

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi getah pinus di Sulawesi Selatan menjadi salah satu komoditas penting yang mendukung perekonomian Masyarakat, terutama di daerah-daerah yang memiliki potensi yang sesuai untuk budidaya pinus. Pinus sebagai salah satu jenis pohon yang banyak dibudidayakan, memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena getahnya digunakan dalam berbagai industri, mulai industri karet hingga farmasi (Tajuddin, 2021). Menurut data dari Dinas Kahutanan Provinsi Sulawesi Selatan, produksi getah pinus di wilayah ini mencapai 1.500 ton per tahun, dengan kontribusi terbesar berasal dari Kabupaten Maros (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan., 2024).

Pemetaan potensi lahan untuk budidaya pinus sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam pengelolaan sumberdaya alam. Penggunaan teknologi citra drone dalam pemetaan lahan menawarkan keunggulan yang signifikan dibandingkan metode konvensional. Citra drone dapat memberikan data yang lebih akurat dan detail mengenai kondisi lahan termasuk topografi dan vegetasi yang ada (Spiers et al., 2025). Dengan menggunakan citra drone, dapat dilakukan analisis yang lebih mendalam untuk menentukan area paling potensial untuk pinus. Kelompok Tani Hutan (KTH) Abulo Sibatang yang berlokasi di Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros terdapat potensi lahan yang cukup luas untuk pengembangan pinus. Berdasarkan survei awal dan informasi dari Dinas Komuniikasi Informatika Statistik dan Persandian Kabupaten Maros (2022), area tersebut memiliki ketinggian antara 500 hingga 800 meter di atas permukaan laut, yang merupakan kriteria ideal untuk pertumbuhan pinus. Selain itu, kondisi iklim di daerah ini rata-rata curah hujannya 2000 mm per tahun juga mendukung pertumbuhan pinus yang optimal (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofosika, 2023). Namun untuk memaksimalkan potensi tersebut, diperlukan pemetaan yang tepat agar dapat mengetahui area mana yang paling sesuai untuk mengembangkan potensi pinus.

Estimasi produksi getah pinus juga perlu diperhatikan dalam konteks pemetaan potensi lahan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa produktivitas getah pinus dapat bervariasi tergantung pada jenis tanah, perawatan, dan Teknik pemanenan yang digunakan (Imanuddin et al., 2020) Di KTH Abulo Sibatang, estimasi awal menunjukkan bahwa dengan pengelolaan yang baik, satu hektar lahan dapat menghasilkan 1.200 kg getah pinus per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemetaan yang tepat dan pengelolaan yang baik potensi produksi getah pinus di daerah ini sangat menjanjikan.



Pemetaan potensi lahan menggunakan citra drone tidak hanya memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi lahan, juga akan membantu produksi getah pinus yang lebih akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam pengelolaan sumberdaya alam yang berkelanjutan, meningkatkan kesejahteraan Masyarakat di sekitar KTH Abulo Sibatang. Manfaatkan teknologi modern dan pendekatan ilmiah, diharapkan

hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pengambil kebijakan dan praktisi di lapangan dalam mengembangkan budidaya pinus secara lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Pemetaan potensi lahan merupakan salah satu langkah penting dalam pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan, khususnya dalam konteks pertanian dan kehutanan. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi drone telah menjadi alat yang sangat berharga dalam pemetaan dan pengawasan lahan, memungkinkan analisis yang lebih akurat dan efisien. Dengan menggunakan drone, data geospasial dapat diperoleh dengan cepat, memberikan gambaran jelas tentang kondisi topografi, jenis tanah, dan vegetasi di suatu area. Di KTH Abulo Sibatang, Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan produksi getah pinus, yang merupakan komoditas penting bagi masyarakat setempat. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara potensi lahan dan produksi getah pinus serta faktor-faktor yang mempengaruhi produksi tersebut. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang aspek-aspek ini, diharapkan pengelolaan lahan dapat dilakukan secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, beberapa permasalahan utama yang perlu dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara penerapan teknologi citra drone dalam pemetaan areal lahan dan analisis spasial di KTH Abulo Sibatang, Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros?
2. Bagaimana hubungan potensi lahan dan produksi getah pinus di KTH Abulo Sibatang, Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros untuk produksi getah pinus?
3. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap produksi getah pinus?

