

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sulawesi Selatan termasuk salah satu provinsi penting dalam produksi kakao yang ada di Indonesia, dengan kontribusi yang signifikan terhadap total hasil kakao nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023, Sulsel menduduki posisi ketiga sebagai penghasil kakao terbesar di Indonesia, dengan volume produksi mencapai 82,5 ribu ton. Hal ini menunjukkan pentingnya peran Sulawesi Selatan dalam mendukung sektor agribisnis nasional, khususnya komoditas kakao. Tingginya angka produksi tersebut mencerminkan potensi besar yang dimiliki provinsi ini dalam pengelolaan perkebunan kakao, yang sebagian besar dikelola oleh petani rakyat. Dengan penerapan praktik budidaya yang lebih baik dan pemanfaatan teknologi modern, produktivitas kakao di Sulawesi Selatan masih berpotensi untuk terus meningkat. Peningkatan tersebut dapat memperkuat peran provinsi ini sebagai salah satu pusat produksi kakao utama di Indonesia.

Tingginya potensi produksi di wilayah Sulawesi Selatan berkaitan erat dengan penguatan ekonomi nasional, karena kakao merupakan komoditas ekspor penting yang menambah devisa negara dan menjadi sumber penghasilan bagi keluarga petani. Selain bermanfaat secara luas bagi ekonomi negara, kakao juga menjadi bahan baku utama yang menjamin keberlangsungan industri pengolahan cokelat, baik di dalam negeri maupun di pasar luar negeri. Dengan pasokan yang terjaga dari daerah penghasil seperti Sulawesi Selatan, industri dapat lebih mudah mengolah biji kakao menjadi produk jadi yang bernilai jual tinggi. Hal ini sekaligus memperkuat posisi Indonesia sebagai salah satu pemasok kakao yang berpengaruh di dunia.

Selama lima tahun terakhir (2018-2023), produktivitas kakao di Indonesia mengalami penurunan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) (2023) mencatat, pada tahun 2018 produktivitas biji kakao mencapai 632,02 kg/ha. Pada tahun 2019, produktivitas biji kakao tercatat sebesar 655,70 kg/ha, kemudian turun menjadi 628,20 kg/ha pada tahun 2020. Penurunan tersebut berlanjut pada tahun 2021 dengan produktivitas biji kakao sebesar 595,78 kg/ha. Terakhir, pada tahun 2022, produktivitas biji kakao hanya mencapai 570,49 kg/ha. Produksi biji kakao ini menyebabkan posisi Indonesia di antara produsen kakao dunia terus menurun.

Direktorat Jendral Perkebunan (2023) mencatat, total luas area tanaman kakao di Sulawesi Selatan yaitu 175.496 ha dengan total produksi 82.539 ton. Tercatat sebagian besar luas area tanaman kakao di dominasi oleh perkebunan rakyat dengan luas 175.456 ha dengan produksi 82.525 ton dan perkebunan swasta dengan luas 40 ha dengan produksi 14 ton. Luas area tanaman belum menghasilkan (TBM) yaitu 25.130 ha, luas tanaman menghasilkan (TM) yaitu 115.880 ha dan luas tanaman rusak (TR) yaitu 34.486 ha.

Kondisi luas area tanaman yang rusak dari data tersebut merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penurunan produktivitas kakao. Kondisi ini diperparah oleh fakta bahwa sebagian besar perkebunan kakao di Indonesia merupakan perkebunan rakyat. Hal ini menimbulkan tantangan tersendiri, seperti minimnya pengetahuan masyarakat mengenai praktik budidaya kakao yang baik dan benar, serta terbatasnya akses terhadap teknologi pertanian yang modern dan efisien. Namun, dengan melakukan penanganan yang tepat, tanaman rusak ini berpotensi untuk kembali produktif jika diperbaiki melalui metode pemeliharaan yang baik dan juga melalui peremajaan tanaman.

Pemeliharaan dapat mencakup teknik seperti pemangkasan, pemupukan, dan pengendalian hama yang lebih intensif sehingga tanaman yang tersisa dapat pulih dan menghasilkan hasil yang optimal. Sementara itu, proses peremajaan biasanya melibatkan penanaman bibit unggul yang memiliki peluang menghasilkan panen lebih besar dan resistensi yang lebih tinggi terhadap hama maupun penyakit, serta memiliki potensi genetik yang baik. Pemilihan bibit yang berkualitas menjadi langkah dasar yang berperan penting dalam keberhasilan budidaya tanaman. Hal ini karena bibit unggul juga dapat meningkatkan kualitas biji kakao yang dihasilkan dan akan meningkatkan nilai jualnya di pasaran (Widyastuti *et al.*, 2018).

