

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapas merupakan salah satu komoditas tanaman perkebunan yang menghasilkan serat yang digunakan sebagai bahan utama industri tekstil. Tekstil berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan sandang manusia seperti pakaian dan lain sebagainya (Sari et al., 2017). Serat halus yang menyelubungi biji tanaman kapas merupakan bahan utama dalam pengolahannya menjadi benang. Serat kapas hingga saat ini peranannya masih lebih besar daripada serat sintesis lainnya (Yamin dan Qadri, 2023). Bahagiawati dan Bermawie (2017) berpendapat bahwa, kebutuhan industri tekstil akan serat kapas akan meningkat seiring peningkatan jumlah penduduk. Namun, kemajuan industri tekstil tidak diikuti dengan peningkatan produksi dan ketersediaan bahan bakunya yaitu kapas. Di Indonesia, pemenuhan kebutuhan bahan baku serat kapas masih bergantung dengan kapas impor dari negara lain.

Perkembangan tanaman kapas di Indonesia mengalami ketidakpastian dalam angka produksinya hal ini dapat dilihat dari data produksi yang disediakan pemerintah. Luas perkebunan tanaman kapas rakyat di Indonesia tercatat sebesar kurang lebih 4.015 ha yang jumlah produksinya mencapai 265 ton di tahun 2020, hasil produksi tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun 2018, produksi kapas mencapai 353 ton pada luas area 5.612 ha (Direktorat Jendral Perkebunan, 2020). Berdasarkan data statistik Indonesia, produktivitas tanaman kapas di provinsi Sulawesi Selatan dari tahun 2019 sampai 2022 mengalami fluktuasi. Pada tahun 2019 produksi kapas yaitu 0,085 ton/Ha, pada tahun 2020 produksi kapas naik menjadi 0,099 ton/Ha, pada tahun 2021 naik menjadi 0,124 ton/Ha, dan pada tahun 2022 turun menjadi 0,102 ton/Ha (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan, 2024). Angka produksi tersebut jauh dari jumlah kebutuhan domestik kapas Indonesia yaitu sebesar 467.000 ton per tahun (Balai Riset dan Monitoring Perkebunan, 2023). Penyebab turunnya angka produksi kapas yang memicu ketergantungan impor kapas ke Indonesia ini dapat disebabkan oleh kurangnya daya saing kapas dengan komoditas lain sehingga kebanyakan tanaman kapas dibudidayakan pada lahan marginal serta teknis budidaya yang tidak tepat yang menyebabkan penurunan produktivitas tanaman kapas (Yamin dan Qadri, 2023).

Lahan marginal merupakan lahan yang memiliki tingkat kualitas yang rendah, lahan marginal dapat dilihat dari ciri tanah dengan penurunan status hara dan aktivitas biologis tanah serta kandungan bahan organik (Ervianti et al., 2024). Penyebab utama lahan marginal ialah penggunaan bahan-bahan kimia secara terus menerus dalam skala yang cukup besar. Tanaman kapas dibudidayakan pada lahan marginal/degradasi yang memiliki faktor pembatas seperti tanah yang tidak baik untuk dilakukan proses budidaya. (Taiyeb et al., 2022). Lahan yang telah mengalami degradasi ini tentunya tidak memiliki kandungan unsur hara yang optimal bagi tanaman serta karakteristik tanah yang keras sehingga menyulitkan proses pertumbuhan tanaman (Widjajanto et al., 2025). Hal ini menjadi faktor rendahnya produksi kapas di Indonesia, maka perlu dilakukan pembenahan tanah dengan menggunakan solusi organik seperti penggunaan mikroba serta pemakaian pupuk yang tepat (Razaq et al., 2018).

