

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gaharu merupakan komoditas hasil hutan bukan kayu yang bernilai ekonomi tinggi, namun keberadaannya di alam semakin berkurang. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk mengurangi perburuan gaharu di alam adalah dengan budidaya gaharu (Wahyuni, 2020). Gaharu dapat terbentuk akibat adanya interaksi antara bakteri (inokulan tertentu) dengan tanaman inang dan adanya reaksi kimia yang mengakibatkan terbentuknya resin atau produk seperti gubal yang memiliki aroma khas. Gubal gaharu dapat terbentuk secara alami ataupun dihasilkan dengan campur tangan dari manusia, dengan cara melakukan teknik inokulasi menggunakan inokulan dengan cara penyuntikan langsung pada pohon gaharu (Budi dan Wardah, 2022). Gaharu memiliki nilai jual yang sangat tinggi di kalangan pasar internasional. Apalagi mengingat harga dari kayu gaharu yang sangat istimewa dibandingkan hasil hutan lainnya.

Mardika dan Kartadie (2021) mengemukakan tingginya nilai jual gaharu mendorong masyarakat untuk memanfaatkannya dan melakukan pencarian dan budidaya yang besar besaran. Tanaman gaharu yang mengandung resin atau damar wangi dan menghasilkan aroma harum yang menjadi ciri khas dari pohon ini, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri parfum, obat-obatan, kosmetik, dupa, pengawet, serta untuk keperluan adat (Siregar et al., 2022). Spesies penghasil gaharu memiliki aroma harum karena memproduksi resin yang didominasi oleh senyawa sesquiterpen, chromones, aromatic, dan triterpen (Nasution et al., 2019). Peningkatan keberhasilan produksi gaharu melalui perlakuan teknik induksi mekanik dan inokulasi jamur pada pertanaman gaharu, yang pada akhirnya mendukung kelestarian keberadaan jenis tumbuhan penghasil gaharu di alam (Auri, 2022). Proses inokulasi adalah metode pelukaan buatan pada batang atau ranting pohon gaharu disertai pemberian bahan inokulum yang berupa zat organik. Parameter keberhasilan dalam kegiatan menilai pembentukan gubal gaharu ditinjau dari aspek luas diskolorasi, kualitas warna dan kualitas aroma yang dihasilkan. Kualitas warna dan aroma gubal gaharu yang terbaik dihasilkan oleh inokulum berupa *Fusarium* sp. Dari kombinasi perlakuan antara ukuran luka dengan jenis inokulum tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu (Abdulloh, 2021).

Gaharu saat ini sudah sulit didapatkan, disebabkan adanya pencarian dan pemanenan besar besaran yang dilakukan oleh masyarakat. Kusumaningsih dan Asmita, (2022) mengemukakan bahwa adanya permintaan pasar akan produk-produk dari gaharu yang semakin meningkat, maka dilakukan upaya produksi resin gaharu secara buatan dengan cara melakukan inokulasi (penularan) patogen ke tanaman gaharu. Untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi dan mengurangi tekanan terhadap pembalakan liar, perlunya diterapkan teknik budidaya dan inokulasi gaharu dalam memperoleh resin atau gubal yang dapat menjadi solusi. Bahan aromatik Gaharu memiliki harga jual yang tinggi karena kualitasnya terbaik di dunia. Harga jualnya mencapai 58 juta untuk 2 kg gaharu. Kondisi tersebut menyebabkan banyak orang yang memburu kayu gaharu di hutan alam. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam upaya produksi resin gaharu secara buatan adalah kegagalan dalam inokulasi sehingga tidak dihasilkan resin gaharu. Terdapat tiga faktor penting yang turut

menentukan keberhasilan inokulasi adalah jenis inokulan, diameter batang, serta berapa banyak konsentrasi inokulan. Diameter pohon akan memengaruhi besarnya. Semakin besar volume kayu maka, cenderung akan menghasilkan resin gaharu yang lebih tinggi dan berkualitas (Pangesti et al., 2020). Sementara itu, jumlah konsentrasi yang tepat diperlukan untuk memastikan penyebaran cairan inokulan merata di dalam jaringan pohon, sehingga proses pembentukan resin gaharu yang optimal.