Salah satu klon kakao yang dianggap memiliki keunggulan untuk wilayah Sulawesi Selatan yaitu MCC (Masamba *Cacao Clone*) 02. Klon ini memiliki buah berukuran sedang, dengan permukaan kulit yang halus dan tampilan merah tua mengilap saat mentah, serta berubah menjadi merah kekuningan saat matang. Permukaan kulit buah yang licin pada MCC 02 berperan dalam menurunkan risiko serangan hama. Ketika buah mengalami serangan penggerek dan terkena cipratan air atau hujan, telur serangga dapat terbawa air akibat tekstur kulit buah yang licin. Di samping itu, MCC 02 menunjukkan ketahanan terhadap penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD), serta relatif tahan terhadap penyakit busuk buah (Sri, 2019).

Keberhasilan dalam menghasilkan bibit unggul juga sangat bergantung pada pemilihan media tanam. Media tanam yang baik akan memberikan fondasi yang kuat bagi pertumbuhan bibit. Pemanfaatan media tanam *cocopeat* yang terbuat dari hasil pengolahan sabut kelapa merupakan salah satu cara untuk menghasilkan bibit yang lebih baik. Sabut kelapa yang sering dibuang di sekitar perkebunan atau desa, menjadi penumpukan limbah sabut kelapa dalam jangka panjang dapat berpotensi merusak lingkungan. Melalui pengolahan menjadi *cocopeat*, sabut kelapa yang dulunya tidak memiliki nilai guna kini dapat dimanfaatkan sebagai media tanam.

Khususnya di pembibitan kakao, *cocopeat* sebagai salah satu media tanam alami, dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Metode pembuatan *cocopeat* yang menggunakan sinar matahari menurunkan emisi gas rumah kaca. *Cocopeat* merupakan bahan organik, yang dapat menyerap karbon dioksida dan meningkatkan kualitas tanah, yang membantu menurunkan emisi karbon secara keseluruhan. Selain itu, sifat retensi air *cocopeat* sangat membantu dalam mengatasi masalah perubahan iklim termasuk kekeringan dan curah hujan yang tidak dapat diprediksi. Dengan demikian, penggunaan *cocopeat* membantu inisiatif konservasi lingkungan selain meningkatkan pertumbuhan pada bibit kakao (Gofar *et al.*, 2022).

Hasil penelitian Manalu *et al.* (2023) menunjukkan bahwa perlakuan media tanam *cocopeat* sebanyak 300 g/polybag, dapat membantu pertumbuhan bibit kakao karena daya retensi airnya yang kuat, sehingga berdampak positif terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, berat tanaman, dan berat akar pada bibit kakao. *Cocopeat* mengandung sejumlah kecil makronutrien seperti kalium dan magnesium selain selulosa dan lignin. Namun, pupuk tambahan biasanya diperlukan di media tanam *cocopeat* dalam memenuhi semua kebutuhan hara tanaman secara optimal. Kandungan nutrisi alami *cocopeat* seringkali rendah sehingga diperlukan pemupukan (Smith dan Johnson, 2023).

Pemupukan merupakan bagian dari kegiatan pemeliharaan bibit kakao yang bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan unsur hara. Tindakan ini dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk organik maupun anorganik. Namun, pemakaian pupuk anorganik umumnya membutuhkan biaya yang cukup tinggi dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik, digunakan pupuk organik yang lebih ramah lingkungan. Salah satu jenis pupuk organik yang dapat dimanfaatkan adalah *vermikompos*.

