BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan hutan di Indonesia saat ini memiliki luasan 120,6 juta hektar (Ha) yang terbagi menjadi tiga fungsi yaitu Hutan Lindung (HL) dengan luas 29,7 juta Ha, Hutan Produksi (HP) dengan luas 68,8 juta Ha, dan Hutan Konservasi (HK) dengan luas 22,1 juta Ha yang meliputi Kawasan Konservasi Laut seluas 5,3 juta Ha (Putra dkk., 2019). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, dalam hal ini Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, telah melakukan penghitungan deforestasi Indonesia secara periodik (KLHK, 2019). Angka deforestasi yang terjadi di Indonesia pada periode Tahun 2015-2016 sebesar 629,2 ribu Ha yang merupakan angka deforestasi tertinggi dalam enam tahun terakhir. Pada tahun 2016-2017 angkanya mencapai 480 ribu Ha, sedangkan pada tahun 2017-2018 angka deforestasi turun menjadi 439,4 ribu Ha. Angka deforestasi kembali naik pada tahun 2018-2019 sebesar 462,5 ribu Ha. Pada tahun 2019-2020 angka deforestasi kembali mengalami penurunan sebanyak 75% sebesar 115,5 ribu Ha (BPS, 2021). Data tersebut menunjukkan bahwa deforestasi di Indonesia berubah secara fluktuatif. Hal itu terjadi karena dinamisnya perubahan penutupanan lahan akibat aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan sehingga mengakibatkan deforestasi (KLHK, 2019).

Deforestasi terjadi disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor langsung dan tidak langsung (Setiawan dkk., 2015). Faktor langsung dapat berupa penebangan liar (illegal logging) dan kebakaran hutan, sedangkan faktor tidak langsung antara lain adalah kegagalan pasar, kegagalan kebijakan serta persoalan sosial ekonomi dan politik lainnya secara umum (Ramdhoni dkk., 2009). Sunderlin dan Resudarmo (1997) dalam Ramadhan dkk. (2015) menyatakan bahwa penyebab deforestasi ada tiga tingkatan. Penyebab pertama adalah pelaku (actor) yang merupakan pihak yang melakukan deforestasi (petani/perambah hutan, HTI atau perusahan HPH dan perkebunan). Penyebab yang kedua adalah penyebab langsung yakni parameter yang mempengaruhi keputusan atau perilaku (harga komoditi, aksesibilitas, pasar, perkembangan teknologi dan kebudayaan). Penyebab pada tingkatan ketiga adalah penyebab yang mendasari (underlaying causes) merupakan kekuatan pada tingkat nasional, regional maupun global yang berpengaruh terhadap penyebab langsung (parameter).

Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah untuk menekan laju deforestasi. Salah satunya membuat beberapa kebijakan yang diharapkan dapat mendorong terwujudnya kelestarian hutan. Di antara kebijakan tersebut adalah PP No. 6 Tahun 2007 Jo PP No. 3 Tahun 2008 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan serta Pemanfaatan Hutan, di mana dibahas tentang Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) (Lis & Yosevi, 2008) dimana arahan pengelolaan kawasan hutan di Indonesia dibagi habis ke dalam wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) (Pemerintah Indonesia, 2008). Dalam satu wilayah KPH dapat terdiri lebih dari satu fungsi pokok hutan yang penamaannya ditentukan oleh fungsi hutan yang luasnya dominan (Kartodihardjo dkk., 2011). Berdasarkan fungsi hutan maka KPH dibagi menjadi KPH

Lindung (KPH), KPH Produksi (KPHP), dan KPH Konservasi (KPHK) (Hernowo & Ekawati, 2014). KPH berperan sebagai penyelenggara pengelolaan hutan di lapangan atau di tingkat tapak yang harus menjamin bahwa pengelolaan hutan dilakukan secara lestari sesuai dengan fungsinya (Kartodihardjo dkk., 2011).

