

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Uru atau Cempaka hutan (*Elmerrillia ovalis*) merupakan tanaman berkayu dengan tinggi pohon mencapai 45 meter dan dengan diameter pangkal batang mencapai 2 meter. Batang bulat lurus dengan kulit batang berwarna cokelat muda serta di beberapa bagian biasanya kulitnya mengelupas (Lawe dkk, 2014). Nama tumbuhan ini memiliki beberapa sinonim yaitu *Elmerrillia ovalis* (Miq.) Dandy, *Elmerrillia vrieseana* (Miq.) Dandy, *Magnolia ovalis* (Miq.) Figlar, *Talauma ovalis* Miq. Dan *Talauma vrieseana* Miq.

Masyarakat di wilayah Sulawesi, terutama di Kabupaten Toraja menyebut uru atau cempaka hutan kasar, kualitas kayu ini tergolong baik sehingga menjadi salah satu produk kayu komersil, karena memiliki kayu yang berukuran besar dan terkenal awet sebagai bahan bangunan utama, maupun ukiran terutama dalam pembuatan rumah tradisional Toraja. Uru, menjadi salah satu tumbuhan yang paling banyak dijumpai di wilayah Indonesia, khususnya di Provinsi Sulawesi. Uru, merupakan jenis yang paling penting dan dominan dalam tegakan hutan rakyat di Sulawesi, jenis kayu uru hampir dijumpai pada setiap hutan rakyat, seperti kebun campuran maupun hutan keluarga (Kinho dan Mahfudz, 2011).

Keanekaragaman genetik dapat terjadi karena adanya perubahan nukleotida penyusun DNA. Perubahan ini mungkin dapat mempengaruhi fenotipe suatu organisme yang dapat dipantau dengan mata telanjang, atau mempengaruhi reaksi individu terhadap lingkungan tertentu. Secara umum keanekaragaman genetik dari suatu populasi dapat terjadi karena adanya mutasi, rekombinasi, atau migrasi gen dari satu tempat ke tempat lain. Keanekaragaman sifat genetik yang ada pada makhluk hidup dikendalikan oleh gen-gen yang ada di dalam kromosom yang dimiliki makhluk hidup tersebut. Kromosom didapatkan dari kedua induknya melalui pewarisan sifat, akan tetapi gen juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat hidupnya berkembang. Keanekaragaman gen juga dapat ditingkatkan melalui perkawinan silang antara spesies satu dengan spesies yang berbeda sifat. Dengan cara ini maka kita dapat memperoleh sifat genetik yang baru dari suatu organisme-organisme pada suatu spesies.

Penanda morfologi merupakan kegiatan dengan mengamati sifat yang terlihat oleh mata yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Penanda morfologi dapat dilakukan dengan melalui pengujian secara uji provenan, progeni maupun pengujian lainnya dengan mengamati tampilan fenotipe tanaman tersebut (Zulfahmi, 2013). Penelitian keragaman genetik berdasarkan penanda morfologi terhadap pohon uru belum pernah dilakukan sebelumnya dikarenakan pohon uru tersebut merupakan jenis spesies yang mulai punah Indonesia. Berdasarkan uraian tersebut, dan tingginya potensi komersial hasil pohon uru, maka penelitian

ini diperlukan agar informasi tentang pengembangan jenis uru tersebut dapat tersampaikan pada masyarakat sekitar.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Hutan Rakyat

Hutan rakyat adalah hutan yang dibangun dan dikelola oleh rakyat kebanyakan berada di atas tanah milik atau tanah adat, meskipun ada pula yang berada di atas tanah negara atau kawasan hutan negara. Hutan rakyat pada umumnya berbentuk wanatani, yaitu campuran antara pepohonan dengan jenis-jenis tanaman bukan pohon, baik berupa wanatani sederhana, ataupun wanatani kompleks yang sangat mirip strukturnya dengan hutan alam (Rahmawati, 2004).