Zakiah et al., (2021) menemukan bahwa keberhasilan inokulasi pada berbagai diameter dipengaruhi oleh banyaknya konsentrasi yang memberikan hasil inokulasi terbaik berdasarkan parameter bobot kayu, warna, aroma dan kadar resin, dengan mutu gaharu. Semakin banyak volume konsentrasi inokulan yang digunakan, maka semakin banyak spora jamur yang akan terbentuk dimana akan masuk ke dalam jaringan pohon sehingga akan semakin cepat pembentukan dan perkembangan resin pada jaringan pohon. Dengan demikian, pohon akan terinfeksi oleh patogen dan akan menghasilkan resin gaharu. Keberhasilan proses inokulasi sangat dipengaruhi oleh jenis inokulan yang akan digunakan, juga harus didukung kondisi lingkungan yang sesuai untuk perkembangan patogen sehingga akan dihasilkan resin gaharu yang maksimal (Kusumaningsih et al., 2022).

Pengembangan inokulasi yang efisien dalam meningkatkan produksi gaharu untuk mengantisipasi meningkatnya permintaan produk-produk gaharu di pasar internasional. Inokulan yang diperoleh dari berbagai daerah memiliki potensial untuk terus dikembangkan, dengan diuji pada tanaman penghasil gaharu untuk mendapatkan hasil yang bermutu lebih tinggi. Namun, hingga saat masih sangat sedikit penelitian yang membahas secara mendalam tentang bagaimana cara penginokulasian dengan menggunakan pengaruh volume cairan inokulan yang digunakan sebagai indikator keberhasilan pada kegiatan inokulasi, mengacu pada luas infeksi yang akan dihasilkan pada jaringan pohon. Meskipun hal ini merujuk pada volume cairan yang berperan penting dalam penentuan luas infeksi yang akan ditimbulkan, berkaitan langsung dengan berapa banyak jumlah resin yang akan terbentuk. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan guna mengetahui pengaruh perlakuan volume inokulan terhadap karakteristik luas jaringan terinfeksi, perubahan warna, serta tingkat persentase keberhasilan infeksi pohon gaharu (*Gyrinops* sp.)

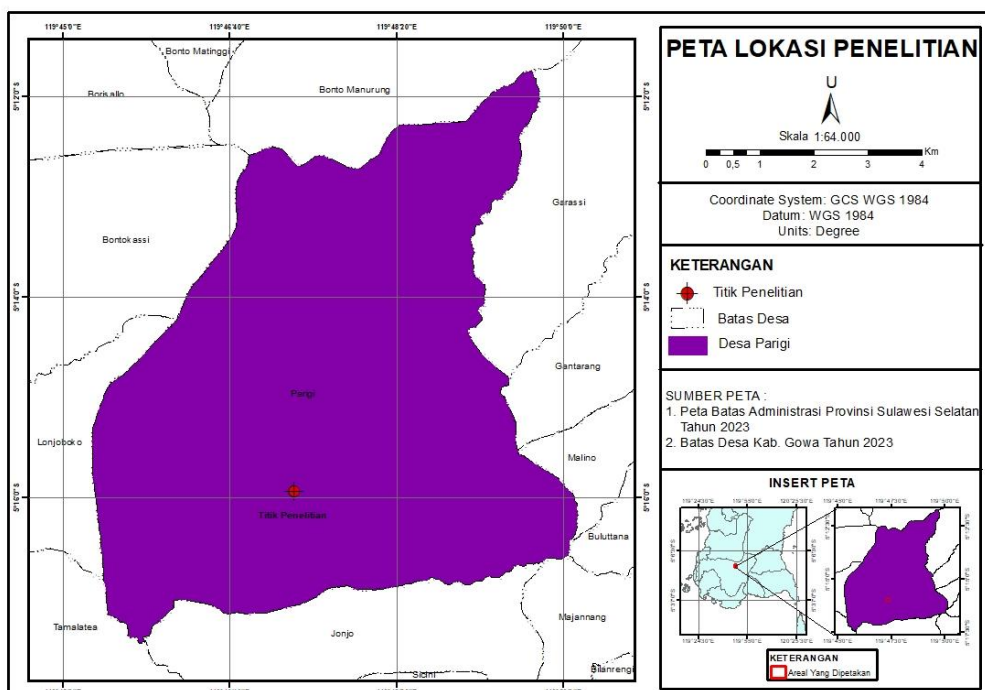
1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan volume cairan inokulan terhadap perbedaan karakteristik luas infeksi, perubahan warna, dan tingkat persentase keberhasilan infeksi pohon gaharu (*Gyrinops* sp.) Adapun kegunaan dari penelitian ini, diharapkan memberikan informasi teknik inokulasi tanaman gaharu yang efektif dan efisien, sehingga dapat meningkatkan infeksi pada pohon gaharu mengenai bagaimana pengaruh volume cairan inokulan mempengaruhi pembentukan luas infeksi pohon gaharu.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024 - Februari 2024. Penelitian ini dilakukan di kebun Agroforestri tanaman gaharu Desa Parigi, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Bor Portable dan Mata bor 0,4 cm, digunakan untuk membuat lubang inokulasi.
2. Alat suntik/ *sprit*, digunakan untuk memasukkan inokulan kedalam lubang.
3. Pisau, digunakan untuk menyayat kulit pada batang pohon.
4. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume inokulan.
5. Sarung tangan, untuk menjaga kebersihan serta menghindari kontaminasi.
6. Label, sebagai penanda setiap pohon.
7. ATK, untuk mencatat hasil pengukuran dan pengamatan.
8. Gelas Ukur, digunakan sebagai wadah untuk mengukur volume air dalam pelarutan inokulan.
9. Haga meter, digunakan untuk mengukur tinggi pohon.
10. Pita meter, digunakan sebagai alat untuk mengukur diameter pohon.