Pentingnya perbaikan kondisi lahan marginal untuk menunjang kehidupan tanaman budidaya sangatlah diperlukan. Penggunaan bahan organik menjadi salah satu cara yang banyak dilakukan, seperti penggunaan mikroba (Zendrato dan Lase, 2025). Peranan mikroba dalam tanah tentunya akan membantu meningkatkan nutrisi serta memperbaiki struktur dan kondisi tanah untuk membantu pertumbuhan tanaman, salah satu mikroba yang dapat digunakan adalah *Azotobacter* (Ziliwu dan Lase, 2025). *Azotobacter* merupakan bakteri penambat nitrogen (N) non simbiotik, bakteri hidup bebas di dalam perakaran tanaman (rhizosfer). Pemberian *Azotobacter* pada lahan marginal dapat memperbaiki pH tanah dan bahan organik di dalam tanah sehingga pemberian bakteri ini mampu menjadi solusi pada lahan marginal (Shrestha et al., 2025). Bakteri *Azotobacter* yang diaplikasikan pada tanah dapat mempersubur tanah karena bakteri tersebut akan meningkatkan kualitas tanah apabila semakin banyak jumlahnya di dalam tanah karena terus bekerja memfiksasi nitrogen, dan menaikkan biomassa tanaman pertanian.

Penggunaan *Azotobacter* tidak hanya sebagai sumber hara nitrogen tetapi bakteri ini mampu menghasilkan fitohormon yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman serta penggunaan bakteri ini tidak berbahaya bagi lingkungan karena bersifat organik (Tando, 2019). Selain itu, peranan bakteri *Azotobacter* adalah mampu menambat nitrogen dalam jumlah yang tinggi dan mampu melarutkan P pada trikalsium fosfat tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Putri dan Rahayu, 2019). *Azotobacter* juga memproduksi hormon-hormon seperti giberelin dan auksin. Giberelin berperan dalam merangsang sel pembelahan, pemanjangan, membantu mengatur pertumbuhan batang, pembungaan dan auksin yang berperan pada pertumbuhan akar dan tunas (Irawan et al., 2025). Hasil penelitian (Lempang, 2019) menunjukkan bahwa pemberian *Azotobacter* dengan kepadatan 4×10^4 CFU/mL mampu meningkatkan stomata pada tanaman. Serta pada kepadatan 4×10^8 CFU/mL, *Azotobacter* mampu meningkatkan jumlah daun dan panjang akar sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman

Pemberian mikroba pada tanah tentu belum menggantikan peran pupuk untuk pemenuhan nutrisi tanaman sehingga pemberian pupuk harus dilakukan. Cara yang dapat dilakukan ialah mengaplikasikan pupuk untuk menambah unsur hara kalium agar mampu meningkatkan hasil tanaman. Pupuk KNO_3 yang mengandung kalium ini dapat memperbaiki proses pertumbuhan tanaman pada masa generatif. Kandungan kalium pada KNO_3 dapat menjadi penyeimbang apabila tanaman mengalami kelebihan nitrogen dan mampu meningkatkan proses sintesis dan translokasi karbohidrat (Fitriyah et al., 2024).

Pemberian Pupuk KNO_3 yang mengandung kalium tinggi diaplikasikan kepada tanaman kapas untuk membantu memberikan nutrisi yang memadai agar memperbaiki dan meningkatkan pertumbuhan dan induksi bunga yang akan meningkatkan hasil serat kapas (Zeim et al., 2022). KNO_3 adalah pupuk *Water Soluble* yang mengandung unsur sebagai berikut : 13% Nitrogen dan 46% Potasium (K_2O) serta 2% Cl. Fungsi KNO_3 adalah untuk pertumbuhan bunga dan pemacu pertumbuhan bunga baru. Mekanisme kerja KNO_3 adalah sebagai berikut: KNO_3 bekerja pertama kali melalui *Etylene* (Hormon Bunga). Nitrat yang terkandung dalam KNO_3 akan memperbanyak *Nitrat Reductase Enzyme* (NRA) pada daun setelah 24 jam setelah pemupukan. Penambahan Nitrat pada Amonia inilah yang menjadi dasar kegiatan KNO_3 . Amonia diperlukan untuk metabolisme

nitrogen untuk pembentukan *Amino Acids*, terlebih *Methionine*, hormon pembentuk *Ethylene*, hormon pemacu pertumbuhan bunga (Nurlela dan Anshar, 2021).