Definisi lain dikemukakan oleh (Alrasyid, 1979) bahwa hutan rakyat pada dasarnya adalah hutan yang dibangun pada lahan milik atas gabungan dari lahan milik yang ditanami pohon-pohon pembinaan dan pengelolaannya dilakukan oleh pemiliknya atau badan hukum seperti koperasi dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan yang telah digariskan oleh pemerintah. Hutan rakyat sebagai alternatif untuk mengatasi masalah lahan kritis dan meningkatkan pendapatan masyarakat. Pengelolaannya masih dilakukan secara sederhana dan belum memperhatikan prinsip-prinsip ekonomi yang menguntungkan sehingga manfaat yang diperoleh belum optimal karena lebih mengandalkan faktor alam dengan teknik budidaya yang minim serta kurang memperhatikan kelestarian hasil. Hutan rakyat dianggap sebagai tabungan untuk kebutuhan yang mendesak dan merupakan usaha sampingan mereka. Sehubungan dengan hal diatas maka perlu dicari sistem pengelolaan hutan rakyat yang memberi manfaat yang optimal, yang mampu memberikan produksi kayu yang tinggi dan meningkatkan kesejahteraan petani dengan tetap memperhatikan daya dukung dan fungsi hutan tersebut (Megalina, 2009).

1.2.2 Tanaman Uru (*Elmerrillia ovalis*)

Uru (*E. ovalis*) merupakan salah satu jenis tanaman kayu yang tumbuh di daerah hutan tropis yang digunakan sebagai bahan baku utama pada rumah adat Tongkonan di Toraja. Sasmuko (2010) menyatakan bahwa kayu dari pohon uru memiliki kualitas tinggi dan tahan lama sebagai bahan bangunan, selain itu kayu uru juga sering digunakan sebagai bahan ukiran untuk rumah adat Toraja. Sejak dahulu pohon uru merupakan jenis pohon yang mendominasi kawasan-kawasan hutan di daerah Toraja.

Uru (*E. ovalis*) atau yang secara umum dikenal sebagai cempaka termasuk dalam kelompok kayu indah berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 707/Kpts V/1997 tentang Penyempurnaan Lampiran Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : 574/KPTS-IV/1997, tentang Pengelompokan Jenis Kayu sebagai Dasar

Pengenaan luran Kehutanan. Langi (2007) menyatakan bahwa cempaka adalah nama untuk beberapa jenis tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) dari ordo *Magnoliales*, famili *Magnoliaceae*. Tanaman uru di Indonesia dikenal dengan berbagai nama daerah seperti minjaran (Sumatera), arimot (Biak), cempaka hutan kasar (Sulawesi), uru (Toraja), cempaka, wasian, adow dan ta`as (Sulawesi Utara).

Uru (*Elmerrillia ovalis*) banyak digunakan sebagai bahan *furniture* dan bahan bangunan (papan, balok, lantai, kusen, pintu dan jendela). Kinho dan Mahfudz (2011) menyatakan bahwa kayu uru termasuk dalam kayu kelas awet dan kelas kuat II, dengan 4 berat jenis pada bagian batang hingga batang beraturan 0,52-0,73, dan berat jenis kayu 500-650 kg/m³ (hasil penelitian ini berada dalam rentang umur 10-15 tahun dan diameter 30-50 cm). Deskripsi botani dari tanaman uru yaitu pohon besar, tinggi dapat mencapai 45 meter dengan tinggi bebas cabang 12-16 meter dan diameter mencapai 200 meter, Buah dari tanaman uru memiliki bentuk yang sangat mirip dengan jenis *Elmerrillia celebica*. Perbedaannya adalah ukuran buah dari tanaman jenis ini adalah cenderung lebih panjang.

1.2.3 Morfologi Tanaman

Penanda morfologi adalah suatu penanda yang akurat jika dikaitkan dengan sifat agronomi karena penanda morfologi dapat digunakan untuk keperluan identifikasi fenotif terkait perubahan pada ekotipenya. Analisis ini sangat mudah untuk dilakukan karena pengidentifikasian dilaksanakan dengan mengamati sifat fenotif atau penampakan luar (Soenarsih, 2012).