Sebagai implementasi kebijakan tersebut maka pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan membentuk KPH sebagai bagian dari pengelolaan hutan di tingkat tapak. Sesuai dengan SK Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK)-RI, Nomor 371/MENLHK/SETJEN/PL.0/9/2020 Tertanggal 17 September 2020 tentang Penetapan Wilayah KPHL dan KPHK Propinsi Sulawesi Selatan menetapkan 24 Unit KPH, yang terdiri atas 16 KPHL (KPH Lindung) dan 8 KPHP (KPH Produksi) (KLHK, 2020). Potensi keanekaragaman hayati yang berbeda serta kondisi open acces sangat memungkinkan terjadinya deforestasi sehingga kajian deforestasi penting untuk dilakukan. Kajian deforestasi pada setiap KPH di Provinsi Sulawesi Selatan penting untuk dilakukan dan diamati untuk mengetahui kondisi hutan pada wilayah pengelolaan kawasan hutan tersebut.

Salah satu kajian mengenai deforestasi adalah pemetaan kejadian deforestasi (Setiawanti dkk, 2014). Pemetaan kejadian deforestasi membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan dengan interpretasi citra secara konvensional (Yordanov & Brovelli, 2021). Hadirnya *platform cloud computing* berbasis geospasial yaitu *Google Earth Engine* (GEE) yang menyediakan berbagai katalog *multipetabyte* data penginderaan jauh dan algoritma *machine learning* memberikan pilihan baru kepada para peneliti yang tertarik melakukan analisis data penginderaan jauh yang lebih efisien (Dong dkk., 2020; Diniz dkk., 2019). Google Earth Engine (GEE) juga menyediakan pengklasifikasian berbasis *machine learning* yang dapat digunakan untuk pemetaan penggunaan lahan multi-temporal (Farda, 2017) yang nantinya dapat dijadikan sebagai dasar pemetaan deforestasi.

Penelitian mengenai pemetaan kejadian deforestasi dengan menggunakan GEE yang masih minim serta belum adanya pemetaan kejadian deforestasi pada areal kerja KPH merupakan landasan awal pelaksanaan penelitian ini. Dimana pada penelitian ini penulis memilih dua KPH sebagai lokus studi kasus dalam memanfaatkan teknologi penginderaan jauh terbarukan ini yakni KPH Larona dan KPH Ajatappareng yang terletak di Kab. Luwu Timur dan Kab. Barru, Prov. Sulawesi Selatan. Dimana luas KPH masing-masing 127.731 Ha (KPH Larona, 2020) dan 69.725 Ha (KPH Ajatappareng, 2018). Luasnya kawasan hutan pada wilayah KPH tersebut berpengaruh pada potensi terjadinya perubahan kondisi karena hampir sebagian besar kawasan hutan di Indonesia sangat minim pemantauan akibat luasnya wilayah pengelolaan serta menurut masyarakat bahwa kedua areal tersebut merupakan wilayah yang memilik tingkat deforestasi yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan guna memetakan kejadian deforestasi pada areal kerja KPH Larona dan KPH Ajatappareng dan mengembangkan metode pemetaan deforestasi menggunakan teknologi penginderaan jauh berbasis *machine learning* yang tersedia di GEE.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi tutupan lahan KPH Larona dan KPH Ajatappareng menggunakan *Google Earth Engine* (GEE).
2. Memetakan kejadian deforestasi pada areal kerja KPH Larona dan KPH Ajatappareng.