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menerapkan pemetaan berbasis teknologi drone untuk memetakan areal lahan dan analisis spasial.
2. Menduga potensi produksi getah pinus berbasis citra drone di KTH Abulo Sibatang, Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros untuk produksi getah pinus.
3. Menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi getah pinus.

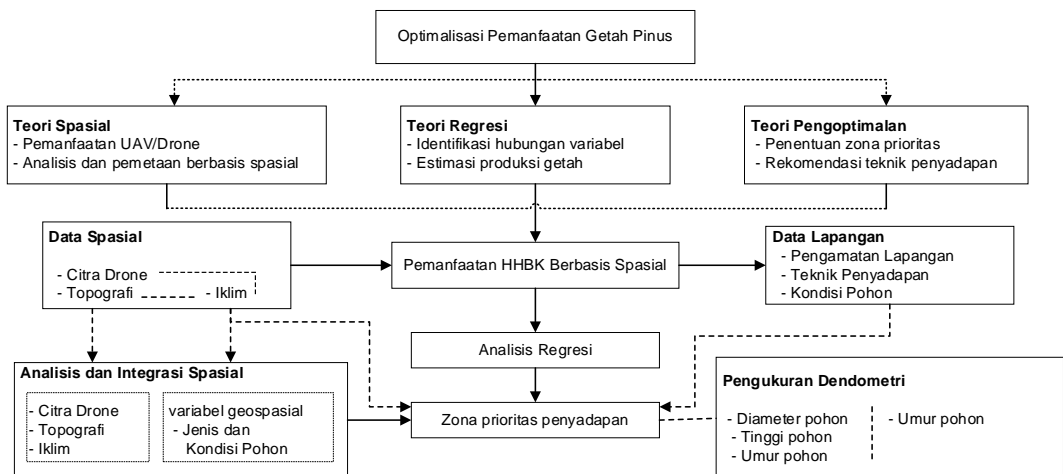


kan dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik secara teknis. Hasil pemetaan memungkinkan identifikasi lokasi optimal untuk penanaman pinus, yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan produksi yang akurat mendukung perencanaan ekonomi, sosial, dan lingkungan bagi masyarakat dan pengelola hutan untuk merencanakan hasil yang berkelanjutan. Penelitian ini juga berkontribusi

pada kebijakan pengembangan yang mendukung kelestarian hutan dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya hutan.

1.4 Kerangka Pikir

Penelitian bermula dari identifikasi bahwa estimasi produksi getah pinus di Sulawesi Selatan belum optimal karena metode yang digunakan lebih sederhana dan kurang mengakomodasi variasi antar pohon. Berdasarkan literatur, variable morfometri pohon terutama diameter setinggi dada (DBH) dan tinggi pohon secara konsisten ditemukan memiliki korelasi positif terhadap produksi getah (Lopez-Alvarez et al., 2025; Suhartati dan Yogenta, 2021). Selain itu, penggunaan data spasial UAV dipandang sebagai alat yang menjanjikan untuk memetakan tegakan dengan akurasi tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan dua model pertama klasifikasi berdasarkan tinggi pohon dan kedua model turunan berupa regresi berganda dengan DBH dan tinggi sebagai prediktor. Kombinasi data UAV dan inventarisasi lapangan akan dianalisis menggunakan *confusion matrix* dan regresi berganda untuk menghasilkan peta zona prioritas dan estimasi produksi getah yang lebih akurat. Berikut kerangka pikir dalam mengestimasi getah pinus (Gambar 1.)



