

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nilai indeks vegetasi merupakan suatu nilai hasil pengolahan indeks vegetasi dari citra satelit kanal infra merah dan kanal merah yang menunjukkan tingkat konsentrasi klorofil daun yang berkorelasi dengan kerapatan vegetasi berdasarkan nilai spektral pada setiap piksel.

Melalui citra penginderaan jauh keberadaan vegetasi dapat diidentifikasi melalui perbedaan pola spektralnya terhadap obyek – obyek lain karena setiap obyek di permukaan bumi memiliki karakteristik spektral yang berbeda – beda. Ciri khas pada suatu jenis tanaman dapat memberikan efek perekaman yang berbeda pula jika dibandingkan dengan obyek vegetasi lainnya. Sentinel-2 adalah salah satu citra penginderaan jauh dengan yang mempunyai 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band bereolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Pemanfaatan pengolahan data dari band citra menghasilkan berbagai jenis produk spasial yang dapat digunakan yaitu adalah perhitungan nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), GNDVI (*Green Normalized Difference Vegetation Index*), IPVI (*Infrared Percentage Vegetation Index*) dan RDVI (*Renormalized Difference Vegetation Index*) menggunakan band NIR, RED dan GREEN. Kanal ini digunakan karena hasil ukurannya dipengaruhi oleh penyerapan klorofil, memudahkan dalam pembedaan antara lahan bervegetasi, lahan terbuka, dan air serta peka terhadap biomassa vegetasi (Kawamuna et al., 2017).

Penelitian ini menggunakan beberapa transformasi indeks vegetasi yaitu NDVI, GNDVI, IPVI dan RDVI dalam memperoleh nilai indeks vegetasi untuk melihat transformasi indeks vegetasi manakah yang dapat menunjukkan nilai yang paling baik. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi indeks vegetasi mana yang memiliki korelasi paling kuat dengan nilai kerapatan tajuk yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Semakin tinggi nilai indeks vegetasinya maka semakin tinggi pula tingkat kerapatan vegetasinya (Irawan & Sirait, 2018).

Kanopi atau biasa disebut dengan tajuk pohon adalah suatu kondisi yang terbentuk oleh cabang – cabang dan daun pada pohon yang saling tumpang tindih. Untuk mengetahui lebar tajuk suatu tutupan atau ekosistem salah satunya dengan menggunakan metode *Hemispherical Photography*.

Hemispherical photography merupakan suatu metode fotografi yang digunakan untuk melihat tutupan kanopi suatu tutupan melalui pengambilan gambar pada kamera. Metode *hemispherical photography* menggunakan kamera HP adalah metode tidak langsung untuk mengukur transmisi cahaya. Metode fotografi lainya untuk menghitung tutupan kanopi pohon adalah menggunakan metode fotografi tertutup tidak menggunakan lensa mata ikan (*fish eye*) dan lebih fokus pada analisis parameter kanopi seperti indeks luasan daun. Metode *hemispherical photography* ini cukup baru digunakan di Indonesia pada ekosistem mangrove karena di Indonesia dalam menentukan tutupan kanopi biasanya menggunakan metode dengan batuan citra satelit akan tetapi metode ini banyak kekurangan seperti hasil didapatkan kurang akurat karena dalam perhitungan mencakup wilayah yang luas (Purnama et al., 2020). Metode *hemispherical photography* perlu dikembangkan di Indonesia karena penerapannya mudah dengan biaya lebih murah dan hasil lebih akurat dibanding dengan metode citra satelit untuk mengetahui suatu kondisi ekosistem di suatu daerah selain menghitung nilai kanopi pohon juga diperlukan menghitung nilai dari struktur dan komposisinya.

Lokasi Penelitian dilakukan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin yang memiliki luas 1300 Ha terdiri atas hutan alam dan hutan tanaman, yang pada awalnya kawasan ini merupakan padang rumput (Restu & Gusmiaty, 2015). Terdapat satu tegakan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini yaituutupan hutan pinus yang ada dalam KHDTK UNHAS. Penentuan lokasi pemantauan ini yaitu tegakan yang sejenis dalam KHDTK UNHAS maka dipilih lokasi pemantauan pada hutan pinus. Dasar dalam menentukan lokasi penelitian yaitu agar dapat mengetahui tingkat kerapatan vegetasi pinus. Output yang nantinya akan dihasilkan akan menjawab pertanyaan apakah ada hubungan nilai indeks vegetasi dengan nilai kerapatan tajuk yang diambil di lapangan.