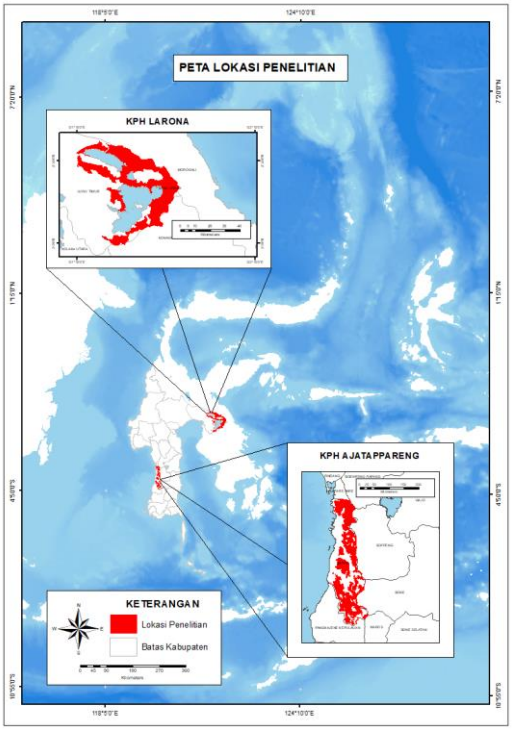
Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi dasar untuk mengetahui daerah yang perlu perhatian khusus dalam upaya penanganan akibat deforestasi.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022 hingga November 2022. Analisis data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Berdasarkan letak geografis, wilayah KPH Larona terletak pada 120°52’25.7” sampai dengan 121°47’26.5” BT dan 2°22’56.3” sampai dengan 3°0’46.8” LS dengan luas 127.731 Ha. Secara administratif, KPH Larona terletak di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan, dan tersebar di 6 (enam) kecamatan pada wilayah administrasi Kabupaten Luwu Timur, yakni Kecamatan Angkona, Kecamatan Malili, Kecamatan Towuti, Kecamatan Nuha, Kecamatan Wasuponda, dan Kecamatan Kalaena. Untuk KPH Ajatappareng, secara geografis terletak pada 4°05'49" LS - 04°47'35" LS dan 119°35'00" BT - 119°49'16" BT dengan luas 69.725 Ha. Secara administrasi, KPH Ajatappareng tersebar pada 7 (tujuh) kecamatan pada wilayah administrasi Kabupaten Barru, yakni Kecamatan Mallusetasi, Kecamatan Soppeng Riaja, Kecamatan Balusu, Kecamatan Barru, Kecamatan Tanete Rilau, Kecamatan Tanete Riaja dan Kecamatan Pujananting.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1.	Laptop (Spesifikasi *Ryzen* 5, RAM 4 GB, SSD 256 GB)	Sebagai alat untuk menjalankan program/aplikasi.
2	Perangkat Lunak *ArcGis*	Sebagai alat untuk memproses output dan viasualisasi data
3	Perangkat Lunak *Ms. Office*	Sebagai alat untuk mengolah angka dan kata
4	*Platform Google Earth Engine*	Sebagai alat untuk memperoleh citra dan menganalisis kejadian deforestasi

Tabel 2 Jenis dan sumber data bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data
1	Citra *Landsat* 7 ETM+ Tahun 2010 areal KPH Ajatappareng	Sebagai data untuk membuat peta kejadian deforestasi Tahun 2010
2	Citra *Landsat* 7 ETM+ Tahun 2010 areal KPH Larona	Sebagai data untuk membuat peta kejadian deforestasi Tahun 2010
3	Citra *Landsat* 8 TIRS/OLI Tahun 2021 areal KPH Ajatappareng	Sebagai data untuk membuat peta kejadian deforestasi dan Tahun 2021.
4	Citra *Landsat* 8 TIRS/OLI tahun 2021 KPH Larona	Sebagai data untuk membuat peta kejadian deforestasi dan Tahun 2021.
5.	Peta Areal Kerja KPH	Sebagai data untuk mengetahui batas lokasi penelitian

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan persiapan yaitu dengan studi literatur dan pengumpulan citra landsat dan data areal kerja KPH Larona dan KPH Ajatappareng. Data yang telah diperoleh selanjutnya akan diolah melalui tiga tahapan, yaitu pra pegolahan data, pengolahan data dan diakhiri dengan tahapan validasi data. Untuk tahapan pra pengolahan data terdiri dari koreksi radiometrik, *cloud masking*, dan pemotongan citra (*cropping*) sedangkan tahapan pengolahan data meliputi interpretasi citra, uji akurasi hasil interprestasi dan analisis kejadian deforestasi menggunakan metode *random forest* (RF). Prosedur penelitian ini dilakukan di kedua citra *timeframe* tahun 2010 dan tahun 2021.

2.3.1 Pra Pengolahan Data

Koreksi Radiometrik

Data citra satelit awal yang belum diolah biasanya mengandung noise yang ditimbulkan oleh sistem. Salah satu noise dapat ditimbulkan karena perbedaan posisi matahari pada saat data diakusisi. Untuk menghilangkan noise tersebut dapat digunakan koreksi radiometrik *Top of Atmosfer* (ToA). Koreksi ToA merupakan perbaikan akibat distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari. Koreksi ToA dilakukan dengan cara mengubah nilai *Digital Number* (DN) ke nilai reflektansi (Rahayu, 2014). Kesalahan radiometrik dapat menyebabkan nilai piksel pada hasil perekaman citra tidak sesuai dengan objek sebenarnya di lapangan sehingga koreksi radiometrik ini perlu dilakukan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan apa yang diinginkan (Dennis, 2007). Namun penggunaan citra satelit dalam penelitian ini menggunakan Citra Landsat USGS *Surface Reflectance Tier* 1. Citra ini yang juga disediakan dalam platform GEE bersifat siap pakai karena sudah diproses *ortorektifikasi* dan kalibrasi *reflektan* (Fariz T.R, dkk, 2021).