Pupuk KNO_3 atau pupuk kalium nitrat merupakan jenis pupuk anorganik dengan unsur hara utama yang terkandung di dalamnya yaitu kalium dan nitrogen. Umumnya, pupuk KNO_3 mengandung kalium sebesar 44% dan nitrogen sebesar 13%. Pupuk KNO_3 dinilai lebih baik saat diaplikasikan pada tanaman dibandingkan dengan pupuk KCl yang biasanya digunakan petani sebagai pupuk kalium, dikarenakan hampir tidak adanya unsur-unsur lain yang terkandung di dalam pupuk KNO_3 yang dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman (Pitaloka dan Usmadi, 2023).

Hasil penelitian Pangaribuan (2017), menunjukkan bahwa dosis pengaplikasian pupuk KNO_3 100-150 kg/Ha memberikan pengaruh signifikan pada tinggi tanaman, indeks luas daun, jumlah tongkol serta jumlah produksi yang lebih tinggi pada tanaman jagung. Hal ini dapat menjadi acuan dalam mengambil takaran dosis untuk meningkatkan produksi tanaman kapas.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian *Azotobacter* dan pupuk KNO_3 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 *Azotobacter*

Azotobacter merupakan bakteri penambat nitrogen (N) non-simbiotik. Bakteri ini menjadi salah satu rizobakteri yang kegunaannya sangat baik untuk tanaman, bukan hanya sebagai sumber hara nitrogen tetapi juga sebagai penghasil fitohormon yang bermanfaat untuk proses pertumbuhan tanaman (Tando, 2019). Kelompok bakteri ini dapat menjadi solusi dalam pemenuhan unsur hara makro nitrogen dalam tanah. Selain itu, *Azotobacter* juga dapat melindungi tanaman dari fitopatogen yang mengganggu proses pertumbuhan tanaman (Suryatmana et al., 2022).

Pemberian bakteri *Azotobacter* pada tanah mampu memperbaiki kondisi tanah agar dapat menunjang keberlangsungan upaya budidaya tanaman. Aplikasi bakteri *Azotobacter* mampu menaikkan stok karbon tanah dan biomassa mikroba secara signifikan, memperbaiki kualitas tanah jangka panjang (Srivastava & Singh, 2021). Aplikasi *Azotobacter* meningkatkan N tanah, C-organik, dan sering juga P, K. Di lahan marginal yang miskin hara dan tertekan stres, *Azotobacter* bekerja sebagai biofertilizer, biostimulan, dan sebagian bioprotektan: menambah N, memperbaiki kualitas fisik-kimia tanah, meningkatkan toleransi stres, dan menaikkan hasil tanaman, sehingga membantu rehabilitasi lahan yang sebelumnya kurang produktif (Hindersah et al., 2020).

Peran mikroba di dalam tanah sangatlah penting karena mampu meningkatkan kesediaan hara, membantu pertumbuhan biji serta aktivitas metabolik dan juga dengan penambahan bahan organik ini dapat memberikan keuntungan bagi kelangsungan hidup tanaman karena mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh untuk tanaman (Plapito et al., 2021). Aplikasi mikroorganisme mampu menggantikan kekurangan unsur hara yang dibutuhkan tanaman serta dapat mengurangi efek keracunan bagi tanaman karena dosis yang tinggi. Keberadaan *Azotobacter* dalam tanah dapat membantu proses pemenuhan

pasokan nitrogen dengan mengeskpreskan hormon tumbuh saat fase vegetatif sehingga menghasilkan fotosintat untuk keperluan fase generatif (Afrilandha dan Setiawati, 2019).

Pemberian *Azotobacter* 10^4 CFU memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman jagung yang meliputi parameter vegetatif seperti tinggi dan jumlah daun tanaman (Rachmadhani et al., 2018). Pengaplikasian *Azotobacter* berkisar 20-50 ml pada area perakaran tanaman yang menghasilkan pengaruh terbaik dalam pertumbuhan tanaman teh serta produksi pertanaman. Hal ini disebabkan oleh jumlah yang diberi ke tanaman mampu memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman (Dewi dan Wulandari, 2023).