Vermikompos memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan kualitas bibit dalam proses pembibitan tanaman kakao. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi secara positif oleh kandungan nutrisi yang ada pada *vermikompos* dan sifat *vermikompos* yang dapat meningkatkan kualitas tanah, sehingga dapat berperan sebagai pembenah tanah. *Vermikompos* dapat menjaga tingkat kelembapan tanah dan secara bertahap memasok nutrisi di daerah kering. Sebaliknya, pada daerah dengan curah hujan tinggi, *vermikompos* berkontribusi dalam meningkatkan drainase tanah serta mencegah terjadinya genangan air yang dapat memicu pembusukan akar (Fahrizal *et al.*, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Ratnasari *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa aplikasi pupuk *vermikompos* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman dan diameter batang pada bibit kakao. Dosis yang dianggap optimal untuk mendukung pertumbuhan bibit kakao adalah sebesar 200 gram per *polybag*. Efektivitas ini berkaitan dengan kandungan unsur hara utama dalam *vermikompos*, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan penting dalam aktivitas pembelahan sel serta perkembangan organ vegetatif tanaman.

Aplikasi bahan organik pada tanaman memberikan kontribusi positif yang signifikan serta berkelanjutan terhadap sektor pertanian dan kelestarian lingkungan. Pemanfaatan media organik seperti *cocopeat* dan *vermikompos* terbukti mampu meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki kondisi fisik tanah, serta memperbesar kapasitas tanah dalam menyimpan air. Selain mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan produktif, penggunaan bahan organik juga berperan dalam menjaga keseimbangan ekosistem serta mendukung keberlanjutan sistem pertanian dalam jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlunya dilakukan penelitian dengan judul "Penggunaan media tanam *cocopeat* dan *vermikompos* terhadap pertumbuhan bibit tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.).

1.2. Landasan Teori

1.2.1 Pembibitan

Pembibitan merupakan tahap awal yang berperan penting dalam budidaya tanaman kakao karena menentukan kualitas dan juga hasil produksi tanaman selanjutnya. Pemilihan benih unggul seperti klon bermutu dapat memberikan manfaat besar bagi keberhasilan budidaya. Benih yang berasal dari varietas unggul secara genetik umumnya memiliki ketahanan lebih tinggi terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga menghasilkan tanaman yang lebih tahan dalam menghadapi stres biotik. Selain itu, benih yang baik dapat mempercepat masa produksi tanaman, sehingga hasil yang diperoleh lebih cepat. Benih unggul juga menghasilkan biji kakao bermutu tinggi yang penting bagi pasar. Oleh karena itu, manajemen pembibitan harus mencakup pemilihan klon yang tepat, perawatan yang intensif, dan pemantauan kondisi pembibitan secara berkala (Juliasih *et al.*, 2023).

Pada tahap pembibitan, media tanam memiliki pengaruh yang penting dalam mendukung perkembangan bibit kakao. Media tanam merupakan substrat tempat bibit kakao tumbuh dan berkembang. Kualitas media tanam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan akar, penyerapan nutrisi, dan kesehatan bibit secara keseluruhan. Untuk mendukung pertumbuhan kakao secara optimal, media tanam perlu memiliki kualitas fisik, kimiawi, dan biologis yang seimbang dan sesuai. Sifat fisik yang baik meliputi struktur pori yang baik untuk aerasi dan drainase, serta kapasitas menahan air yang cukup. Sifat kimia yang baik meliputi kandungan nutrisi yang lengkap dan pH yang optimal. mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan tanaman merupakan tanda kualitas biologis yang baik (Darmawan *et al.*, 2015).

Keberhasilan pembibitan kakao berkaitan pada sinergi antara pemilihan bibit unggul dan penggunaan media tanam yang optimal. Media tanam yang berkualitas, dengan komposisi yang tepat, akan menyediakan lingkungan ideal bagi bibit untuk mengembangkan sistem perakaran yang sehat, memiliki ketahanan baik terhadap cekaman lingkungan dan menyerap nutrisi secara efisien. Untuk memastikan pertumbuhan bibit kakao yang optimal, pemupukan di tahap pembibitan memegang peranan penting. Pemupukan bibit kakao berperan dalam menyediakan hara penting yang dibutuhkan tanaman pada fase pertumbuhan awalnya (Nora *et al.*, 2015).

1.2.2 *Cocopeat*

Cocopeat merupakan bahan organik yang dihasilkan dari serat sabuk kelapa yang telah melalui proses pengolahan sehingga dapat dijadikan media tanam. Selulosa dan lignin komponen utama *cocopeat*, memberikan media tanam ini struktur berpori yang unik. Strukturnya yang berpori, *cocopeat* dapat menahan banyak air sekaligus menyediakan sirkulasi udara yang baik bagi akar tanaman. Termasuk kakao, yang membutuhkan kelembaban yang stabil. Selain itu, *cocopeat* memiliki pH netral, menjadikannya cocok untuk digunakan pada berbagai jenis tanah. Dengan karakteristik ini, *cocopeat* menjadi pilihan yang ideal bagi petani yang ingin meningkatkan kualitas media tanam mereka (Febriwendi *et al.*, 2015).