Cloud Masking

Dalam memproses citra satelit, salah satu kendala adalah adanya tutupan awan. Dengan menutup awan dan bayangannya (*masking*) maka akan lebih baik untuk proses selanjutnya. Bayangan awan juga menjadi salah satu kendala utama dalam pengolahan citra pasif dan juga menutupi daerah yang terkena bayangan itu sendiri serta akan membuat nilai *pixel* pada citra menjadi nilai *pixel* yang tidak sebenarnya yang berakibat pada kesalahan interpretasi tutupan lahan yang ada sehingga mendeteksi awan dan bayangannya perlu dilakukan pada tahap pra-pengolahan citra (Braaten dkk., 2015). Proses *cloud masking* dalam penelitian ini dilakukan pada *platform* GEE dengan menggunakan kode editor yang berfungsi untuk *cloud masking.* Sehingga Pemilihan waktu perekaman citra berdasarkan rentang waktu kemudian diolah dengan algoritma cloud removal dan median, sehingga citra satelit yang digunakan akan bebas awan dan mewakili kondisi suatu periode waktu (Fariz & Nurhidayati, 2020)

Pemotongan Citra (*Cropping)*

Pemotongan citra *(cropping*) dilakukan untuk memotong citra sesuai dengan batas wilayah penelitian, sehingga pengolahan data citra lebih efisien pada lokasi penelitian. Citra *Landsat* yang akan dipotong di-*overlay* dengan *Area of Interest* (AOI) yaitu areal kerja KPH Larona dan KPH Ajatappareng.

2.3.2 Pengolahan Data

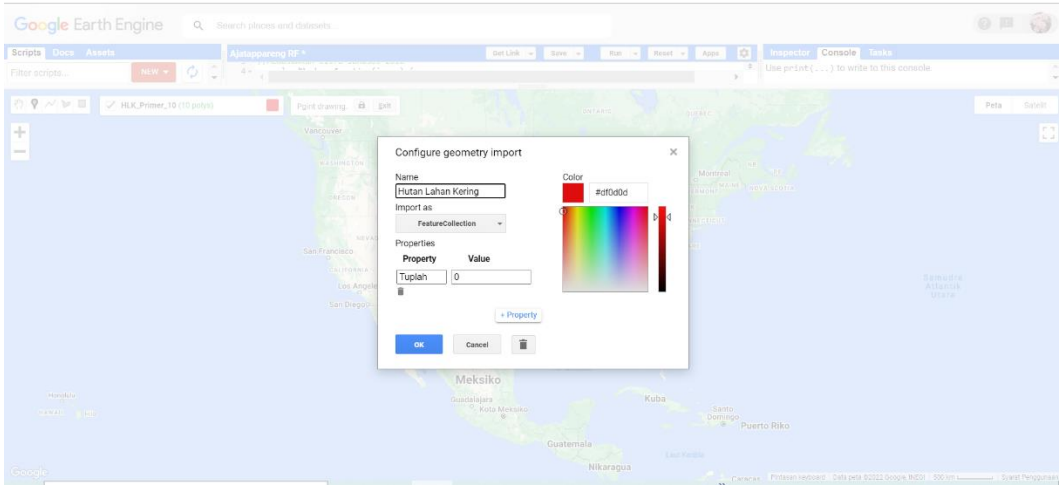
Interpretasi Citra

Proses interpretasi citra dalam penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi terbimbing (*supervised* classification) dengan algoritma *Random Forest* (RF) memanfaatkan bahasa pemrograman (*JavaScript)* yang merupakan salah satu metode *machine learning* yang telah disediakan GEE. Klasifikasi *supervised* melibatkan interaksi analis secara intensif, dimana dilakukan proses identifikasi objek pada citra *(training area)* (Hasan dkk, 2022).