Berdasarkan penjelasan di atas maka penelitian ini perlu dilakukan karena belum adanya dilakukan penelitian mengenai nilai indeks vegetasi dan nilai kerapatan tajuk secara khusus padautupan pinus dan untuk mengetahui nilai indeks vegetasi dan nilai kerapatan tajuk dilapangan dengan memanfaatkan teknik penginderaan jauh berupa pemanfaatan Citra Sentinel-2 untuk mengetahui kelas kerapatan nilai indeks vegetasi yang adautupan pinus yang ada di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Univeritas Hasanuddin. Beberapa manfaat dari pemanfaatan sistem penginderaan jauh yaitu biaya yang relatif murah dan data yang dihasilkan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Data yang dihasilkan diharapkan dapat mambantu dan dijadikan referemso untuk pengelola KHDTK Universitas Hasanuddin, masyarakat, mahasiswa dan peneliti – peneliti selanjutnya sebagai informasi dan data pendukung untuk melakukan penelitian di KHDTK Universitas Hasanuddin maupun di wilayah hutan lainnya terkhusus tegakan pinus.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

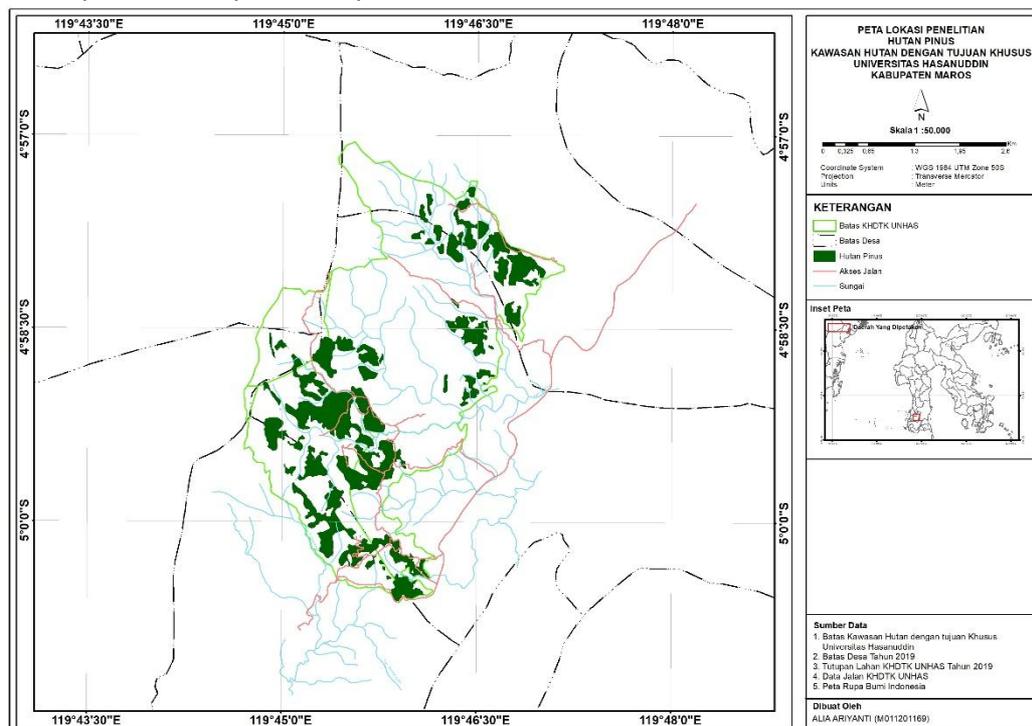
1. Mengidentifikasi nilai Kerapatan Tajuk menggunakan metode *Hemispherical Photography* padautupan pinus Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin
2. Mengidentifikasi nilai indeks vegetasi padautupan pinus Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin
3. Melihat hubungan antara nilai indeks vegetasi dengan nilai kerapatan tajuk pada tegakan pinus Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data dan informasi terbaru mengenai tingkat kerapatan vegetasi pinus di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin untuk memantau kerapatan vegetasi secara berkala dan sebagai data acuan untuk pengelola KHDTK Univeritas Hasanuddin, mahasiswa atau peneliti – peneliti selanjutnya.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 – bulan Januari 2025 melalui dua tahapan kegiatan yaitu kegiatan di lapangan dan analisis data. Kegiatan lapangan akan dilaksanakan di tegakan hutan pinus KHDTK Universitas Hasanuddin pada bulan Juni dan Analisis data dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, Makassar pada Bulan Juni 2024 Sampai dengan Bulan Januari 2025. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin lokasi penelitian di tegakan sejenis Pinus.