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian



BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Dalam upaya untuk memetakan potensi lahan dan mengestimasi produksi getah pinus di KTH Abulo Sibatang, Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang mengintegrasikan metode deskriptif dan eksperimental. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengumpulan data numerik yang dapat diolah secara statistik untuk menghasilkan informasi yang objektif dan akurat mengenai kondisi lahan serta estimasi produksi getah pinus. Metode deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran yang jelas dan mendetail tentang karakteristik lahan, termasuk faktor-faktor lingkungan dan kondisi agronomis yang mempengaruhi pertumbuhan serta produksi getah pinus. Sementara itu, metode eksperimental diterapkan untuk menguji variabel-variabel tertentu yang berpotensi mempengaruhi hasil produksi, seperti teknik pemeliharaan, pemupukan, dan pengendalian hama. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai potensi lahan serta strategi optimal dalam pengelolaan sumber daya hutan, khususnya dalam konteks produksi getah pinus yang berkelanjutan dan berdaya saing.

Rekomendasi untuk memperdalam penelitian di bidang ini adalah dengan mempertimbangkan metode penelitian baru yang memanfaatkan teknologi pemantauan berbasis remote sensing dan analisis data besar (*big data*). Penggunaan citra satelit dan drone untuk pemantauan vegetasi serta kondisi lahan secara *real-time* dapat memberikan data yang lebih akurat dan komprehensif. Selain itu, penerapan analisis data besar dapat memungkinkan prediksi yang lebih baik mengenai produksi getah pinus berdasarkan variabel-variabel yang terukur. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya akan memberikan hasil yang valid dan real, tetapi juga dapat berkontribusi pada pengembangan praktik pengelolaan hutan yang lebih efektif dan efisien.

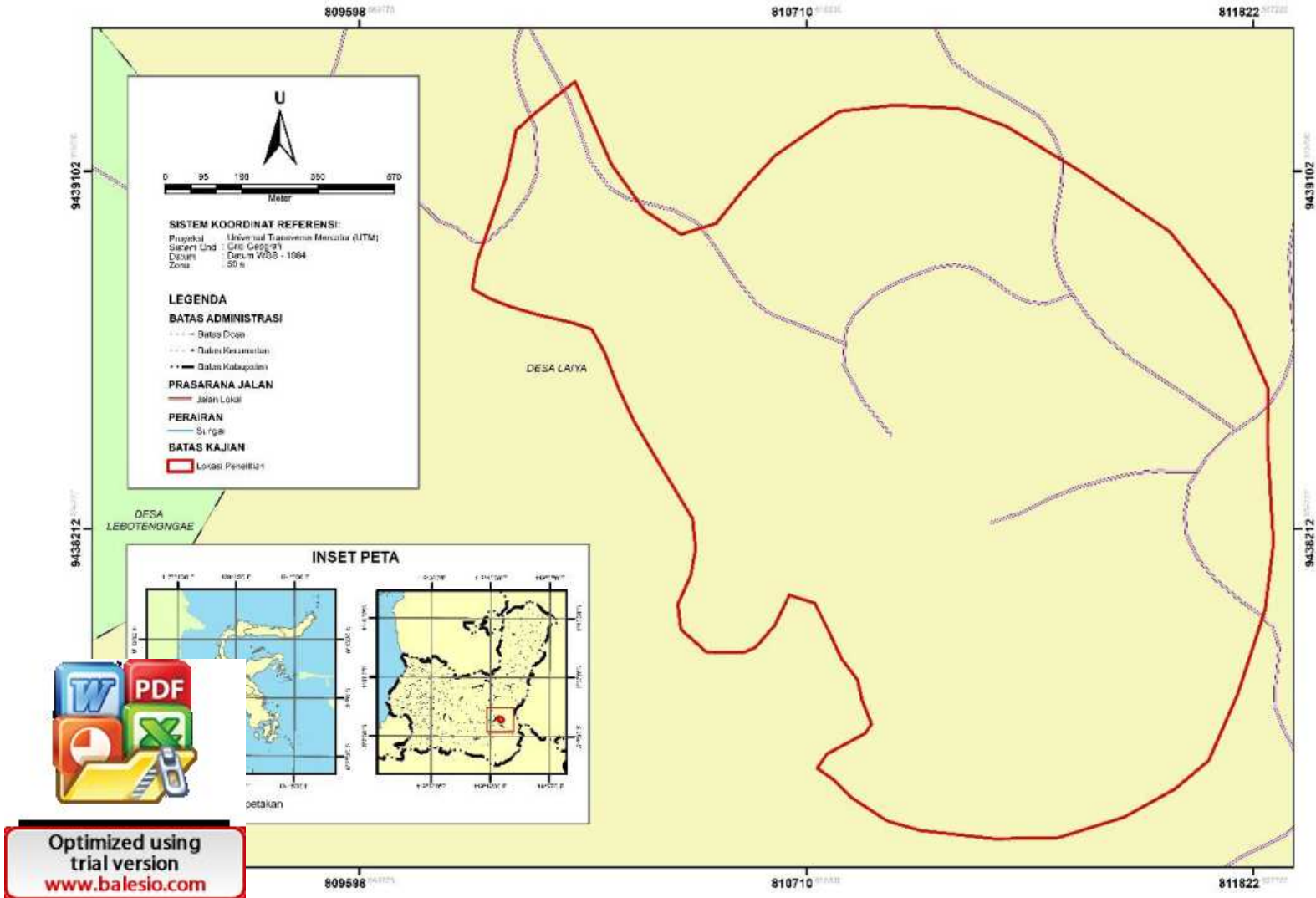
2.2 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di area hutan produksi terbatas yang dikelola oleh Kelompok Tani Hutan (KTH) Abulo Sibatang, yang terletak di Desa Laiya, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros. Luas area penelitian mencapai 233,88 hektar, yang merupakan lahan yang memiliki potensi signifikan untuk pengembangan dan sumber daya hutan yang berkelanjutan. Berdasarkan koordinat yang ditentukan, KTH Abulo Sibatang berada pada posisi 119° 48' an 5° 4' 29,42" Lintang Selatan. Secara administratif, wilayah ini mencakup beberapa desa yang menjadi batasan, di mana di sebelah utara berbatasan dengan Desa Limampocoe dan Desa Cenrana Baru. Sementara itu, batas wilayah KTH Abulo Sibatang adalah Desa Bontomanai