1.2.2 Pupuk KNO_3

Unsur kalium (K) adalah salah satu unsur hara makro bagi tanaman dalam proses metabolisme, mulai dari fotosintesis, translokasi asimilat hingga pembuatan pati, protein dan aktivator enzim (Wirayuda et al., 2023). Pupuk KNO_3 merupakan pupuk sumber hara kalium (K), kandungan unsur hara pada pupuk ini berperan dalam mengatur pembukaan dan penutupan stomata. Pupuk ini juga dapat menekan proses penguapan sehingga dapat meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan mampu menjadi nutrisi yang meningkatkan daya tahan tanaman terhadap gangguan penyakit (Wijayanto dan Sucahyo, 2019).

Pupuk KNO_3 adalah perpaduan unsur nitrogen (N) berbentuk nitrat (NO_3) dan kalium (K_2O), dengan kandungan K_2O sekitar 45–46% serta nitrogen sebesar 13%. Unsur N dan K berperan penting selama fase vegetatif untuk mendukung pertumbuhan serta pembentukan batang, cabang, dan daun. Selain itu, kalium juga mampu menyeimbangkan kelebihan nitrogen dalam tanaman. Jika tanah kekurangan unsur K pada masa pertumbuhan, hasil produksi tanaman dapat menurun secara signifikan (Pangestu et al., 2023). Unsur kalium juga berperan krusial pada fase generatif kapas. Unsur ini membantu transportasi fotosintat (gula) dari daun ke buah, meningkatkan ukuran bol kapas, kualitas serat, dan ketahanan terhadap stres seperti kekeringan atau penyakit. KNO_3 memberikan kalium dalam bentuk nitrat, yang cepat diserap akar, sehingga mempercepat pembentukan buah (Amarjeet et al., 2018). Penggunaan pupuk ini tentunya dapat menjadi solusi perbaikan nutrisi pada tanaman, namun penggunaan pupuk KNO_3 ini harus dengan hati-hati agar tidak dilakukan secara berlebihan agar tidak merusak lingkungan sekitarnya (Shinta & Nur, 2022).

Pemberian pupuk KNO_3 4% dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif yaitu dalam pertumbuhan tinggi tanaman, sedangkan pada fase generatif pupuk KNO_3 dapat membantu proses pembungaan tanaman (Utoyo et al., 2022). Defisiensi unsur kalium dapat menyebabkan turunnya jumlah daun dan ukuran daun yang akan berdampak pada produksi tanaman. Selain itu, kalium juga sangat baik dalam mengikat nitrogen apabila terjadi kelebihan nitrogen pada tanaman. Apabila persediaan kalium terbatas pada tanah maka dapat menyebabkan penurunan secara signifikan dalam hasil produksi tanaman (Suratmi et al., 2022).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh interaksi antara *Azotobacter* dan pupuk KNO_3 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan informasi mengenai pengaruh interaksi antara *Azotobacter* dan pupuk KNO_3 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas dan menjadi acuan pembandingan untuk penelitian yang lebih lanjut untuk meningkatkan sektor pertanian pada tanaman kapas.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara pemberian jumlah koloni *Azotobacter* dan dosis pupuk KNO_3 tertentu yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas.
2. Terdapat pemberian jumlah koloni *Azotobacter* tertentu yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas.
3. Terdapat dosis pupuk KNO_3 tertentu yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kapas.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan (*Experimental Farm*), Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Mei hingga September 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari penggaris, meteran, sabit, cangkul, papan perlakuan, patok, timbangan digital, jangka sorong digital, *Content Chlorophyll Meter* (CCM 200+), mikroskop, kamera, ember, oven, gelas ukur dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu terdiri benih kapas varietas kanesia 19, pupuk kandang, tali rapih, tray semai, pupuk KNO₃ merah, tanah, dan *Azotobacter*.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun dalam bentuk percobaan Rancangan Petak Terpisah (RPT) dengan dua faktor yang terdiri atas:

Petak utama yaitu perlakuan *Azotobacter* sp. (a) yang terdiri dari atas 3 taraf yaitu:

a0 : 0 CFU (*Colony Form Unit*)/mL

a1 : 4×10^4 CFU (*Colony Form Unit*)/mL

a2 : 4×10^8 CFU (*Colony Form Unit*)/mL

Anak petak yaitu perlakuan pupuk KNO₃ (k) yang terdiri atas 4 taraf yaitu:

k0 : 0 g (Kontrol)

k1 : 2,27 g/L

k2 : 4,5 g/L

k3 : 6,8 g/L

Sehingga diperoleh 12 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali dan setiap kombinasi memiliki 3 unit, sehingga terdapat 108 unit percobaan.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Adapun hal-hal yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Lahan yang akan digunakan seluas 18 x 10 m dibersihkan gulma-gulma dengan menggunakan sabit serta membuat batas menggunakan tali rapih agar dapat memudahkan pembuatan bedengan.
2. Membuat bedengan dengan ukuran 2 x 1 m menggunakan cangkul.
3. Memasang papan perlakuan sesuai dengan denah pengacakan yang telah dibuat.
4. Penanaman, benih kapas ditanam dipersemaian selama 14 hari dengan media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1.
5. Pindah tanam dari tray semai ke bedengan, dilaksanakan setelah semai berusia 14 HSS (Hari Setelah Semai), dipindahkan ke bedengan dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm.

6. Pengaplikasian *Azotobacter*, *Azotobacter* diaplikasikan dua kali yaitu pada 28 HST dan 42 HST di area perakaran tanaman sebanyak 50 ml per tanaman, pengaplikasian dilakukan menggunakan gelas ukur (Gambar Lampiran 2 (a)).
7. Pengaplikasian Pupuk KNO_3 , Pengaplikasian pupuk KNO_3 dilakukan dengan cara dilarutkan dan diberikan pada tanaman yang dilakukan sebanyak 2 kali, pemupukan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 35 HST dan pemupukan kedua dilakukan pada saat tanaman berumur 49 HST (Gambar Lampiran 2 (b)). Pupuk KNO_3 diaplikasikan pada tanaman kapas disesuaikan dengan taraf perlakuan yang telah dilakukan.
8. Pemeliharaan, Pemeliharaan pada tanaman kapas dengan melakukan penyiraman, penyiangan, penjarangan, penyulaman dan pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan setiap dua hari sekali. Penyiangan dilakukan jika terdapat gulma yang tumbuh disekitar tanaman kapas dengan mencabut gulma tersebut. Penjarangan dianjurkan pada saat tanaman berumur 14 HSPT dilakukan dengan cara mencabut tanaman yang pertumbuhannya kurang baik dan meninggalkan satu tanaman yang sehat. Penyulaman untuk mengganti tanaman yang rusak, mati, atau tidak tumbuh. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara manual dengan membuang tanaman yang terserang dan membuang hama yang berada pada pertanaman.
9. Pemanenan, Pemanenan dilakukan saat hari cerah guna mendapatkan hasil dengan kualitas yang baik (Gambar Lampiran 2 (d)). Kapas dikatakan siap panen apabila serat atau kapas telah muncul dari buah yang retak. Buah kapas yang dapat dipanen memiliki kulit buah berwarna cokelat tua dan rapuh, buah telah membuka sekurang-kurangnya 25%, kelopak tambahan telah mengering. Pemanenan buah kapas dilakukan secara manual menggunakan tangan. Buah kapas yang sudah terbuka seratnya dapat langsung dipetik dengan tangan lalu ditimbang agar mendapatkan bobot buah pertanaman. Bagian yang dipetik hanya seratnya saja, tidak termasuk kulit buah.

2.5 Pengamatan dan Pengukuran

1. Tinggi Tanaman (cm), Pengukuran tinggi tanaman dilakukan mulai dari pangkal batang bawah di atas tanah sampai pangkal batang atas menggunakan penggaris/meteran dan diamati pada umur 28 HST, 42 HST, 56 HST dan 70 HST.
2. Diameter batang (cm), diukur pada bagian bawah batang utama $\pm 3-5$ cm di atas permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong digital dan diamati setiap 1 bulan setelah tanam.
3. Jumlah Cabang Produktif, Jumlah cabang produktif dilakukan dengan cara menghitung semua jumlah cabang yang memiliki kuncup bunga atau bunga yang telah mekar dan diamati sebelum panen.
4. Umur Berbunga (HST), Umur berbunga dihitung saat 50% dari jumlah tanaman sudah mulai memiliki kuncup bunga.
5. Berat Boll (g), Pengamatan dilakukan dengan cara memetik serat kapas dari buah kapas, setiap boll yang terbentuk pada setiap tanaman sampel ditimbang menggunakan timbangan analitik digital setelah panen, kemudian di rata-ratakan

dalam satu unit tanaman. Jumlah sampel percobaan terdiri dari 72 sampel percobaan

