iklim. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga mendukung upaya konservasi dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia.



BAB II METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret–Desember 2025 dengan tiga urutan tahap yaitu pengumpulan data, kegiatan lapangan, dan analisis data. Tahap kegiatan lapangan dilakukan di DAS Suso yang secara administrasi terletak di Kabupaten Luwu, provinsi Sulawesi Selatan, Sedangkan tahapan Pengumpulan data dan analisis data dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Peta lokasi penelitian DAS Suso dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Alat Penelitian



Alat	Kegunaan
yang dilengkapi dengan <i>rare GIS dan Microsoft Office</i>	Untuk mengolah data dan membuat peta penelitian

2	Alat tulis menulis	Untuk mencatat data penelitian di lapangan maupun di laboratorium
3	Global Position System (GPS)	Untuk mengambil titik koordinat saat melakukan <i>ground check</i>
4	Kamera	Untuk mengambil Dokumentasi di lapangan

2.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
1	Peta Batas DAS Suso	Untuk batas administrasi DAS Suso	Direktur Jendral Pengendalian DAS dan Hutan Lindung Tahun 2018
2	Peta Administrasi Kabupaten Luwu	Untuk peta dasar batas lokasi dan jaringan jalan penelitian di kabupaten Luwu	Portal Geospasial Indonesia https://tanahair.indonesia.go.id .
3	Citra Landsat 8 Tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2024 Path/Row = 114/62	Untuk menginterpretasi tutupan lahan Tahun 2014, 2019, dan 2024	<i>Earth Explorer</i> http://earthexplorer.usgs.gov .
	Peta Kawasan Hutan	Untuk mengetahui klasifikasi kawasan hutan	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
	Peta Kemiringan Lereng	Untuk peta kemiringan Lereng	Portal Geospasial Indonesia https://tanahair.indonesia.go.id



Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan penting yang diawali dengan penetapan batas lokasi penelitian, kemudian melakukan pengumpulan data, menginterpretasi citra, melakukan pengambilan data di lapangan, melakukan uji akurasi, dan melakukan studi literatur.

2.3.1 Penetapan Batas Lokasi Penelitian

Yang pertama harus dilakukan adalah menentukan lokasi penelitian dimana dalam hal ini yaitu DAS Suso, kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan. Untuk peta batas DAS Suso dapat diambil dari Peta Batas DAS Tahun 2018 yang bersumber dari Direktur Jendral Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung. Batas DAS yang telah ditentukan selanjutnya dioverlay dengan Peta Administrasi Kabupaten Luwu guna menghitung luas DAS Suso yang berada dalam wilayah administratif Kabupaten Luwu serta mengidentifikasi kecamatan-kecamatan yang termasuk di dalamnya beserta luas masing-masing kecamatan yang tercakup dalam DAS tersebut.

2.3.2 Pengumpulan Data

Prosedur berikutnya yaitu dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan. Data yang dibutuhkan dibagi menjadi dua yaitu data primer yang dimana berisi data-data yang diambil langsung dan divalidasi di lapangan yaitu data tutupan lahan dan hasil interpretasi citra. Lalu data sekunder berisi Citra Landsat 8 tahun 2014, 2019, dan 2024 dengan *path row* 114/64 yang bersumber dari *Earth Explorer*, data administrasi Kabupaten Luwu seperti batas lokasi dan jaringan jalan yang bersumber dari Portal Geospasial Indonesia.

2.3.3 Penentuan Fungsi Kawasan

Penentuan fungsi kawasan dilakukan melalui proses pemotongan (clip) menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* terhadap Peta Kawasan Hutan Tahun 2021 berdasarkan batas wilayah penelitian. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi kawasan yang berada dalam DAS Suso.