Klasifikasi *supervised* dimulai dengan membuat *training area* berdasarkan kelas tutupan lahan, kemudian dilanjutkan dengan proses klasifikasi. Kelas tutupan lahan yang digunakan akan disesuaikan dengan tutupan lahan yang ada pada areal kerja KPH Larona dan KPH Ajatappareng. Setiap kelas dilambangkan dengan bilangan integer sesuai dengan proses klasifikasi di GEE dan diawali 0 (Novianti, 2021). Contoh pembagian kelas tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Penomoran Kelas Tutupan Lahan pada GEE.

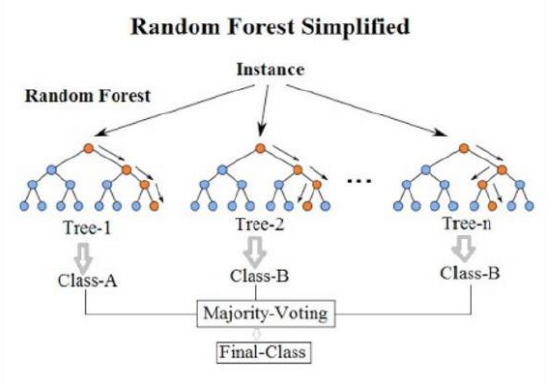
No.	Kelas Tutupan Lahan	Nilai
1.	Hutan lahan Kering Primer	0
2.	Hutan lahan Kering Sekunder	1
3.	Lahan Terbuka	2
4.	Sawah	3
5.	Tubuh Air	4



Gambar 2. Penomoran Kelas Tutupan Lahan pada GEE

Klasifikasi tutupan lahan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *random forest*. Dalam metode RF ini menghasilkan banyak *tree* yang digunakan sebagai dasar *majority vote (bagging ensemble method*). *Majority vote* ini digunakan untuk menentukan kelas label di output. Keunggulan dari RF adalah sangat efektif dalam menghadapi masalah *overfitting*, karena *tree* atau *classified* yang dihasilkan oleh RF ini dilakukan/dipetakan secara *random* sehingga tidak akan terpengaruh oleh *overfitting* (Zulfajri, dkk., 2019).

Sumber: *(https://medium.com/@williamkoehrsen/random-forest-simple- explanation-377895a60d2d)*



Gambar 3. Konsep sederhana dari Random Forest

Ketika proses klasifikasi, data sampel dibagi *(splitting)* menjadi *data train* dan *data test* dengan proporsi 70% untuk *data training* dan 30% untuk *data testing*. Keluaran akhir (output) dari proses ini adalah klasifikasi penutupan lahan.

2.3.3 Uji Akurasi

Uji akurasi hasil interpretasi citra dilakukan untuk melihat tingkat ketelitian antara hasil interpretasi citra yang dilakukan menggunakan metode klasifikasi *supervised* dengan GEE. Perhitungan uji akurasi interpretasi citra dilakukan dengan menggunakan model matrik kesalahan (*confusion matriks)* yang juga akan dilakukan dengan GEE.

Matrik kesalahan dihitung dengan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (*ground truth*) dalam hal ini menggunakan citra satelit akurasi tinggi yang telah disediakan dalam *platform* GEE yaitu citra dari *Maxar Technologies.* Demikian matriks berbentuk *square* dengan angka pada baris dan kolom sama dengan angka pada kategori tingkat akurasi klasifikasi yang akan dinilai (Novianti, 2021). Sehingga data yang muncul pada *confusion matrix* yang dihasilkan oleh GEE merupakan jumlah pixel yang sesuai dengan hasil analisis yang dihasilkan.

Tabel 4 *Confusion Matriks*

	Data Acuan Pengecekan Lapangan				Total Kolom
		A	B	C	
Data Hasil Kualifikasi Citra	A'	Xa			$\sum_{K+}$
	B'				
	C'			$\sum_{KK}$	
Total Baris		$\sum_{+k}$			N

Sumber : Lillesand dan Kiefer (1994)

Keterangan :
A, B, C = Data acuan
A`, B`, C` = Data hasil klasifikasi citra
Xn = Data yang diuji
ΣXn = Jumlah masing-masing data acuan/klasifikasi citra
N = Total data yang diuji

Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85% (Lillesand & Kiefer, 1994). Akurasi *kappa* ini sering juga disebut dengan indeks *kappa*. Secara matematis akurasi *kappa* disajikan sebagai berikut:

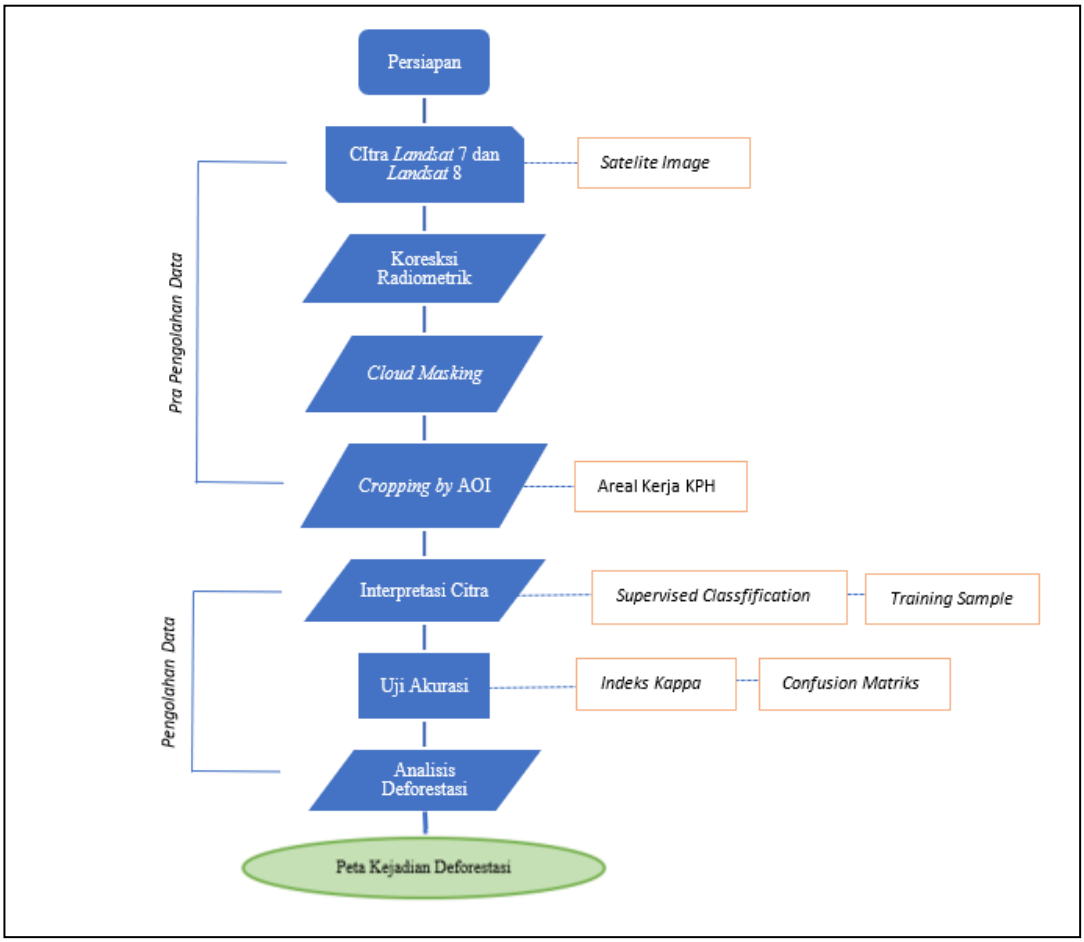
$$Kappa\ (k) = \frac{N\ \sum_i^r X_{ii} - \sum_i^r X_{i+}X_{+i}}{N^2 - \sum_i^r X_{i+}X_{+i}}\ x\ 100\%$$

Keterangan:

N = banyaknya piksel dalam contoh
X = nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan Kolom ke-i
Xii = jumlah piksel dalam baris ke-i
Xi_+ = jumlah piksel dalam kolom ke-i

2.3.4 Analisis Kejadian Deforestasi

Pendekatan yang sering digunakan untuk mendapatkan dinamika *spatiotemporal* dari tipe penggunaan lahan dalam hal ini untuk menganalisis deforestasi adalah dengan melakukan analisis *overlay* (Zhu, dkk. 2022). Dalam penelitian ini, hasil interpretasi citra sesuai dengan *Area of Interest* (AOI) yaitu KPH Larona dan KPH Ajatappareng dan menghasilkan klasifikasi tutupan lahan tahun 2010 dan 2021 yang kemudian akan diperoleh perubahan dari hutan menjadi non hutan dan didefinisikan sebagai kejadian deforestasi.



Gambar 4. Alur Penelitian