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu : Roll Meter, Lensa *fish eye*, dan laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak ArcGis 10.8 untuk layout peta, perangkat lunak *image-j* untuk mengolah hasil pengambilan data di lapangan, dan Microsoft Word dan Microsoft Exel.

2.2.2 Bahan

Bahan-Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

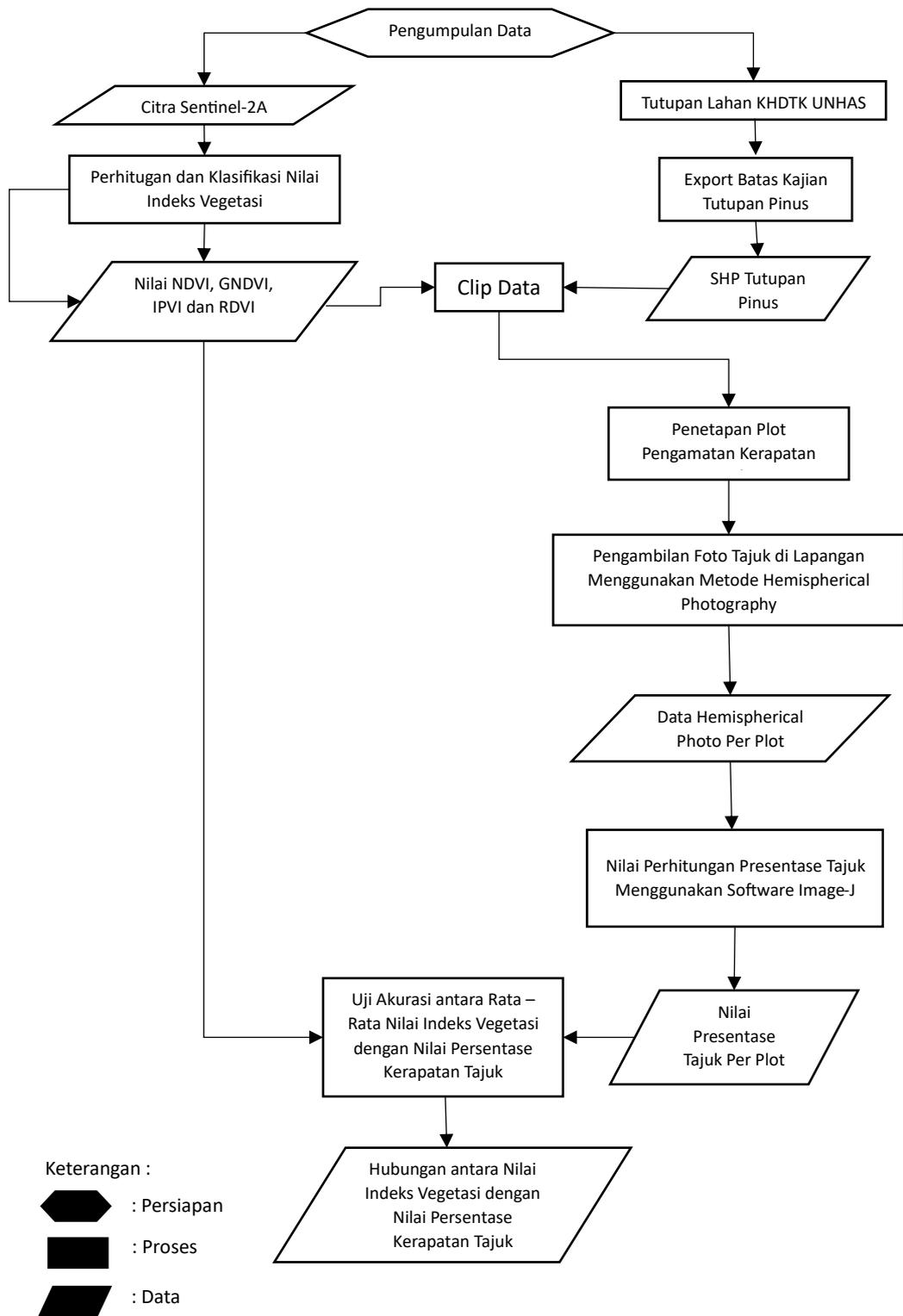
Tabel 1. Bahan dan Kegunaan

No.	Bahan	Kegunaan	Sumber
1	Data tutupan lahan Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin	Untuk penentuan lokasi kajian dalam penelitian	Pengelola Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin

2	Citra Sentinel 2-A perekaman tahun 2023 (Rekaman 26/10/2023)	Untuk bahan membuat peta kelas kerapatan vegetasi	Website copernicus browser (https://browser.dataspace.copernicus.eu)
3	Data Hasil Pengambilan Gambar menggunakan lensa fish eye pada tegakan pinus di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin	Sebagai data untuk menghasilkan nilai kerapatan tajuk tegakan pinus di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Hasanuddin	Hasil pengukuran di Lapangan

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data terlebih dahulu. Data yang dibutuhkan yaitu tutupan lahan KHDTK Universitas Hasanuddin yang akan diexport dan menghasilkan batas kajian tutupan pinus dan citra sentinel-2A untuk perhitungan nilai indeks vegetasi. Setelah itu dilakukan pengumpulan data lapangan menggunakan metode simple random sampling yang tersebar secara acak, jumlah plot ditentukan berdasarkan luasan tutupan pinus. Data lapangan yang dikumpulkan yaitu foto tajuk menggunakan metode hemispherical photography disetiap plot pengamatan. Setelah pengambilan data di lapangan dilakukan pengolahan data yaitu perhitungan nilai presentase tajuk menggunakan aplikasi Image-j yang kemudian menghasilkan nilai presentase per plot. Selanjutnya, dilakukan uji korelasi untuk memprediksi keeratan hubungan antara nilai indeks vegetasi dengan nilai kerapatan tajuk dilapangan. Hasil akhirnya mencakup tabel nilai indeks vegetasi dan nilai kerapatan tajuk per plot. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data guna menunjang penelitian, data yang dibutuhkan yaitu data tutupan lahan KHDTK Universitas Hasanuddin dan Citra Sentinel 2A yang diperoleh dari website Copernicus (<https://browser.dataspace.copernicus.eu>), citra yang digunakan adalah perekaman pada tanggal 26 Oktober 2023. Adapun cara untuk mendapatkan citra sentinel adalah sebagai berikut :

1. Membuka website copernicus open hub dan memilih tools “open hub”
2. Login menggunakan akun yang telah dibuat
3. Melakukan explore data dan memilih sentinel data (Sentinel-2)
4. Melakukan filter batas area dan waktu perekaman
5. Memilih lembar citra yang akan diunduh
6. Setelah itu unduh citra.

Adapun data lapangan yang dibutuhkan yaitu data foto tajuk pada tutupan pinus per plot. Penetapan titik plot menggunakan metode Simple Random Sampling. Untuk ukuran plot sampel yang digunakan yaitu 20 x 50 meter. Hutan pinus KHDTK Universitas Hasanuddin memiliki total luas 306.6 Ha. Pengambilan data dilakukan secara acak dengan intensitas sampling yaitu 1% dari total luas hutan pinus. Jumlah plot ditentukan dengan rumus (Prayitno Siahaan et al., 2014) :