2.3.4 Penentuan Kemiringan Lereng

Analisis kemiringan lereng dilakukan menggunakan *Spatial Analyst Tools* melalui *tool* Slope pada perangkat lunak *ArcGIS* untuk menghasilkan peta kelereng. Peta kelereng tersebut kemudian dioverlay dengan peta kawasan hutan dan peta tutupan lahan guna memperoleh informasi spasial yang terintegrasi dalam mendukung analisis penelitian.



i Citra

pan dalam proses interpretasi citra :

a. Mengunduh Citra Landsat 8

Citra Landsat 8 yang dibutuhkan yaitu citra landsat 8 tahun 2014, tahun 2019, dan tahun 2024 yang bersumber dari *Earth Explorer* dan dapat di unduh di website <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

b. Penggabungan Band

Penggabungan band dilakukan untuk memungkinkan berbagai informasi spektral digabungkan untuk membedakan antara jenis objek atau tutupan lahan yang berbeda. Misalnya band merah, hijau, dan biru (RGB) atau kombinasi band lainnya untuk mengklasifikasikan tutupan lahan yang berbeda.

c. Koreksi Geometrik dan Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan bertujuan untuk memperbaiki ketidaktepatan dalam citra yang terjadi akibat faktor-faktor seperti posisi satelit, sudut pandang sensor, atau ketidakrataan permukaan bumi yang dapat menyebabkan kesalahan dalam lokasi objek di peta. Sedangkan koreksi geometrik bertujuan untuk memperbaiki variasi dalam intensitas nilai piksel citra yang diakibatkan oleh faktor eksternal seperti kondisi atmosfer. Koreksi radiometrik memastikan bahwa nilai piksel citra merepresentasikan dengan akurat radiasi yang dipantulkan oleh objek dipermukaan bumi.

d. Pemotongan Citra

Pemotongan citra disesuaikan dengan wilayah penelitian yang dilakukan. Pemotongan citra dilakukan dengan cara mentumpang tindihkan batas DAS Suso dengan citra, Lalu menggunakan tool "clip" pada *software ArcGIS*.

e. Interpretasi Citra

Menginterpretasi citra landsat 8 tahun 2014, 2019, dan 2024 dilakukan dengan menggunakan metode *on screen* yang sesuai dengan Standar Negara Indonesia (SNI) yaitu metode penginderaan jauh yang dilakukan langsung di layar komputer menggunakan perangkat lunak SIG dalam hal ini *ArcGIS*. Metode ini menafsirkan atau menganalisis data citra secara visual dengan bantuan alat atau fitur yang ada pada perangkat lunak untuk mengidentifikasi objek atau tutupan lahan.

2.3.6 Validasi dan Pengambilan Data Lapangan

Validasi dan pengambilan data di lapangan bertujuan untuk memastikan kesesuaian hasil dari interpretasi tutupan lahan yang dilakukan sebelumnya. Sebelum melakukan validasi dan pengambilan data di lapangan perlu dilakukan penentuan jumlah titik dimana setiap titik mewakili setiap kelas tutupan lahan. Penentuan titik sampel hanya dilakukan pada tahun 2024, sedangkan pada tahun 2014 dan 2019 validasi dilakukan dengan menggunakan *Ground truth*. Untuk



Setiap titik sampel digunakan Rumus Slovin. Rumus Slovin menentukan jumlah sampel yang diperlukan dalam suatu wilayah populasi sangat besar dan tidak diketahui distribusinya. Keunggulan Rumus Slovin yaitu mudah digunakan, praktis, penerapan yang lebih fleksibel, dan tidak memerlukan informasi tentang variabel.

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel yang diperlukan

N = Jumlah populasi

e = *margin of error* yang biasanya bernilai 10%

2.3.7 Uji Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat keakuratan pemetaan yang dilakukan. Pengujian akurasi yang digunakan yaitu uji *kappa accuracy* dengan bantuan dari matriks kesalahan (*confusion matrix*) pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Matriks Kesalahan (*Confusion Matrix*) (Arison dang, dkk., 2015)

	Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total Kolom	
		A	B		C
Data Hasil Klasifikasi Citra	A'	X_n			Σ_{+n}
	B'		X_n		
	C'			X_n	
Total Baris		Σ_{+n}			N

Keterangan :