11. *Tally sheet*, digunakan untuk mencatat data pada penelitian.
12. Mixer portable, digunakan untuk menghomogenkan cairan inokulan.
13. Kamera, digunakan untuk mendokumentasikan setiap tahapan kegiatan penelitian.

2.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Pohon gaharu umur ± 13 tahun, digunakan sebagai objek penelitian.
2. Plastisin, digunakan untuk menutup lubang inokulasi setelah cairan inokulan disuntikan.
3. Jamur Patogen, digunakan sebagai inokulan.
4. Gula, digunakan sebagai bahan campuran cairan inokulan.
5. *Aquades* digunakan sebagai media pelarutan inokulan.
6. Pupuk NPK digunakan sebagai bahan campuran inokulan.
7. Alkohol 70%, digunakan untuk sterilisasi alat-alat penelitian.

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan kegiatan, yaitu dengan melakukan survei awal lokasi penelitian, menyiapkan alat dan bahan, menyiapkan rancangan penelitian, melakukan inokulasi pada pohon gaharu (*Gyrinops sp.*) serta melakukan pengamatan hasil reaksi, dan analisis data.

2.3.1 Survei Awal Lokasi

Survei awal penelitian terkait pengaruh perlakuan volume cairan inokulan terhadap luas infeksi di Desa Parigi, Kabupaten Gowa bertujuan untuk mengetahui kondisi awal lingkungan serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi gaharu. Survei awal dilakukan untuk memahami kondisi lokasi penelitian secara menyeluruh, sehingga peneliti dapat mengambil keputusan yang tepat dalam kegiatan lapangan sebelum penelitian dimulai.

2.3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan perlakuan. Data Luas yang dihasilkan, dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA), dan hasil analisis varians yang menunjukkan beda nyata dilakukan uji lanjut dengan uji Tukey atau uji Beda Nyata (BNJ). Rancangan penelitian tersaji pada Tabel 1.