dan Desa Bontosomba. Di sisi barat, KTH ini berbatasan dengan Desa Lebbottangae dan Desa Semangki. Yang menarik, di sebelah timur, KTH Abulo Sibatang berbatasan langsung dengan dua kabupaten sekaligus, yaitu Kabupaten Bone dan Kabupaten Gowa, yang menunjukkan pentingnya lokasi ini dalam konteks pengelolaan sumber daya hutan di tingkat regional. Proses penyusunan dan analisis data yang diperoleh selama penelitian ini akan dilakukan di lingkup area Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Penelitian ini berlangsung dari bulan November 2024 hingga Desember 2025, dengan harapan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman dan pengelolaan potensi lahan serta estimasi getah pinus di wilayah tersebut. Berikut peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.





Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

2.3 Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan dengan memanfaatkan berbagai peralatan dan bahan yang dirancang untuk mendukung kelancaran proses penelitian, bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Bahan Penelitian

Bahan	Kegunaan
Citra Drone	Menginterpretasi tutupan pinus dan non pinus untuk analisis lebih lanjut
Agisoft Metashape	Menghasilkan model 3D, peta, dan analisis geospasial dari foto drone
ArcMap	Membuat peta, analisis geografis, dan visualisasi data spasial
Peta RBI 1999 skala 1 : 50.000	Menentukan batas administrasi wilayah penelitian
DEM (<i>Digital Elevation Model</i>)	Membuat peta topografi dan kemiringan lereng untuk memahami karakteristik fisik lahan

Alat yang digunakan dalam proses pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat Penelitian

Alat	Peruntukan
GPS (<i>Geographical Positioning System</i>)	Menentukan koordinat Lokasi pengambilan sampel
Abney Level	Mengukur tinggi pohon dan tinggi bebas cabang
Alat tulis menulis	Mencatat hasil pengamatan selama penelitian
Kamera	Dokumentasi penelitian
Pita Meter	Mengukur diameter pohon untuk keperluan analisis data



elitian

elitian ini disusun untuk mengintegrasikan data spasial berbasis data lapangan berupa parameter dendometri. Integrasi kedua ut diperlukan agar diperoleh gambaran yang lebih akurat

mengenai potensi produksi getah pinus di Lokasi penelitian. Penjelasan prosedur penelitian yang rinci tidak hanya berfungsi sebagai panduan teknis, tetapi juga sebagai bentuk transparansi ilmiah yang memungkinkan penelitian dapat direplikasi oleh peneliti lain. Tahapan penelitian dalam studi ini terbagi atas lima bagian utama sebagai berikut:

2.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pemotretan udara menggunakan UAV DJI Mavic 2 Pro pada ketinggian 120 meter dengan overlap longitudinal sebesar 80% dan lateral 70%. Konfigurasi ini dipilih untuk memastikan cakupan citra yang menyeluruh dan meminimalkan terjadinya data gap. Hasil pemotretan udara kemudian diproses dengan *agisoft metashape* untuk menghasilkan *orthomosaic* dan peta penutupan lahan. Peta yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi tegakan pinus serta menentukan distribusi spasial area potensial penyadapan getah pinus. Penggunaan UAV dalam pemetaan hutan dapat meningkatkan akurasi estimasi parameter vegetasi dibandingkan metode konvensional, sehingga relevan untuk mendukung penelitian berbasis potensi tegakan (Santopuoli dan Matteucci, 2018).

2.4.2 Digitasi On Screen untuk Penentuan Titik Pohon Berbasis Spasial

Sebagai bagian dari pemetaan berbasis data spasial, teknik digitasi on screen digunakan untuk menentukan lokasi pohon yang akan diukur dalam penelitian ini. Proses digitasi ini dilakukan dengan memanfaatkan citra drone yang telah diambil dan diolah menjadi peta spasial yang jelas dan terperinci. Dengan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG), peneliti dapat meninjau citra spasial secara langsung di layar komputer untuk memilih dan menandai titik pohon yang akan menjadi sampel. Digitasi *on screen* memungkinkan penentuan titik sampel dengan presisi tinggi karena peneliti dapat langsung melihat posisi spasial pohon dalam peta, menghindari kesalahan yang dapat terjadi jika dilakukan secara manual. Proses ini meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pemilihan titik sampel karena data spasial yang diperoleh dari drone dapat diintegrasikan langsung dengan peta dasar dan titik pengukuran lapangan. Selain itu, digitasi on screen memungkinkan untuk mempertahankan konsistensi dalam pemilihan titik pohon yang diukur di lapangan, terutama dalam area yang luas dan sulit dijangkau. Dengan menggunakan data spasial yang telah dipetakan, peneliti dapat memastikan bahwa titik sampel yang dipilih tidak hanya representatif tetapi juga mudah diakses untuk pengukuran lapangan lebih lanjut.

Teknik digitasi on screen merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam pemetaan berbasis citra udara untuk mengekstraksi fitur spasial secara



g sudah diolah. Dalam penelitian pemetaan, digitasi on-screen menampilkan citra udara pada perangkat lunak SIG kemudian lokasi objek (misalnya titik pohon) secara langsung di layar dan interpretasi visual citra tersebut. Pendekatan ini liti untuk menentukan titik sampel pohon secara presisi tinggi, titik pohon terlihat jelas pada *orthomosaic* atau peta dasar hasil ne (Putri dan Sugito, 2023).

2.4.3 Inventarisasi Lapangan

Inventarisasi lapangan dilakukan untuk memperoleh data dendometri yang nantinya akan dipadukan dengan hasil pemetaan lahan yang dilakukan menggunakan teknologi citra drone yang menghasilkan data spasial dan kondisi lahan di KTH Abulo Sibatang. Pemilihan titik sampel untuk inventarisasi lapangan dilakukan dengan menggunakan *random sampling* yang didukung oleh analisis *confusion matrix*. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa titik sampel yang dipilih mencerminkan keberagaman klasifikasi pohon yang ada di area penelitian. *Confusion matrix* diterapkan untuk membandingkan data klasifikasi citra dengan data lapangan yang diukur secara langsung, sehingga distribusi pohon di seluruh area penelitian dapat terwakili secara proporsional dan akurat. Dari hasil analisis ini, dipilih 143 titik sampel pohon (Lampiran 2), yang diharapkan mewakili variasi tinggi pohon, diameter batang (DBH), serta kondisi lingkungan lain yang relevan. Dengan menggunakan GPS, posisi geografis setiap pohon yang diukur dicatat untuk mempermudah integrasi data dendometri lapangan dengan data spasial dari citra drone, sehingga memungkinkan analisis yang lebih akurat dan komprehensif.