Penanda morfologi meliputi karakter bentuk, ukuran, warna untuk daun dan buah. Karakter yang digunakan untuk pengelompokan ialah karakter morfologi baik kualitatif maupun kuantitatif. Karakter kualitatif yang diamati meliputi daun (kedudukan daun, warna daun, ada tidaknya duri, distribusi duri), buah (warna kulit buah ketika masak, bentuk mata, warna daging buah dan bentuk buah), mahkota (permukaan mahkota, duduk daun mahkota, letak duri), warna batang, warna kulit batang, dan warna akar sedangkan karakter kuantitatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, daun (jumlah, tebal, panjang, berat dan lebar daun), jumlah duri/10 cm, buah (panjang tangkai, diameter tangkai, panjang buah, diameter buah, panjang empulur, keliling buah, diameter hati, kedalaman mata, bobot, tebal daging buah, kadar air, berat jenis, volume, pH, kadar asam dan vitamin C) dan mahkota (tinggi, lingkar, jumlah daun dan bobot) (Meinarti, 2011).

a. Bentuk daun (*Circumscriptio*)

Bentuk daun sangat beragam, namun biasanya berupa helaian, bisa tipis atau tebal. Bentuk dasar daun ada yang membulat, dengan varisi cuping menjari atau menjadi elips dan memanjang. Bentuk ekstremnya bisa meruncing panjang. Daun memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, mulai dari yang berbentuk duri kecil pada kaktus hingga yang berbentuk lebar pada palm pada dasarnya daun terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian basal yang berkembang menjadi pelepah (*vagina*),

tangkai daun (*petiolus*) dan helaian daun (*lamina*) (Latifa, 2015).

Daun-daun yang helaian daunnya dari pangkal hingga ke ujung sama atau mendekati sama lebarnya dikelompokkan menjadi beberapa macam sebagai berikut (Indriyanto, 2012):

1. Daun berbentuk jarum (*acicularis* atau *acerosus*) yaitu daun yang helaian daunnya sangat panjang dan meruncing. Daun berbentuk jarum terdapat pada jenis-jenis pohon anggota famili *Pinaceae*.
2. Daun berbentuk garis (liniaris) yaitu daun yang helaian daunnya sangat panjang dibandingkan lebarnya, kemudia sisi helaian daun hampir sejajar.

b. Ujung Daun (*Apex Folia*)

Tjitrosoepomo (2009), dalam Lamanda (2018), ujung daun dapat pula memperlihatkan bentuk yang beraneka rupa. Bentuk-bentuk ujung daun yang sering kita jumpai adalah sebagai berikut:

1. Runcing (*acutus*), jika kedua tepi daun dikanan kiri ibu tulang daun sedikit demi sedikit menuju keatas dan pertemuannya pada puncak daun membentuk suatu sudut lancip (lebih kecil dari 90°)
2. Meruncing (*acuminates*), seperti pada ujung yang runcing, tetapi titik pertemuan kedua tepi daunnya jauh lebih tinggi dari dugaan, hingga ujung daun nampak sempit panjang dan runcing, misalnya ujung daun sirsak (*Annona muricaata*)
3. Tumpul (*obtusus*), tepi daun yang semula agak jauh dari ibu tulang akan menuju ke suatu titik pertemuan hingga terbentuk sudut yang tumpul (lebih dari 90°). Contoh pada ujung daun sawo kecik (*Manilkara kauki* Dub)
4. Membulat (*rotundus*), seperti pada ujung daun tumpul, tetapi tidak terbentuk sudut sama sekali hingga ujung daun merupakan semacam suatu busur. Contoh pada ujung daun tumbuhan tapak kaki kuda (*Centella asiatica* Urb), ujung daun teratai (*Nelumbium nelumbo* Druce)
5. Rompang (*truncates*), ujung daun tampak seperti garis yang merata, misalnya ujung daun tumbuhan semanggi (*Marsilea crenata* Prest), dan jambu monyet (*Anacardium occidentale* L)
6. Terbelah (*retusus*), ujung daun memperlihatkan suatu lekukan yang tidak begitu jelas, misalnya pada ujung daun tumbuhan bayam (*Amaranthus hybridus*).
7. Berduri (*mucronatus*), jika ujung daun tertutup oleh bagian yang runcing keras dan merupakan suatu duri, misalnya pada ujung daun nenas sebrang (*Agave* sp).

c. Pangkal daun

Tjitrosoepomo (2009), dalam Lamanda (2018), menyebutkan bahwa pangkal daun dapat pula memperlihatkan bentuk yang beraneka rupa. Bentuk-bentuk ujung daun yang sering kita jumpai adalah sebagai berikut:

1. Runcing (*acutus*), biasanya terdapat pada daun bentuk memanjang, lanset,

belah ketupat, dll

2. Meruncing (*acuminatus*), biasanya pada bentuk daun bulat telur sungsang atau daun bangun sudip
3. Tumpul (*obtusus*), terdapat pada daun bulat telur,
4. Membulat (*rotundus*), pada daun-daun berbentuk bulat, jorong, bulat telur
5. Rompong atau rata (*truncatus*), pada daun- daun berbentuk segitiga, delta, dan tombak
6. Berlekuk (*emarginatus*), terdapat pada daun dengan bangun daun jantung, ginjal, dan anak panah

d. Permukaan Daun

Permukaan daun dapat ditentukan dengan alat peraba (tangan). Ada beberapa jenis permukaan daun, yaitu (Rosanti, 2013):

1. Licin (*leavis*), di mana permukaan daun terlihat mengkilat atau berlapis lilin.
2. Gundul (*glaber*), bila tidak ditemukan struktur apapun pada permukaan daun.
3. Berkerut (*rugosus*), terdapat kerutan pada permukaan daun.
4. Berbulu (*pilosus*), terdapat struktur bulu pada permukaan daun.
5. Bersisik (*lepidus*), terdapat struktur sisik mengkilat dipermukaan daun.

e. Warna daun

Pada umumnya daun berwarna hijau, namun tidak jarang dijumpai dengan daun yang berbeda, seperti merah pada andong, buntut bajing (*Acalipha wilkesiana*), keladi (*Caladium Sp*) dan aglonema (*Aglaonema Sp*), ada juga yang memiliki warna campuran seperti hijau bercampur merah pada puring (*Codiaeum variegatum*) (Rosanti, 2013).

f. Batang

Batang adalah bagian dari tubuh tanaman yang menghasilkan daun, struktur reproduktif dan pada umumnya tegak di udara. Ciri batang umumnya berbentuk panjang, bulat, seperti silinder, beruas, biasanya menuju ke atas (Tjirosoepomo, 1993) dalam Sari (2012). Batang pohon memiliki kondisi permukaan yang berbeda-beda. Dengan adanya kondisi permukaan pohon itu dapat menjadi ciri khas bagi suatu jenis pohon. Selain itu terdapat jenis pohon yang kulit batangnya dapat menghasilkan getah (lateks) yang menjadi ciri khas dari pohon tersebut (Indriyanto, 2012).

g. Buah

Buah adalah hasil dari bunga yang sudah diserbuk yang berkembang menjadi bakal buah yang terus tumbuh dan menjadi buah. Buah dibagi menjadi dua, yaitu buah yang telanjang (*fructus nudus*), atau yang disebut buah sejati atau buah sungguhan. Sedang yang lain disebut buah palsu atau semu (*fruktus spurious*).

Pada buah semu yang sesungguhnya tidak terlihat (Tjirosoepomo, 1993) dalam Sari (2012).

1.2.4 Keragaman Genetik

Suatu jenis tanaman seharusnya mempunyai dasar keragaman genetik yang cukup untuk dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Keragaman genetik merupakan modal dasar dalam pemuliaan tanaman. Berhasil tidaknya pemuliaan tanaman tergantung pada keragaman genetik yang ada pada suatu populasi, apakah populasi tersebut merupakan generasi bersegregasi dari suatu persilangan dan pada generasi keberapa serta bagaimana latar belakang genetiknya (Syukur dkk, 2010).

Keragaman digunakan untuk mengetahui pola pengelompokan genotipe yang ada dan untuk mengetahui karakter yang menjadi ciri khas setiap kelompok genotipe yang dapat dibentuk sehingga dapat digunakan dalam kegiatan seleksi untuk memperoleh varietas unggul baru (Waluyo dan Agustina, 2017). Menurut Sriyadi (2015), keragaman genetik pada suatu populasi dapat digunakan sebagai modal dasar dalam suatu persilangan buatan untuk membentuk populasi persilangan antara dua atau lebih populasi yang berbeda, baik fenotipe maupun genotipenya sebagai materi seleksi.