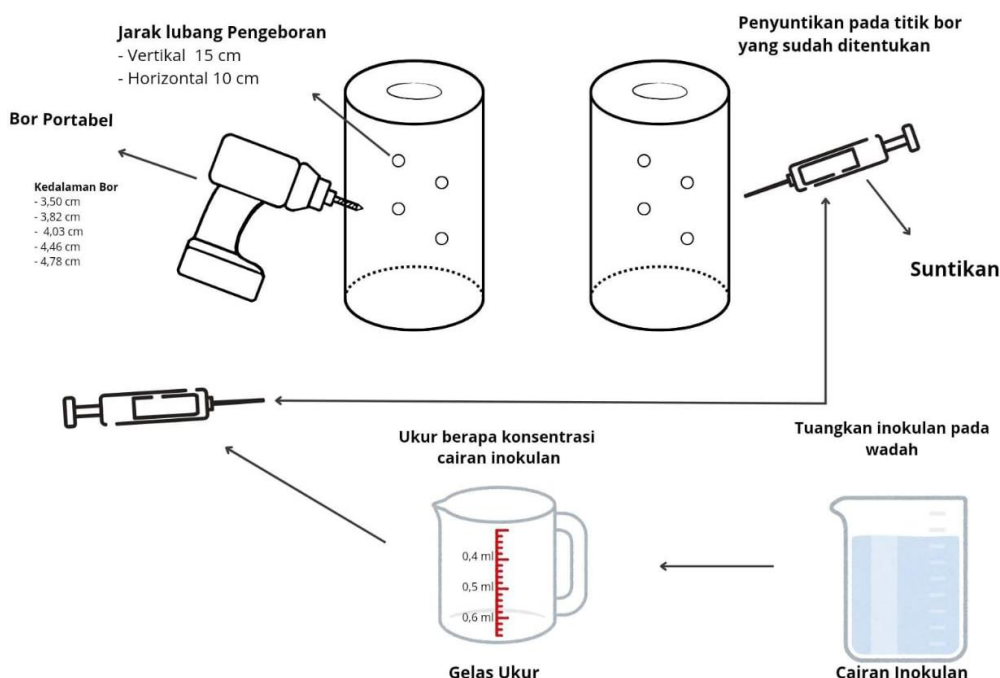
Tabel 1. Rancangan Percobaan

Perlakuan	Volume Inokulan (ml)
V1	0.4
V2	0.5
V3	0.5
V4	0.6
V5	0.6

(Sumber: Data primer yang sudah diolah, 2025)

2.3.3 Proses Inokulasi Pohon Gaharu (*Gyrinops sp.*)

Inokulasi akan dilakukan pada pohon gaharu. Pohon yang akan diteliti ialah pohon yang sudah berbuah dengan diameter 10 cm dan 14 cm dengan kisaran umur ± 13 tahun. Tahap awal dalam melakukan kegiatan inokulasi gaharu dengan penentuan pohon. Melakukan penandaan pada batang pohon yang akan dilakukan pelubangan dengan ketinggian 20 cm dari permukaan tanah. Batang tanaman di bor pada titik yang sudah di tandai dengan kedalaman sekitar sepertiga dari diameter pohon yaitu masing-masing kedalaman lubang bor 3,50 cm pada diameter 10 cm, kedalaman 3,82 cm pada diameter 11 cm, kedalaman 4,03 cm pada diameter 12 cm, kedalaman 4,46 cm pada diameter 13 cm, dan kedalaman 4,78 cm pada diameter 14 cm. Pada setiap pohon dibuat beberapa lubang inokulasi dengan jarak antar lubang 10 cm dengan arah melingkar dengan sudut 30°. Menggunakan inokulan dengan volume 0,4 ml, 0,5 ml, dan 0,6 ml disuntikkan pada lubang bor berdasarkan ketentuan kemudian ditutup dengan plastisin. Berikut adalah ilustrasi proses inokulasi pada pohon gaharu (*Gyrinops sp.*) yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 2. Ilustrasi Proses Inokulasi

2.3.4 Proses Pengamatan

Proses pengamatan hasil inokulasi dilakukan dengan menyayat bagian kulit luar batang untuk mengamati hasil inokulasi. Penyayatan dilakukan untuk mengamati pembentukan warna infeksi, mengukur luas infeksi jamur, dan mencatat persentase keberhasilan inokulasi yang dilakukan tiap satu bulan masa inokulasi selama 3 bulan berturut-turut. Data pengukuran luas infeksi yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dan uji tukey atau uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk menentukan perbedaan terhadap perlakuan yang diberikan.

2.4 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan. Adapun variabel yang diamati berupa, persentase keberhasilan inokulasi (%), luas jaringan infeksi, dan pembentukan warna pada jaringan terinfeksi.