Luas areal pinus KHDTK Universitas Hasanuddin = 306.6 ha

Intensitas sampling yang digunakan (IS) = 1% = 0.01

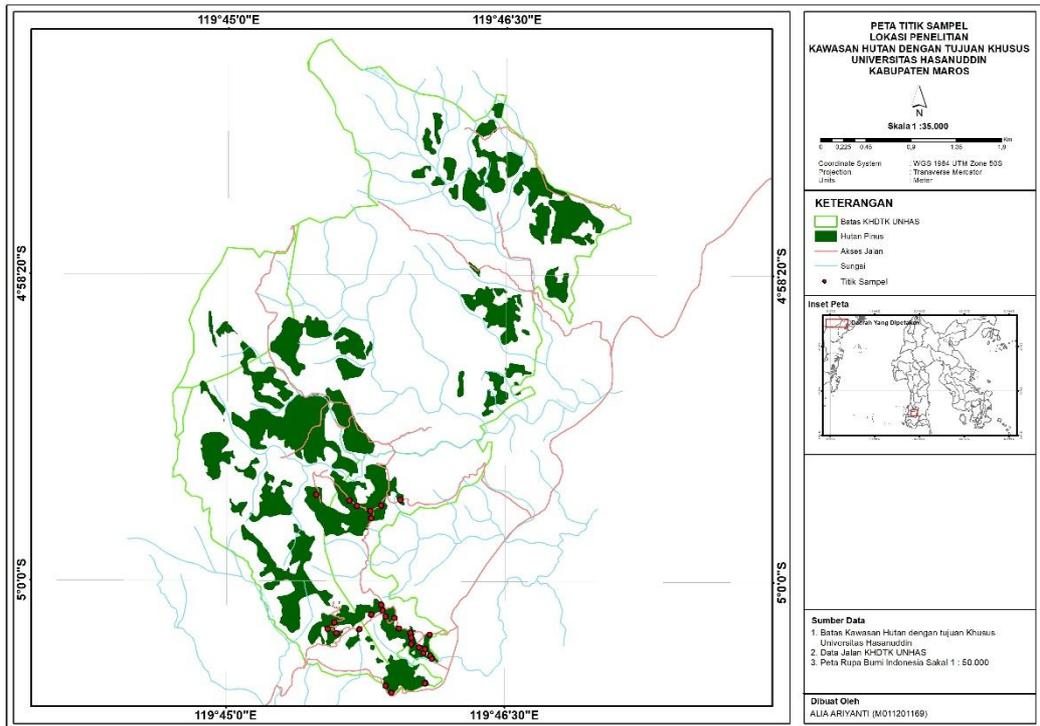
Luas petak ukur = 20 m x 50 m = 1000 m² = 0.1 ha,

Maka didapatkan :

$$\begin{aligned}\text{Luas seluruh plot yang diamati} &= IS \times \text{Luas Areal} \\ &= 0.01 \times 306.6 \\ &= 3.066\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah plot yang dibuat} &= \frac{\text{Luas seluruh plot yang dibuat}}{\text{Luas petak ukur}} \\ &= \frac{3.066 \text{ ha}}{0.1 \text{ ha}} \\ &= 30 \text{ plot}\end{aligned}$$

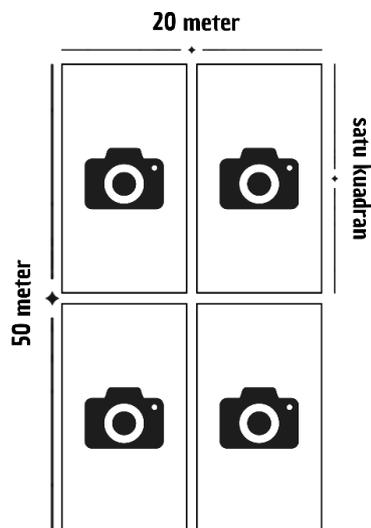
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 30 plot sampel yang tersebar pada lokasi penelitian. Adapun sebaran plot sampel dilapangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Sebaran Plot Sampel Penelitian

Untuk melihat persentase penutupan kanopi tutupan pinus, diperlukan pengambilan gambar dari beberapa titik pengamatan yang dapat mewakili kondisi tutupan pinus. Apabila pengambilan data struktur komunitas digabungkan, plot kuadrat atau radial dibuat dengan sebaran titik pengambilan foto yang mencerminkan tutupan kanopi di dalam luasan plot. Pengambilan gambar menggunakan kamera Handphone Iphone 11 dengan resolusi kamera 326 megapiksel dan dilengkapi dengan kamera *fisheye* pada satu titik pengambilan foto.

Penentuan jumlah pengambilan foto dalam satu plot mengikuti distribusi penutupan kanopi pinus yang beragam, sehingga titik pengambilan foto disesuaikan untuk merepresentasikan persentase tutupan kanopi dalam plot pengambilan data. Untuk meningkatkan akurasi, plot dibagi menjadi beberapa kuadran dengan jumlah yang disesuaikan dengan variasi distribusi penutupan kanopi. Setiap kuadran dilakukan pengambilan satu foto hemisphere. Pada jenis tutupan kanopi pertama, yaitu rapat dan merata, pembagian plot menjadi 4 (empat) kuadran sudah cukup. Pembagian plot menjadi 4 kuadran mengikuti arah mata angin, yaitu Utara, Timur, Selatan, dan Barat. Dengan menghitung rata – rata tutupan kanopi dari 4 foto, maka akan memperoleh estimasi tutupan kanopi pinus yang lebih akurat dan representatif pada setiap titik sampel. Contoh pengambilan gambar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh pengambilan foto dalam plot

Plot berukuran 20 x 50 meter dibagi menjadi 4 kuadran, setiap kuadran berukuran 10 x 25 meter. Setiap 1 kuadran diwakili oleh 1 foto hemispherical.