Pada setiap titik sampel dilakukan pengukuran diameter setinggi dada (DBH) menggunakan pita ukur dan pengukuran tinggi pohon dengan abney level. Selain itu, posisi geografis pohon dicatat menggunakan GPS untuk mempermudah integrasi dengan data spasial hasil UAV integrasi data UAV dengan pengukuran dendometri lapangan memberikan hasil estimasi tinggi pohon yang mendekati akurasi pengukuran manual, sehingga pendekatan ini efektif digunakan dalam penelitian kehutanan presisi (Wu et al., 2023).

2.4.4 Uji Akurasi Peta

Validasi klasifikasi penutupan lahan dilakukan menggunakan *confusion matrix*, yang akan menghasilkan nilai *overall accuracy* dan *kappa accuracy* (Lampiran 1). Uji ini bertujuan menilai ketepatan hasil klasifikasi citra drone sebelum digunakan lebih lanjut dalam analisis potensi lahan. Menurut Congalton dan Green, 2019, *confusion matrix* merupakan standar evaluasi yang umum digunakan dalam kajian penginderaan jauh karena mampu mendeteksi tingkat kesalahan baik sistematis maupun acak pada data klasifikasi. Dengan demikian uji akurasi ini menjadi tahap penting untuk memastikan reliabilitas data spasial penelitian.

Perhitungan OA dan K dilakukan menggunakan formula berikut (Congalton dan Green, 2019):



$$Overall Accuracy = \frac{x}{N} \times 100\%$$

matrix
atrix

$$Accuracy = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r x_i + x + 1}{N^2 \sum x_i + x + 1} \times 100\%$$

Keterangan:

X_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke i dan kolom ke i

X_{+i} : Jumlah piksel dalam kolom ke- i

X_{i+} : Jumlah piksel dalam baris ke- i

N : Banyaknya piksel dalam contoh

2.4.5 Pembagian Kelas Tinggi Pohon

Dalam penelitian ini, pohon-pohon dikelompokkan ke dalam tiga kategori tinggi pohon berdasarkan tinggi dominan pohon yang tercatat dalam data lapangan, yaitu 25–27 m, 28–30 m, dan ≥ 30 m. Pembagian ini dilakukan untuk menggambarkan struktur tegakan vertikal pada tegakan pinus yang mempengaruhi produktivitas getah. Stratifikasi vertikal pohon yang digunakan merupakan pendekatan umum dalam silvikultur untuk memahami hubungan antara tinggi pohon dengan kompetisi cahaya, yang berperan langsung terhadap produktivitas pohon. Sebagaimana dijelaskan oleh Pastorella dan Paletto (2013), perbedaan tinggi pohon menjadi parameter yang krusial dalam menganalisis struktur tegakan dan pertumbuhan pohon. Penelitian ini menggunakan kelas tinggi pohon sebagai proxy untuk memetakan kematangan dan dominasi tajuk pohon, yang diharapkan berhubungan langsung dengan produktivitas getah yang dihasilkan oleh pohon-pohon dalam tegakan tersebut.

Selain itu, berdasarkan penelitian McElhinny et al., (2005), stratifikasi pohon berdasarkan tinggi digunakan dalam banyak studi untuk mengukur kompleksitas tegakan dan produktivitas pohon, yang juga berhubungan dengan tinggi pohon dominan yang mengakses lebih banyak cahaya. Dengan demikian, pembagian kelas tinggi pohon dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan variasi produktivitas getah antara pohon tinggi yang lebih matang dan pohon yang lebih kecil yang berada pada strata lebih rendah, dan untuk mengevaluasi kompetisi cahaya antar kelas pohon yang berbeda.