Cocopeat juga menawarkan manfaat tambahan dalam memperbaiki struktur tanah. Ketika dicampurkan ke dalam media tanam, *cocopeat* dapat meningkatkan porositas tanah, sehingga memungkinkan akar tanaman untuk berkembang dengan baik dan menyerap lebih banyak nutrisi. Penggunaan *cocopeat* pada tanaman kakao sangat membantu dalam mengatasi kondisi tanah yang buruk, seperti tanah yang padat atau memiliki drainase yang buruk. Selain itu, *cocopeat* merupakan bahan yang ramah lingkungan karena dapat diproduksi dari limbah kelapa, sehingga membantu mengurangi akumulasi sampah. Dengan demikian, penggunaan *cocopeat* tidak hanya bermanfaat bagi tanaman tetapi juga memberikan dampak positif bagi lingkungan (Prasetyo dan Supriyadi 2021).

Dalam budidaya kakao, penerapan *cocopeat* dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap stres lingkungan, termasuk kekeringan. *Cocopeat* memiliki kemampuan tinggi untuk menyimpan air, sehingga dapat mempertahankan kelembaban tanah dalam jangka waktu yang lama. Hal ini sangat penting bagi tanaman kakao yang memerlukan kelembaban tanah yang cukup untuk tumbuh secara optimal. Tanaman kakao yang ditanam dengan menggunakan *cocopeat* lebih tahan terhadap perubahan iklim dan menghasilkan hasil panen yang lebih baik dibandingkan media tanam konvensional. Dengan demikian, penggunaan *cocopeat* menjadi upaya untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya tanaman kakao (Weihsan *et al.*, 2023).

1.2.3 Vermikompos

Vermikompos adalah pupuk organik yang dihasilkan dari aktivitas cacing tanah yang memecah bahan organik. Dengan bantuan mikroba, bahan organik ini diubah menjadi nutrisi yang mudah diserap tanaman, menghasilkan humus kaya hara yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah. Pada bibit tanaman kakao, *vermikompos* yang berperan sebagai pembenah tanah mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas retensi air, serta menyediakan unsur hara esensial untuk pertumbuhan optimal. Cacing tanah sendiri memainkan peran krusial dalam proses ini, mengubah bahan organik menjadi partikel yang lebih kecil, sehingga penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi lebih efisien dan mendukung pertumbuhan tanaman (Yulianda *et al.*, 2017).

Penggunaan *vermikompos* pada bibit tanaman kakao memberikan dampak positif yang signifikan. Nutrisi seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur mikro lainnya yang ada pada *vermikompos* mendukung pertumbuhan bibit yang sehat. Selain itu, mikroorganisme dalam *vermikompos* membantu menjaga keseimbangan biologis tanah, yang dapat melindungi akar dari penyakit serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang sulit. Dengan penggunaan *vermikompos*, pertumbuhan tanaman kakao menjadi lebih optimal, sehingga kualitas produksinya pun dapat meningkat (Dalimunthe dan Meiriani, 2015).

Vermikompos berperan penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan melalui pengolahan limbah organik yang efektif, sehingga mengurangi potensi pencemaran. Proses ini sepenuhnya melibatkan cacing dan mikroorganisme yang bekerja secara alami mengubah limbah menjadi humus kaya nutrisi. Sebagai metode pengelolaan limbah yang ramah lingkungan, *vermikompos* membantu mengoptimalkan siklus nutrisi. Dalam konteks budidaya kakao, penggunaan *vermikompos* sebagai alternatif pupuk kimia dapat mengurangi dampak negatif pada ekosistem tanah serta menjaga kesehatan dan vitalitas tanaman (Purba *et al.*, 2013).

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh penggunaan media tanam *cocopeat* dan pupuk organik *vermikompos* terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao.