Kajian keragaman genetik dapat dilakukan dengan penanda morfologi, biokimia, dan molekuler. Akan tetapi, penentuan keragaman genetik dengan penanda morfologi lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan, namun demikian sifat morfologi telah banyak memberi manfaat dalam membentuk sejumlah kultivar unggul sejak tahun 1950-an. Penanda morfologi merupakan cara determinasi yang paling akurat untuk menilai sifat agronomi dan mengelompokkan secara taksonomi beragam tanaman. Pengujian dengan sifat morfologi dapat digunakan untuk mengenali koleksi plasma nutfah ganda, kajian pendugaan keragaman genetik dan korelasi antara sifat morfologi dengan sifat penting agronomi yang lain. Penyifatan pada tingkat morfologi diperlukan terutama untuk keperluan mengenali fenotipe dan perubahannya terkait dengan ekotipenya (Kristamtini dkk, 2014).

Identifikasi keragaman dengan menggunakan penanda morfologi akan menghasilkan data berisi informasi tentang sifat-sifat morfologi seperti warna bunga, dan bentuk daun dan agronomi termasuk umur panen, tinggi tanaman, dan daya hasil. Keragaman genetik dengan menggunakan penanda secara morfologi lebih utama dilakukan dibandingkan molekuler karena mudah dilakukan dan tampak secara jelas. Penanda morfologi yang digunakan merupakan penanda yang didasarkan pada pewarisan Mendel yang sederhana, seperti bentuk, warna, ukuran, dan berat. Sifat morfologi (fenotipe) dapat digunakan sebagai petunjuk nyata untuk gen khusus dan penanda gen dalam kromosom karena sifat-sifat yang mempengaruhi morfologi dapat diturunkan ekotipenya (Kristamtini dkk, 2014).

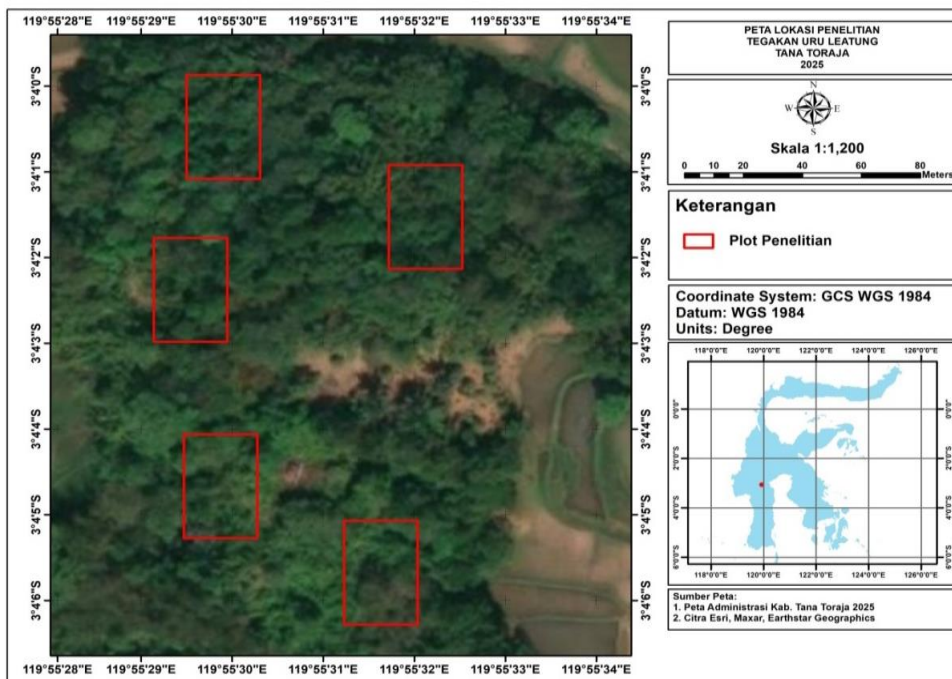
1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi keragaman genetik pada *E. ovalis*, di Kabupaten Toraja berdasarkan penanda morfologi. Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi bagi peneliti.