2.4.6 Estimasi Produksi Getah

Estimasi produksi getah pinus dilakukan dengan dua pendekatan. Pendekatan pertama menggunakan klasifikasi tinggi pohon yang dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu rendah (25-27 m), sedang (28-30 m) dan tinggi (≥ 30 m). Setiap kategori dianalisis untuk memperoleh estimasi produksi rata-rata per pohon yang kemudian dikalikan dengan jumlah pohon dalam kelas tersebut. Pendekatan kedua menggunakan analisis regresi berganda dengan memasukkan DBH dan tinggi pohon sebagai variabel prediktor. Model ini digunakan karena mampu menangkap variasi individu pohon secara lebih rinci dibandingkan pendekatan deskriptif. DBH dan tinggi pohon berpengaruh nyata terhadap produktivitas getah, sehingga regresi berganda \dots tepat untuk menduga produksi (Garcia-Mejome et al., 2023;



...h integrasi data UAV dengan data inventarisasi lapangan.
...an regresi kemudian dibandingkan dengan hasil estimasi
...pohon untuk menilai konsistensi pola yang diperoleh. Integrasi

kedua pendekatan ini memungkinkan penyusunan peta zona prioritas penyadapan getah pinus, yang tidak hanya menunjukkan distribusi spasial tegakan produktif tetapi juga memperhitungkan variasi produksi individu pohon. Pemanfaatan data spasial presisi dalam perencanaan hutan memungkinkan optimalisasi hasil non kayu secara lebih efisien, sehingga pendekatan ini sejalan dengan prinsip kehutanan presisi berkelanjutan (Potten dan Rouvinen, 2025).

2.5 Analisis Data

2.5.1 Penentuan Jumlah Sampel

Untuk memperoleh estimasi yang akurat terkait potensi produksi getah pinus pada Kelompok Tani Hutan (KTH) Abulo Sibatang, perhitungan jumlah sampel dilakukan dengan menggunakan rumus yang memperhitungkan tingkat kepercayaan 95% ($Z = 1.96$), estimasi proporsi populasi 50% ($p = 0.5$), serta margin kesalahan 5% ($E = 0.05$). Dengan ukuran populasi sebanyak 12.590 pohon pinus yang tersebar di lahan seluas 233,88 hektar, rumus yang digunakan adalah:

$$n = \frac{Z^2 p (1 - p)N}{Z^2(p(1 - p) + pE^2)}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel minimum yang diperlukan

Z = Koefisien reliabilitas atau nilai variabel normal standar

$p(1-p)$ = Variasi populasi

E = Margin kesalahan yang ditoleransi

N = Ukuran populasi

Berdasarkan perhitungan, jumlah sampel yang diperlukan untuk penelitian ini adalah 12.574 pohon. Meskipun populasi pohon di KTH Abulo Sibatang terdiri dari 12.590 pohon, jumlah sampel ini cukup representatif untuk memberikan hasil estimasi yang valid dan dapat diandalkan dengan tingkat kesalahan yang sudah ditentukan.

Penelitian terbaru juga mendukung penggunaan metode ini dalam konteks penelitian yang lebih modern. Althubaiti, (2023) menekankan bahwa perhitungan ukuran sampel merupakan langkah penting dalam desain penelitian kuantitatif untuk mendapatkan estimasi yang valid dan memiliki power yang memadai. Artikel ini menunjukkan pentingnya perhitungan yang tepat untuk mencapai keakuratan data, khususnya dalam penelitian berbasis proporsi. Selain itu, Khalid (2024) dan Mukti (2025) menyatakan bahwa formula perhitungan ukuran sampel seperti yang digunakan dalam penelitian ini masih relevan dan umum dalam literatur modern, dan penelitian ini memperkuat pentingnya menggunakan rumus tersebut untuk penelitian yang memerlukan pengambilan sampel dari populasi besar.