2.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Melakukan penentuan lokasi penelitian.
2. Melakukan penentuan pohon yang diteliti, dikelompokkan berdasarkan penentuan volume cairan inokulan terhadap diameter batang 10 cm sampai dengan 14 cm.
3. Melakukan penandaan pohon yang akan diinokulasi dengan memasang label keterangan.
4. Melakukan sterilisasi alat dan bahan sebelum digunakan.
5. Melakukan penandaan letak titik penyuntikan, dengan mempertimbangkan diameter dan jarak lubang yang akan dibuat. Titik awal penyuntikan berada pada ketinggian 20 cm dari permukaan tanah.
6. Membuat pola pengeboran berdasarkan desain spiral. Desain spiral dibuat untuk mempertimbangkan penyebaran inokulan yang merata ke seluruh batang.
7. Membuat lubang bor dengan kedalaman 1/3 atau 3 cm dari diameter batang, yang disesuaikan dengan standar teknik dari inokulasi. Posisikan mata bor miring 45 derajat ke arah bawah untuk memastikan inokulan masuk cukup kedalam jaringan batang dan dapat terserap dengan efektif.
8. Atur jarak antar lubang (Horizontal dan vertikal) menyesuaikan diameter pohon dengan jarak standar berkisar 10 cm dan 15 cm antar baris pada tingkatan titik pengeboran.
9. Selanjutnya, inokulan dituangkan pada gelas ukur yang telah dibersihkan menggunakan alkohol untuk memastikan inokulan tetap dalam keadaan steril.
10. Kemudian pada tahap pengisian cairan inokulan pada alat suntik dengan volume yang telah ditentukan.
11. Setelah itu, inokulan disuntikkan ke dalam setiap lubang. Penyuntikan dilakukan secara hati-hati untuk memastikan volume cairan inokulan yang telah ditentukan masuk sepenuhnya kedalam jaringan batang pohon.
12. Kemudian tutup lubang tersebut dengan menggunakan plastisin agar tidak ada kontaminasi jamur yang ada di sekitar pohon.
13. Pengamatan reaksi setelah penyuntikan inokulan dilakukan setiap satu bulan yang berlangsung selama kurun waktu 3 bulan.
14. Tahap pengamatan dilakukan dengan melakukan penyayatan pada batang dengan kedalaman berkisar 0,5 cm sampai dengan 1,5 cm, serta lebar sayatan berada pada 1,5 cm sampai dengan 4 cm dengan bentuk oval atau menyesuaikan penyebaran infeksi. Dilakukan penyayatan untuk melihat persebaran infeksi secara jelas, tetapi harus hati-hati agar penyayatan tidak merusak jaringan kambium terlalu dalam.

15. Pengamatan yang akan dilakukan meliputi, pengamatan perubahan warna dan aroma resin yang terbentuk pada setiap perlakuan.
16. Mencatat hasil pengamatan dan melakukan analisis data.

2.6 Variabel yang Diamati

Parameter yang akan diamati pada penelitian ini adalah persentase keberhasilan inokulasi, luas jaringan infeksi, dan perubahan warna jaringan terinfeksi setelah proses inokulasi selama 3 bulan.

Adapun parameter yang akan diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Luas Jaringan Terinfeksi (cm)

Luas jaringan terinfeksi dihitung berdasarkan (Iskandar dan Suhendra, 2012).

$$LJT = \frac{V \text{ cm} + H \text{ cm} + L \text{ cm} + R \text{ cm}}{4}$$

Keterangan:

LJT = Luas jaringan terinfeksi

V = Arah Vertikal lubang inokulasi

H = Arah Horizontal lubang inokulasi

L = Arah Kiri (*Left*) lubang inokulasi

R = Arah Kanan (*Right*) lubang inokulasi

2. Perubahan Warna

Pengamatan perubahan warna dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada 1 bulan pertama, bulan kedua, dan bulan ketiga setelah proses inokulasi berlangsung dengan bantuan *Software Color Picker Tools*. Tingkat perubahan warna yang akan ditetapkan ialah berdasarkan sistem skor 0 = Putih, 1 = Coklat, 2 = Coklat Kehitaman, dan 3 = Hitam. Pengamatan ini dilakukan dengan cara kulit batang di area sekitar lubang disayat untuk mengamati perubahan warna. Seperti yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemberian Nilai (*Score*) Warna Lubang Infeksi

No	Score	Keterangan
1	0	Putih
2	1	Putih Kecoklatan
3	2	Coklat
4	3	Coklat Kehitaman
5	4	Hitam

(Sumber: Standar Nasional: Gaharu SNI 7631-2011)