Manfaat penelitian ini sebagai sumber informasi untuk pihak pihak yang membutuhkan referensi dalam budidaya tanaman kakao dengan penggunaan *cocopeat* dan pupuk organik *vermikompos*.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, maka hipotesis yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi antara dosis media tanam *cocopeat* dan pupuk organik *vermikompos* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kakao.
2. Terdapat dosis pupuk organik *vermikompos* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kakao.
3. Terdapat dosis media tanam *cocopeat* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kakao.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan di Desa Mariorilau, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Provinsi Sulawesi Selatan, yang berada pada ketinggian 510 mdpl dan berada pada titik koordinat 4°26'58.06" LS dan 119°59'46.90" BT. Pelaksanaan penelitian ini berlangsung pada 24 Juli hingga 16 Oktober 2024.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kakao hasil sambung pucuk klon MCC 02 umur 3 bulan, tanah *top soil*, *cocopeat*, *vermikompos*, dan NPK mutiara.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *polybag* ukuran 35cm x 40cm, cangkul, sekop, ember, meteran, alat tulis, timbangan, jangka sorong, *Chlorofil Content Meter* (CCM-200⁺), mikroskop, oven, kaca preparat, plastik cetik (*ziplock*), label, kuteks bening, selotip bening, gunting, timbangan analitik, laptop dan kamera.

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Faktorial 2 Faktor (F2F) berdasarkan pola Rancangan Acak Kelompok (RAK).

Faktor pertama adalah media tanam *cocopeat* yang terdiri dari 3 taraf, yaitu:

c0: Tanpa *Cocopeat* (Kontrol)

c1: *Cocopeat* 150 g/ *polybag*

c2: *Cocopeat* 300 g/ *polybag*

Faktor kedua adalah pemberian pupuk organik *vermikompos* yang terdiri dari 4 taraf, yaitu:

v0: Tanpa *Vermikompos* (Kontrol)

v1: *Vermikompos* 100 g/ *polybag*

v2: *Vermikompos* 200 g/ *polybag*

v3: *Vermikompos* 300 g/ *polybag*

Dengan demikian, terdapat 12 kombinasi perlakuan yang terdiri dari 2 unit bibit tanaman kakao dan diulang sebanyak 3 kali sehingga tanaman yang digunakan sebanyak 72 tanaman.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2. 4. 1 Pemasangan Penanda

Pemasangan penanda pada *polybag* bibit kakao dilakukan agar tidak terjadi kesalahan pada proses pengisian media tanam sesuai dosis yang telah ditentukan dan

selama proses pengamatan berlangsung. Pemasangan penanda dilakukan dengan cara menandai *polybag* dengan spidol permanen sesuai dengan kombinasi perlakuan yang telah ditentukan.

2.4.2 Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan cara mengambil tanah *top soil* selanjutnya tanah diayak agar tanah tidak menggumpal dan juga bersih dari benda-benda asing seperti batu, ranting, plastik dan lainnya. Setelah itu, *polybag* diisi *cocopeat* dan *vermikompos* sesuai dosis perlakuan dan ditambah dengan tanah *topsoil* hingga massa total 5 kg.

2.4.3 Penyiapan Bibit

Persiapan bibit kakao dilakukan dengan cara memilih bibit kakao yang memiliki kondisi yang sehat. Bibit kakao yang dipilih adalah bibit kakao hasil sambung pucuk klon MCC 02 berumur 3 bulan yang sehat dan bebas dari hama dan penyakit dengan ukuran yang hampir seragam.

2.4.4 Penanaman

Penanaman bibit kakao umur 3 bulan dilakukan dengan cara memindahkan bibit dari *polybag* dari yang berukuran kecil ke *polybag* berukuran yang lebih besar (35cm x 40cm) yang berisi tanah *topsoil* dan *cocopeat* serta *vermikompos* yang telah dikombinasikan sesuai perlakuan kemudian *polybag* diatur berdasarkan rancangan percobaan yang telah ditentukan.

2.4.5 Pengaplikasian Pupuk Dasar

Pengaplikasian pupuk dasar menggunakan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dengan dosis 4 g/*polybag* (Darmawan *et al.*, 2015) yang dilakukan setelah penanaman dengan cara membuat lubang di dekat tanaman lalu kemudian memasukkan pupuk dasar tersebut dan ditutup kembali menggunakan tanah.

2.4.6 Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan adalah penyiraman dan penyiangan gulma. Penyiraman dilakukan setiap 2 kali sehari namun jika terjadi hujan maka penyiraman tidak dilakukan. Penyiangan gulma dilakukan jika terdapat gulma yang tumbuh di *polybag* maupun disekitar bibit kakao dengan mencabut gulma-gulma yang ada.