2.5.2 Analisis Produksi Pinus

Pendugaan produksi getah pinus telah dibuktikan dalam beberapa penelitian terdahulu. Misalnya oleh Widjaya (2021) di Hutan Gunung Walat juga menggunakan model regresi untuk menduga hasil produksi getah pinus dengan 2 variabel yaitu DBH dan tinggi pohon dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 0,132 DBH + 0,78 H + \varepsilon$$

Di mana Y adalah produksi getah yang diprediksi, DBH adalah diameter batang pohon dalam cm, dan H adalah tinggi pohon dalam meter. Koefisien regresi untuk DBH sebesar 0,132 dan untuk tinggi pohon (H) sebesar 0,78 menunjukkan bahwa kedua variabel ini berkontribusi positif terhadap produksi getah. Setiap peningkatan 1 cm pada diameter batang akan meningkatkan produksi getah sebesar 0,132 kg/pohon/tahun, sedangkan setiap penambahan 1 meter pada tinggi pohon akan meningkatkan produksi getah sebesar 0,78 kg/pohon/tahun.

Lebih lanjut, nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 0,66 menegaskan bahwa model regresi berganda mampu menjelaskan sekitar 66% variasi dalam hasil getah pinus. Hal ini menunjukkan bahwa model ini memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi getah dibandingkan dengan pendekatan metode deskriptif yang hanya mengandalkan pengamatan langsung tanpa mempertimbangkan hubungan statistik antara variabel. Dalam konteks ini, R^2 sebesar 0,66 menunjukkan bahwa model regresi tergolong cukup baik dalam memprediksi hasil getah, meskipun masih ada variabilitas lain yang tidak terjelaskan oleh model. Hasil ini selaras dengan temuan Freitas (2023) dan Haryani (2023), yang juga menunjukkan bahwa penggunaan model regresi berganda yang menggabungkan variabel morfometrik seperti DBH dan tinggi pohon memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan pendekatan deskriptif semata, yang hanya mengandalkan perhitungan rata-rata atau pengamatan lapangan. Dengan demikian, pendekatan regresi berganda terbukti lebih efektif dalam mengestimasi produksi getah pinus, memperhitungkan interaksi antar variabel yang tidak dapat dijelaskan dengan metode deskriptif.

2.5.3. Uji Kesamaan/ Uji Keragaman

Dalam penelitian ini dilakukan uji kesamaan atau uji perbedaan dua rata-rata untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok data



Uji ini digunakan untuk mengevaluasi apakah dua sampel yang memiliki karakteristik yang sama atau berbeda secara erbedaan dua rata-rata merupakan salah satu teknik analisis digunakan dalam penelitian kuantitatif untuk membandingkan elompok data dan menentukan signifikansi perbedaan yang netode ini membantu peneliti dalam menarik kesimpulan secara

objektif mengenai hubungan atau perbedaan antara dua variabel yang dianalisis (Muhid, 2019).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji kesesuaian dua data adalah uji Chi-Square (X^2). Uji Chi-Square merupakan metode statistik yang digunakan untuk membandingkan nilai pengamatan dengan nilai yang diharapkan atau nilai pembanding. Melalui pengujian ini dapat diketahui apakah perbedaan antara kedua data tersebut masih berada dalam batas yang dapat diterima secara statistik atau menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Uji Chi-Square banyak digunakan dalam penelitian kuantitatif karena perhitungannya relatif sederhana dan mampu memberikan gambaran mengenai tingkat kesesuaian antara dua kelompok data (Wibowo, 2016). Perhitungan nilai Chi-Square dalam penelitian ini dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut dengan tabel uji terdapat pada Tabel 3:

$$X^2 = \sum \frac{(X_1 - X_2)^2}{X_2}$$

Keterangan:

χ^2 = nilai Chi-Square

X_1 = nilai data hasil pengamatan

X_2 = nilai data pembanding atau nilai yang diharapkan

Σ = jumlah seluruh data yang diuji

Tabel 3. Tabel uji data lapangan dan data drone

Hasil Pengamatan	Hasil Pengukuran		
	1	2	3
1	O_{11}/D_{11}	O_{12}/D_{12}	O_{13}/D_{13}
2	O_{21}/D_{21}	O_{22}/D_{22}	O_{23}/D_{23}
3	O_{31}/D_{31}	O_{32}/D_{32}	O_{33}/D_{33}
Total X^2			

Ket: O = Data Observasi lapangan

D = Data Hasil drone