2.3.2 Pengolahan Data Hasil Foto Hemispherical

Pengolahan hasil foto hemisphere diolah menggunakan aplikasi pengolah gambar yang dapat digunakan secara gratis. ImageJ merupakan aplikasi yang dapat dijalankan di Windows, Linux dan MacOS tanpa memerlukan proses instalasi karena memiliki ukuran file yang kecil. Aplikasi ini dapat diunduh di <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>. (Wayan et al., 2020) menjelaskan bahwa mekanisme pengolahan foto dilakukan dalam empat tahapan utama, yaitu:

a. Konversi Foto menjadi 8 Bit

Proses konversi foto menjadi 8 bit merupakan tahap awal dalam pemisahan kanopi dan langit. Foto hemisphere yang memiliki komposisi warna dengan kombinasi saluran Red-Green-Blue (RGB) atau tiga saluran warna, akan diubah menjadi satu garis warna, dari putih hingga hitam dengan 256 pilihan warna dari putih (0) hingga hitam (255). Untuk konversi foto menjadi 8 Bit yaitu digunakan tools pada aplikasi ImageJ, yang pertama memasukkan hasil pengambilan foto tajuk pada aplikasi ImageJ, kemudian memilih tools Image Type yaitu 8 Bit kemudian hasil fotonya akan berubah dimana tutupan kanopinya akan berwarna hitam dan langitnya berwarna putih.

b. Pemisahan antara piksel kanopi dengan langit

Pemisahan atau thresholding merupakan tahapan yang sangat penting dalam analisis persentase tutupan kanopi pinus. Prinsip dari tahapan ini adalah mengubah gambar 8 bit menjadi 1 bit atau biner, di mana nilai 0 (putih) merepresentasikan langit dan nilai 255 (hitam) merepresentasikan kanopi. Tahapan ini membutuhkan ketelitian dari peneliti atau penganalisis data dalam menentukan batasan antara kanopi dan langit. Hal ini perlu dilakukan karena intensitas cahaya dapat bervariasi di setiap lokasi pengambilan data, sehingga diperlukan penyesuaian kecil untuk menghindari kesalahan analisis. Analisis foto dilakukan dengan menghitung rasio antara jumlah piksel foto yang tertutup oleh kanopi dan jumlah total piksel foto, yang kemudian dikalikan dengan 100%. Warna langit yang kontras dengan kanopi memudahkan identifikasi piksel langit melalui analisis yang sederhana. Untuk tahapan ini dapat dilakukan pada Tools Image dan memilih pada bagian Adjust dan Threshold.

$$C = \frac{\text{Jumlah piksel tutupan kanopi}}{\text{Jumlah piksel total}} \times 100 \%$$



Gambar 5. Perbedaan foto biasa dengan foto hemisphere dimana piksel langit sangat mudah dibedakan

c. Proses Analisis Hasil pada Spreadsheet

Pada perangkat lunak spreadsheet, operasi yang digunakan sangat sederhana. Hal terpenting adalah identifikasi angka pada histogram ImageJ yang menunjukkan persentase tutupan kanopi atau langit serta jumlah seluruh piksel. Operasi pada spreadsheet dapat ditulis sebagai "=[sel angka Mode: 0 (langit) atau 255 (kanopi)]/[sel angka COUNT] * 100".

Pada plot pengamatan diperoleh 4 foto dan di setiap 1 foto hemispherical menghasilkan 1 persentase tutupan. Nilai persentase dari keempat foto yang dihasilkan kemudian dirata – ratakan untuk mewakili persentase tutupan pada 1 plot. Contoh pengolahan foto tajuk dapat dilihat pada Lampiran 2.