2.4.7 Pembongkaran

Pembongkaran bibit dilakukan setelah bibit berumur 24 MST, dengan cara merobek *polybag* dan memisahkan tanaman dengan media tanam yang melekat.

2.5 Parameter Pengamatan

1. Tinggi tanaman (cm), pengamatan ini dilakukan dengan cara mengukur pertambahan tinggi tanaman dari ruas pangkal batang sampai titik tumbuh menggunakan meteran setiap 2 minggu sekali sampai 24 MST.
2. Diameter batang (mm), pengamatan ini dilakukan dengan mengukur lingkaran batang tanaman 3 cm dari atas permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong setiap 2 minggu sekali sampai 24 MST.
3. Jumlah daun (helai), pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah daun yang telah terbuka sempurna setiap 2 minggu sekali sampai 24 MST.
4. Berat segar tajuk (g), pengamatan ini dilakukan dengan cara membongkar bibit dan memisahkan akar dengan tajuk kemudian menimbang tajuk tanaman dengan menggunakan timbangan pada akhir pengamatan pada umur 24 MST.
5. Berat kering tajuk (g), pengamatan ini dilakukan dengan cara menimbang tajuk tanaman yang telah dikeringkan (oven) selama 2 hari dengan suhu 70°C di akhir pengamatan pada umur 24 MST.
6. Panjang Akar (cm), pengamatan ini dilakukan dengan cara membongkar bibit dan membersihkan akar dari tanah kemudian mengukur panjang akar menggunakan meteran pada akhir pengamatan pada umur 24 MST.
7. Berat segar akar (g), pengamatan ini dilakukan dengan cara membongkar bibit dan memisahkan akar dengan tajuk kemudian menimbang akar dengan menggunakan timbangan pada akhir pengamatan pada umur 24 MST.
8. Berat kering akar (g), pengamatan ini dilakukan dengan cara menimbang akar yang telah dikeringkan (oven) selama 2 hari dengan suhu 70°C di akhir pengamatan pada umur 24 MST.
9. Komponen stomata daun, pengambilan sampel stomata dilakukan dengan menggunakan kuteks bening dan plester bening pada daun ke-5 yang terdapat pada tangkai cabang primer. Pengambilan sampel yang diamati dilakukan pada akhir penelitian. Komponen stomata daun meliputi: kerapatan stomata dan luas bukaan stomata. Kerapatan stomata (stomata/mm²), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang}}$$

Sumber: Nasaruddin, 2022.

Untuk mengukur kerapatan stomata harus menggunakan pembesaran 400 kali dengan diameter bidang pandang 0,52 mm². Sedangkan pengukuran luas bukaan stomata menggunakan pembesaran 1000 kali dengan diameter bidang pandang 0,52 mm² pada akhir penelitian.

$$\text{Luas Bukaan Stomata} = \pi \times r_1 \times r_2$$

Sumber: Nasaruddin, 2022.

Keterangan:

$$\pi = 3,14$$

$$r1 = \frac{\text{Panjang stomata}}{2} \text{ (}\mu\text{m)}$$

$$r2 = \frac{\text{Lebar stomata}}{2} \text{ (}\mu\text{m)}$$

10. Komponen klorofil daun, diamati menggunakan *Cholofil Content Meter* (CCM-200⁺) pada daun ke-5. Parameter ini dilakukan diakhir penelitian. Pengamatan dilakukan terhadap kandungan klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil b ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) dan total klorofil daun ($\mu\text{mol.m}^{-2}$), dengan menggunakan rumus: kandungan klorofil daun = $a + b (\text{CCI})^c$, dimana a, b dan c adalah konstanta dan CCI adalah indeks klorofil daun yang terbaca pada CCM 200⁺ dimana:

Tabel 1. Nilai Konstanta a, b, dan c

Parameter	$y = a + b (\text{CCI})^c$		
	A	b	C
Chl a	-421.35	375.02	0.1863
Chl b	38.23	4.03	0.88
Chl tot	38.23	269.96	0.277

Sumber: *Goncalves, 2008 dalam Nasaruddin, 2022.*

2.6 Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan ditabulasi dalam bentuk tabel sidik ragam (ANOVA) kemudian hasil yang nyata atau sangat nyata diuji lanjut menggunakan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) 95%.