BAB II METODOLOGI

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari-April 2023. Lokasi pengambilan sampel berada pada Kabupaten Tana Toraja. Pengamatan keragaman genetik berdasarkan penanda morfologi dan analisis data dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pita meter, *abney level*, roll meter, plastik sampel, kamera, alat tulis menulis, *tally sheet*, parang, *kalipper*, *handscoon*, timbangan analitik, laser meter, gelas ukur, penggaris, gala, buku *Munsell Plant Tissue Color* (MPTC), penjepit, oven, dan label.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tumbuhan Uru, kertas koran, aluminium foil dan alkohol.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan data dalam penelitian ini yakni melalui pembuatan plot dengan jumlah sebanyak 5, pengamatan plot 1, 2, dan 3 dilakukan pada pagi hari, selanjutnya plot 4 dan 5 diamati pada siang hari. Untuk jarak masing-masing plot ditentukan dengan mencari tempat tumbuh pohon yang memiliki kerapatan yang tinggi dikarenakan pada lokasi penelitian terdapat beberapa tempat yang ditumbuhi tegakan pinus. Ukuran setiap plot yaitu 20 x 45 meter digunakan untuk mengetahui jumlah pohon yang ada didalam plot kemudian memilih 6 pohon secara acak, 6 pohon yang dipilih yaitu pohon yang memiliki diameter besar dan memiliki daun yang dapat dijangkau, adapun jumlah pohon keseluruhan dari 5 plot yaitu 30 pohon. Setiap pohon masing-masing diukur luas kanopi dan diambil bagian daun, batang, kulit, akar, dan buah agar sampel yang diambil dapat seragam.

2.3.2 Persiapan Sampel

Adapun beberapa hal yang harus dilakukan setelah mengambil sampel:

1. Memilih sampel dengan kondisi fisik dan ukuran yang sama
2. Sampel yang telah dipilih dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi label untuk penanda
3. Mengelompokkan sampel berdasarkan Plot
4. Masukkan semua sampel kedalam lemari pendingin

2.3.3 Pengamatan Analisis Morfologi

Karakter yang diamati secara morfologis yaitu bagian daun, buah, kulit, batang, dan akar.

1. Daun

Daun yang diamati pada penelitian ini yaitu hanya 1 selai dari setiap pohonnya.

Adapun variable yang diamati yaitu:

- 1) Mengamati warna daun dengan menggunakan buku MPTC
- 2) Mengukur panjang daun dengan menggunakan penggaris
- 3) Mengukur berat daun dengan menggunakan timbangan analitik
- 4) Mengukur tebal daun dengan menggunakan kalipper

2. Buah

Buah yang diamati pada penelitian ini yaitu buah yang jatuh pada lantai pohon dan berada dekat pada tempat tumbuh pohon. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- 1) Mengamati warna buah dengan menggunakan buku MPTC
- 2) Mengukur panjang buah dengan menggunakan penggaris
- 3) Mengukur lebar buah dengan menggunakan penggaris
- 4) Mengukur berat buah dengan menggunakan timbangan analitik

3. Batang

Adapun pengumpulan data dari batang dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Mengukur keliling untuk mengetahui diameter batang dengan menggunakan pita meter.
- 2) Mengamati warna batang dengan menggunakan buku MPTC.
- 3) Mengukur Kadar Air dengan menggunakan rumus Kadar Air, berat awal yang didapatkan dengan cara menimbang sampel batang menggunakan timbangan analitik atau menggunakan berat basah dari sampel batang. Sedangkan berat akhir diperoleh setelah mengoven sampel batang dengan suhu 105° selama 24 jam, kemudian ditimbang kembali pada timbangan analitik.
- 4) Mengukur berat jenis, berat yang digunakan dalam pengukuran berat jenis yaitu berat kering tanur, sedangkan pada pengukuran volume diperoleh dari sampel batang yang dicelupkan ke dalam bejana air penuh. Air yang tumpah kemudian dimasukkan kedalam gelas ukur kemudia diperoleh hasil volumenya.

4. Kulit

Adapun pengumpulan data dari kulit dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Mengamati warna kulit dengan menggunakan buku MPTC
- 2) Mengukur Kadar Air dengan menggunakan rumus Kadar Air, berat awal yang didapatkan dengan cara menimbang sampel batang menggunakan timbangan analitik atau menggunakan berat basah dari sampel batang. Sedangkan berat akhir diperoleh setelah mengoven sampel batang dengan suhu 105° selama 24 jam, kemudian ditimbang kembali pada timbangan analitik.
- 3) Mengukur berat jenis, berat yang digunakan dalam pengukuran berat jenis yaitu berat kering tanur, sedangkan pada pengukuran volume diperoleh dari sampel batang yang dicelupkan ke dalam bejana air penuh. Air yang tumpah kemudian dimasukkan kedalam gelas ukur kemudia diperoleh hasil volumenya.