2.3.2 Perhitungan Nilai Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang menggunakan beberapa jenis band kemudian menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam hal menyajikan fenomena vegetasi. Model algoritma transformasi indeks vegetasi yang digunakan yaitu *Normalized Difference Vegetation Indeks* (NDVI), *Green Normalized Difference Vegetation Indeks* (GNDVI), *Infrared Percentage Vegetation Indeks* (IPVI), dan *Renormalized Difference Vegetation Indeks* (RDVI). Setiap indeks vegetasi memiliki fokus pengukuran masing – masing yaitu NDVI untuk melihat kesehatan dan kepadatan vegetasi, GNDVI untuk melihat kandungan klorofil suatu vegetasi, IPVI untuk melihat aktivitas fotosintesis dan RDVI untuk melihat kandungan klorofil dan struktur daun. Penggunaan lima indeks vegetasi tersebut dilakukan untuk melihat indeks vegetasi mana yang menunjukkan nilai korelasi yang paling tinggi dengan kerapatan tajuk. Adapun rumus perhitungan nilai dari masing – masing indeks vegetasi yaitu :

Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI)

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Keterangan :

NDVI : Nilai NDVI (Normalized Difference Vegetation Indeks)

NIR : Band Near Infra-Red/Band 8 (0,842 μm)

Red : Band Red/Band 4 (0,665 μm)

Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)

$$GNDVI = \frac{NIR - G}{NIR + G}$$

Keterangan :

GNDVI : Nilai GNDVI (*Green Normalized Difference Index*)

Green : Band Hijau/Band 3 (0,560 μm)

NIR : Band Near Infra-Red/Band 8 (0,842 μm)

Infrared Percentage Vegetation Indeks (IPVI)

$$IPVI = 0.5 (NDVI + 1)$$

Keterangan :

IPVI : Nilai IPVI (*Infrared Percentage Vegetation Indeks*)

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Indeks*

0.5 dan 1 : Nilai Konstanta

Renormalized Vegetation Difference Indeks (RDVI)

$$RDVI = \frac{NIR - R}{\sqrt{NIR + R}}$$

Keterangan :

RDVI : Nilai RDVI (*Renormalized Vegetation Difference Index*)

R : Band Red/Band 4 (0,665 μm)

NIR : Band Near Infrared/Band 8 (0,842 μm)

Perhitungan nilai indeks vegetasi menggunakan perangkat lunak ArcGis dengan menggunakan tools Raster Calculator. Plot yang digunakan berukuran 20 x 50 m sehingga terdapat 10 pixel dalam setiap 1 plot. Nilai dari 10 pixel dalam 1 plot tersebut kemudian dirata – ratakan untuk mewakili 1 plot.

2.3.6 Hubungan Nilai Indeks Vegetasi dengan Persentase Tutupan Tajuk

Untuk melihat keeratan hubungan antara nilai dari setiap indeks vegetasi dengan persentase tutupan tajuk digunakan aplikasi perangkat lunak Microsoft Excel dengan menggunakan tools Data Analysis. Metode yang digunakan dalam analisis statistik bivariate yaitu menggunakan korelasi Pearson. Korelasi Pearson digunakan untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan antara variabel X dengan variabel Y dan untuk menyatakan besarnya pengaruh dari variabel satu terhadap yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Menurut Cohen (1988) Nilai Pearson Correlation dikelaskan menjadi 3 bagian, yaitu rendah dengan rentang nilai 0,1 - 0,29, sedang = 0,3 - 0,49, dan kuat = 0,5 - 1. Derajat hubungan biasanya dinyatakan dengan huruf “r” atau disebut juga dengan koefisien korelasi sampel yang merupakan penduga bagi koefisien populasi.

Data yang diuji adalah nilai indeks vegetasi dan hasil pengolahan data lapangan yaitu persentase tutupan tajuk. Nilai indeks vegetasi diartikan sebagai variabel X atau variabel bebas dan nilai persentase tutupan tajuk diartikan sebagai variabel Y atau variabel terikat. Setelah uji korelasi dilakukan, maka terdapat 4 nilai korelasi antara 4 indeks vegetasi yang digunakan yaitu NDVI, GNDVI, IPVI dan RDVI dengan nilai persentase tutupan tajuk, maka dari hasil uji korelasi tersebut kemudian dilihat indeks vegetasi mana yang menghasilkan nilai korelasi mana yang paling tinggi untuk melihat keeratan hubungannya dengan persentase tutupan tajuk.