3. Persentase Keberhasilan inokulan

Persentase keberhasilan inokulan dihitung berdasarkan (Wangiyana et al., 2020).

$$PK = \frac{Lt}{Tot.I} \times 100\%$$

Keterangan:

PK = Persentase Keberhasilan

Lt = Jumlah lubang terinfeksi

Tot.I = Total seluruh Lubang yang diinokulasi

2.7 Analisis Data

Analisis data hasil penelitian, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan dengan bantuan software SPSS. Data yang diperoleh akan dilakukan analisis varians, dan hasil dari analisis varians digunakan untuk menunjukkan Beda Nyata Jujur (BNJ) atau Uji Tukey. Model Rancangan Acak Kelompok (RAL) dengan rumus sebagai berikut (Gespertz, 1991):

$$Y_{ijk} = \mu + \bar{A}_i + (\bar{A}B)_{ij} + \xi_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 5$$

Dimana:

Y_{ijk} = Nilai respon dari pohon ke-k terhadap diameter i dan konsentrasi j

i = Diameter kecil, sedang, besar

j = Jumlah ulangan

k = Jumlah perlakuan

μ = Nilai tengah populasi (rata-rata nilai)

$\bar{A}_i$ = Pengaruh perlakuan "photoperoid" ke-i

$(\bar{A}B)_{ij}$ = Pengaruh galat dari ulangan ke-j yang memperoleh perlakuan "photoperoid" ke-i

ξ_{ijk} = Pengaruh galat dari tanaman ke-k dalam ulangan ke-j yang memperoleh perlakuan

a. Uji Beda Nyata Jujur (BNJ)

Untuk mengetahui perubahan pada masing-masing perlakuan yang telah dilakukan uji lanjutan yaitu uji tukey, yang biasa disebut uji beda nyata jujur (BNJ), dengan rumus yaitu sebagai berikut (Gespertz, 1991):

$$BNJ = q_{\alpha}(y) \sqrt{KTG/N}$$

Keterangan:

BNJ = Nilai uji tukey

$q_{\alpha}(y)$ = Nilai tabel studentized range statistic

KTG = Kuadrat tengah galat

N = Banyaknya sampel

b. Diameter

Diameter merupakan ukuran lebar batang yang diukur melintang 1,3 meter di atas permukaan tanah. Berperan dalam menentukan berapa volume suatu pohon dengan rumus sebagai berikut (Auliya et al., 2020):

$$\text{Diameter} = k / \pi$$

Keterangan:

k = Keliling pohon

π = 3.14

c. Luas Bidang Dasar (LBDS)

Luas Bidang Dasar (LBDS) merupakan salah satu parameter terpenting dalam penentuan volume pohon, LBDS dihitung berdasarkan diameter pohon dengan rumus sebagai berikut (Muhdin, 2012):

$$LBDS = 1/4 \pi d^2$$

Keterangan :

LBDS = Luas bidang dasar

π = 3,14

D = Diameter batang

d. Keliling Pohon

$$K = \pi D$$

Keterangan :

K = Keliling Pohon

π = 3,14

D = Tinggi Total Pohon

e. Volume Pohon

Hasil pengukuran diameter pohon dianalisis untuk mengetahui kombinasi konsentrasi perbandingan cairan dengan menghitung volume kayu. Volume pohon dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Mardiatmoko et al., 2015):

$$V = 1/4 \pi \times D^2 \times T \times F$$

Keterangan :

V = Volume

D = Diameter Pohon

T = Tinggi Pohon

F = Angka Bentuk Batang/Faktor Koreksi

f. Persentase Keberhasilan inokulasi

Persentase keberhasilan dihitung berdasarkan jumlah lubang yang menunjukkan gejala terinfeksi jamur (berwarna coklat agak kehitaman) dan bandingkan dengan keseluruhan jumlah lubang yang di inokulasi (Wangiyana et al., 2020).

$$K = \frac{\sum Tu}{N} 100\%$$

$$\% \text{ Keberhasilan inokulasi} = \frac{K + W + L}{3}$$

Keterangan :

$\sum Tu$ = Jumlah Pohon Terinfeksi

N = Total seluruh Pohon yang di inokulasi

K = Persentase Keberhasilan

W = Perubahan Warna

LJt = Luas Jaringan terinfeksi