5. Akar

Adapun pengumpulan data batang dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Mengamati warna akar dengan menggunakan buku MPTC
- 2) Mengukur Kadar Air dengan menggunakan rumus Kadar Air, berat awal yang didapatkan dengan cara menimbang sampel batang menggunakan

timbangan analitik atau menggunakan berat basah dari sampel batang. Sedangkan berat akhir diperoleh setelah mengoven sampel batang dengan suhu 105° selama 24 jam, kemudian ditimbang kembali pada timbangan analitik.

- 3) Mengukur berat jenis, berat yang digunakan dalam pengukuran berat jenis yaitu berat kering tanur, sedangkan pada pengukuran volume diperoleh dari sampel batang yang dicelupkan ke dalam bejana air penuh. Air yang tumpah kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur kemudian diperoleh hasil volumenya.

2.3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan secara kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif adalah pendekatan yang karakternya tidak dapat diukur seperti warna daun, warna batang, warna kulit, warna buah dan warna akar. Sedangkan pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang karakternya dapat diukur seperti panjang daun, panjang batang, berat daun, berat batang, dan sebagainya.

2.4 Analisis Data

Analisis statistik untuk data kuantitatif yang digunakan dalam percobaan ini yaitu sebagai berikut:

1. Rata-rata (*Mean*)

Untuk mengetahui rata-rata (diameter, berat jenis, kadar air dan volume) digunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum f}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata

$\sum f$ = jumlah data (diameter, berat jenis, kadar air dan volume)

n = jumlah individu/sampel

2. Berat Jenis

$$BJ = \frac{\text{berat (gr)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}$$

ket : $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$

3. Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat akhir}} \times 100\%$$

4. Volume pohon

$$V = \text{LBDS} \times \text{TT} \times F$$

Keterangan:

LBDS = Luas Bidang Dasar ($1/4 \pi d^2$)

TT = Tinggi Total

F = Angka Bentuk Batang (0,7)

5. Kanopi pohon

Kanopi pohon merupakan teduhan yang terbentuk oleh sebuah atau beberapa pohon (Saroh & Krisdianto, 2020). Bentuk tajuk sendiri menyesuaikan dengan bentuk percabangan pohon, sehingga dapat digambarkan secara visual dengan mengukur panjang tajuk terluar mengikuti arah mata angin yaitu utara, barat, selatan dan timur.

6. Nilai Heritabilitas

Dihitung untuk mengetahui besarnya keragaman genetik yaitu proporsi ragam genotype dengan ragam fenotipe. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_i = \sqrt{\frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Jumlah seluruh individu}}}$$

$$p_i = 1 - q_i$$

$$h_e = 1 - p_i^2 - q_i^2$$

Keterangan :

q_i = frekuensi karakter morfologi yang muncul

p_i = frekuensi dominan karakter morfologi

h_e = heritabilitas

7. Analisis *Heatmap*

Analisis *heatmap* sering digunakan dalam studi visualisasi data, dimana *heatmap* merupakan representasi grafis dari data yang disajikan dalam bentuk warna. *Heatmap* dapat difungsikan dari paket R yang akan menghasilkan matriks yang berkualitas tinggi dan dapat disesuaikan dengan *dendrogram* (Zhao, 2014).

2.5 Keadaan Umum Lokasi

2.5.1 Letak

Letak penelitian dilakukan di Kabupaten Tana Toraja pada posisi 3'03'21" – 3'04'50" Lintang Selatan dan 119'55'05" Bujur Timur, yang berjarak sekitar ± 228 km dari Kota Makassar. Adapun lokasi penelitian yang terletak pada Kelurahan Leatung, Kecamatan Sangalla Utara.

2.5.2 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada Kelurahan Leatung, Kecamatan Sangalla Utara Kabupaten Tana Toraja, Kabupaten Tana Toraja memiliki wilayah topografi yang pada umumnya daerah ketinggian dan tidak memiliki laut. Pada lokasi penelitian setiap plot memiliki ukuran yang sama yaitu 20 x 45 meter yang mewakili setiap hektar plot.