A, B, C = Data acuan

A', B', C' = Data hasil klasifikasi citra

X_n = Data yang diuji

Σ_{+n} = Jumlah masing-masing data acuan/klasifikasi citra

N = Total data yang diuji

Pengujian akurasi dapat menggunakan rumus *kappa accuracy* (KA), dimana persentase akurasinya mempertimbangkan elemen *confusion matrix*. Tingkat keakuratan interpretasi citra dapat diterima jika memperoleh nilai kappa >80% (Jaya, 2010).

$$Kappa\ Accuracy = \frac{\sum_i^r = 1 x_{ii} - \sum_i^r = 1 x_i + x + 1}{N * 2 \sum x_i + x + 1}$$



diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i
 ah piksel dalam kolom ke-i
 ih piksel dalam baris ke-i
 aknya piksel dalam contoh
 or baris di dalam matriks

2.3.8 Penentuan Tutupan Lahan dalam Kawasan Hutan

Hasil peta tutupan lahan yang diperoleh interpretasi kemudian di *overlay* dengan peta kawasan hutan tahun 2021 yang bersumber KLHK. Hasil proses overlay tersebut selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis perubahan tutupan lahan yang terjadi pada masing-masing fungsi kawasan di dalam DAS Suso.

2.3.9 Penentuan Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)

Nilai PPV diperoleh berdasarkan hasil indentifikasi luas tutupan lahan bervegetasi permanen. Luas lahan bervegetasi permanen dihitung dengan menjumlahkan area masing-masing kategori tutupan lahan permanen yaitu hutan, semak belukar, padang rumput, dan serasah (Burhanudin, dkk. 2022).

2.3.10 Penentuan Strategi Mitigasi Perubahan Iklim

Penentuan strategi perubahan iklim hanya dilakukan pada tahun 2024 dengan metode studi literatur. Penentuan strategi mitigasi perubahan iklim dilakukan berdasarkan besaran nilai persentase penutupan vegetasi (PPV).

Analisis Data

2.4.1 Perubahan Tutupan Lahan

Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan dengan membandingkan tutupan lahan tahun 2014 dan tahun 2019 serta tutupan lahan tahun 2019 dan tahun 2024 menggunakan metode *Overlay* pada *Software ArcGIS*. Analisis ini dapat mengidentifikasi perubahan yang terjadi dalam 10 tahun terakhir yang akan disajikan dalam bentuk tabel.

2.4.2 Perhitungan Luas Lahan Bervegetasi Permanen

Vegetasi permanen merujuk pada jenis tumbuhan atau tutupan lahan yang tumbuh dan berkembang secara terus-menerus sepanjang tahun, tanpa terpengaruh oleh perubahan musiman atau faktor lingkungan. Vegetasi ini tetap ada dan tidak berubah secara mencolok dari waktu ke waktu, baik dalam bentuk maupun fungsinya (Kementerian Kehutanan, 2014).

2.4.3 Perhitungan Nilai Persentase Penutupan Vegetasi (PPV)

Perhitungan nilai Persentase Penutupan Vegetasi (PPV) merupakan cara untuk mengukur seberapa luas wilayah yang tertutup oleh vegetasi permanen dalam suatu wilayah tertentu, dan menyatakan hasilnya dalam bentuk persentase dari wilayah kajian yang dianalisis. Berdasarkan peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 tahun 2014 persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai PPV yaitu :



$$PPV = \frac{LVP}{\text{Luas DAS}} \times 100\%$$

entase penutupan vegetasi
lahan bervegetasi permanen
Daerah Aliran Sungai (DAS) (ha)

2.4.4 Penilaian Kualitas DAS

Hasil dari perhitungan nilai PPV, kemudian dapat diklasifikasikan untuk melihat kualitas DAS berdasarkan nilai PPV berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS. Penilaian kualitas DAS berdasarkan nilai PPV dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Kelas Penilaian Kualitas DAS berdasarkan Nilai PPV

No	Nilai	Kelas
1	PPV > 80%	Sangat Baik
2	60 < PPV ≤ 80%	Baik
3	40 < PPV ≤ 60%	Sedang
4	20 < PPV ≤ 40%	Buruk
5	PPV ≤ 20%	Sangat Buruk

2.4.5 Penentuan Strategi Mitigasi Perubahan Iklim


Perubahan iklim adalah perubahan rata-rata kondisi iklim dalam jangka waktu yang panjang, seperti perubahan suhu, pola curah hujan, dan meningkatnya kejadian cuaca ekstrem baik pada skala regional maupun global (BMKG, 2020). Perubahan iklim terutama disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) yang dihasilkan dari aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, serta perubahan penggunaan dan penutupan lahan (IPCC, 2021). Dampak dari perubahan iklim dapat terlihat melalui meningkatnya suhu permukaan bumi, perubahan pola musim, serta meningkatnya frekuensi bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor (KLHK, 2018). Oleh karena itu, diperlukan upaya penanganan melalui mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, antara lain dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan tutupan vegetasi melalui reboisasi dan rehabilitasi hutan, serta menerapkan pengelolaan tata ruang dan penggunaan lahan yang berkelanjutan (Asdak, 2018). Berdasarkan besaran nilai perhitungan Persentase Penutupan Vegetasi (PPV) dapat ditentukan strategi mitigasi yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.



Tabel 5. Strategi Mitigasi Perubahan Iklim

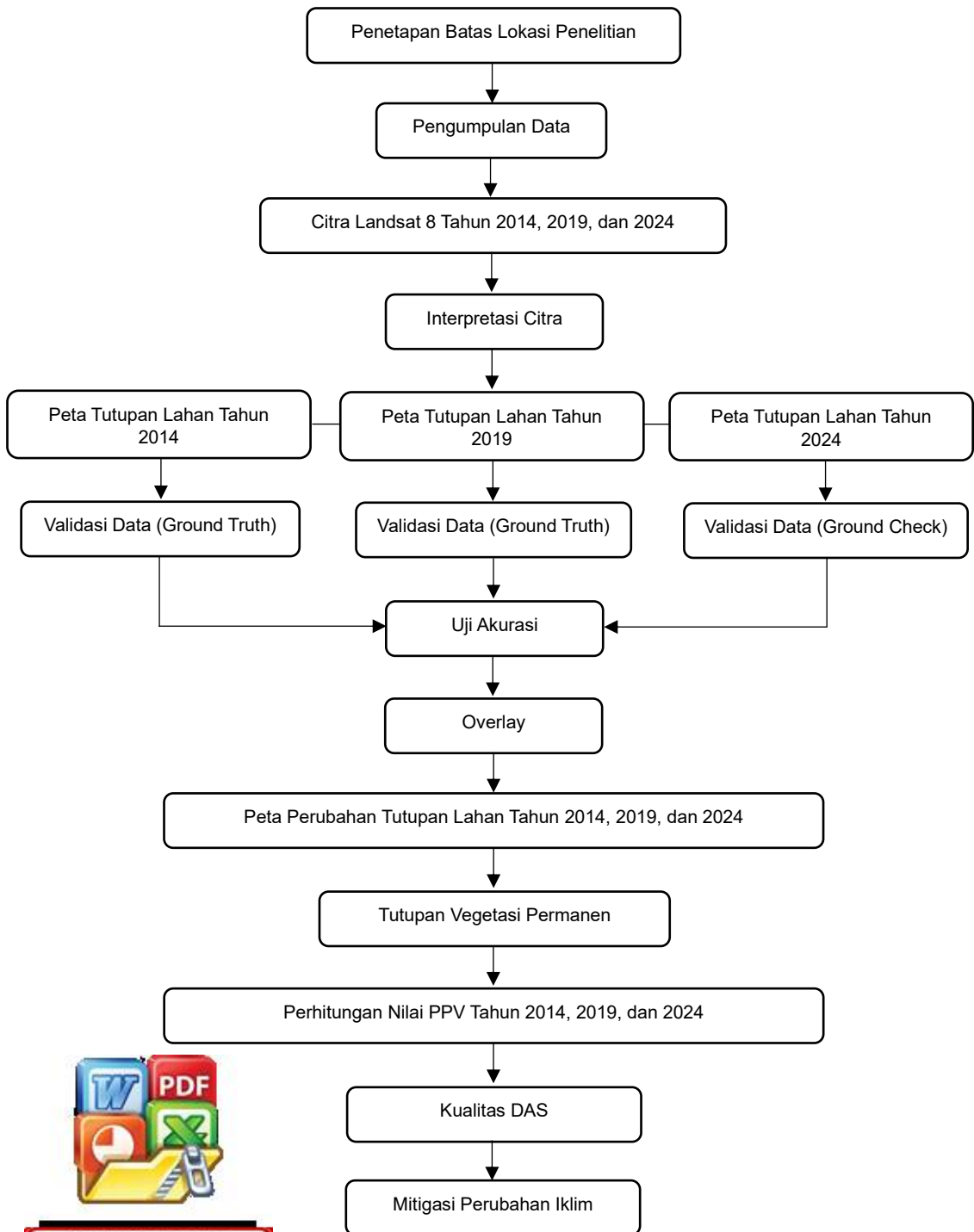
Kategori Tutupan Vegetasi	Strategi Mitigasi	Deskripsi	Sumber
Sangat Rendah (0-20%)	Rehabilitas Lahan	Penanaman vegetasi di lahan kritis untuk mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi air.	Amanullah, M. (2017). <i>Evaluasi Perubahan Penggunaan Lahan Di Hulu DAS Cimanuk Terhadap Debit Sungai Untuk Mitigasi Bencana Banjir di Wilayah Garut.</i>
Rendah (21-40%)	Konservasi Ekosistem DAS	Pemeliharaan vegetasi alami untuk mengurangi risiko banjir dan meningkatkan kualitas air.	Fenia, R. W. (2023). <i>Pemantauan Daerah Aliran Sungai : Upaya Mitigasi Banjir dan Banjir Bandang.</i>
Sedang (41-60%)	Pengelolaan Tata Ruang Berkelanjutan	Pengaturan tata guna lahan untuk mempertahankan vegetasi yang ada dan mengurangi sedimentasi di DAS.	Boer, R., Faqih, A., Ardiansyah, M., Kolopaking, L., Rakhman, A., Nurbaeti, B., Perdinan, Febriyanti, S., Jatmiko, S. D., & Anria A. (2025). <i>Rencana Aksi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim Dalam Kerangka Pengelolaan Sumberdaya Air DAS Citarum di Kabupaten Bandung Barat.</i> Badan



			Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLH).
Tinggi (61-80%)	Penguat Vegetasi Buffer (Agroforestri dan riparian) Serta Konsolidasi dan Peningkatan Kualitas Vegetasi	Penanaman pohon pelindung, penerapan agroforestri berkelanjutan dan pendidikan bagi masyarakat	Basuki, T.M., Nugroho, H.Y.S.H., Indrajaya. Y., Pramono. I.B., Nugroho. N.P., Supangat. A.B., Indrawati. D.R., Savitri. E., Wahyuningrum. N., Purwanto., Cahyono. S.A., Putra. P.B., Adi. R.N., Nugroho. A.W., Auliyani. D., Wuryanta. A., Riyanto. H.D., Harjadi. B., Yudilastyantoro. C., Hanindityasari. L., Nada. F.M.H., & Simarmata. D.P. (2022) <i>Improvement of Integrated Watershed Management in Indonesia for mitigation and adaptation to climate change: A Review, MDPI.</i>
Sangat 	Peningkatan Tutupan Vegetasi dengan Teknologi Resapan Air	Implementasi sumur resapan dan parit resapan untuk menjaga kualitas air dan mengurangi limpasan permukaan.	Sidharno, W., Masqudi, A. & Lasminto. U. (2023). <i>Mitigasi Dampak Perubahan Iklim Pada Sektor Sumber Daya Air di DAS Kolhua.</i>

Kerangka Kerja Penelitian

Untuk mengetahui lebih jelas mengenai kerangka kerja penelitian, dapat dilihat pada Gambar 2.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Gambar 2. Kerangka Penelitian