6. Produksi Pertanaman (g), Perhitungan dilakukan dengan cara menimbang buah kapas menggunakan timbangan analitik digital keseluruhan buah kapas yang terbentuk dalam satu unit tanaman kemudian dirata-ratakan. Jumlah sampel percobaan terdiri dari 72 sampel percobaan
7. Panjang akar (cm), dihitung dengan cara mengukur panjang akar primer menggunakan penggaris dan dilakukan saat pencabutan tanaman.
8. Volume Akar (mL), Volume akar dihitung dengan menuangkan 10 mL air ke dalam gelas ukur sebagai volume awal. Selanjutnya, akar yang telah dicuci dimasukkan ke dalam gelas ukur tersebut dan mencatat pertambahan volume air yang ada di gelas ukur sebagai volume akhir. Pengamatan dilakukan saat setelah pemanenan. Volume akar dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$\text{Volume Total} = \text{Volume Akhir} - \text{Volume Awal}$$

9. Komponen Stomata Daun, Pengamatan meliputi kerapatan stomata daun dan luas bukaan stomata daun. Untuk pengamatan kerapatan stomata daun, dilakukan pada daun muda dengan menggunakan kuteks yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Untuk mengukur kerapatan stomata harus menggunakan perbesaran 40 kali dengan diameter bidang pandang 0,52 mm² pada akhir penelitian.

Pengamatan luas bukaan stomata dilakukan pada daun muda dengan menggunakan kuteks yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas Bukaan Stomata} = \pi \times \frac{1}{2} p \times \frac{1}{2} l$$

Untuk mengukur luas bukaan stomata harus menggunakan perbesaran 100 kali dengan diameter bidang pandang 0,52 mm² pada akhir penelitian.

10. Kadar Klorofil Daun, Klorofil daun diamati menggunakan *Content Chlorophyll Meter* (CCM 200+) pada daun dewasa. Pengamatan dilakukan terhadap kandungan klorofil a (µmol.m⁻²), klorofil b (µmol.m⁻²) dan klorofil total daun (µmol.m⁻²), dengan menggunakan rumus : Kandungan klorofil daun = a + b (CCI)^c, dimana a, b dan c adalah konstanta dan CCI adalah indeks klorofil daun yang terbaca pada CCM 200+.

Tabel 1. Nilai konstanta klorofil a, b dan c

Parameter	y = a + b (CCI) ^c		
	A	B	C
Chl a	- 421,35	375,02	0,1863
Chl b	38,23	4,03	0,88
Chl tot	- 283,2	269,96	0,277

Sumber: GonÇalves, 2008 dalam Nasaruddin, 2022

Pengamatan dilakukan terhadap kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil daun, dengan menggunakan rumus : Kandungan klorofil daun = a + b(CCI)^c, dimana a,b, dan c adalah konstanta dan CCI adalah data indeks klorofil daun yang terbaca pada CCM 200+ dengan nilai konstanta dapat dilihat pada tabel diatas.

11. LMA (*Leaf Mass Area*), Dilakukan dengan mengambil sampel daun. Sampel daun yang diambil adalah daun ke 3, 5, dan 7 dari pucuk. Daun yang telah diambil diukur luasnya menggunakan aplikasi Petiole Pro kemudian di oven selama 24 jam pada suhu 110°C lalu ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik digital. Pengambilan sampel dilakukan pada akhir penelitian.

Dihitung dengan rumus :

$$LMA = \frac{\text{Berat kering daun}}{\text{Luas Daun}}$$

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan analisis sidik ragam ANOVA. Apabila berpengaruh nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kepercayaan 95% (α 0,05).

2.6.1 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dihitung menggunakan persamaan analisis korelasi bivariat (Pearson) produk moment dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{\sqrt{\Sigma xy} - (\Sigma x \times \Sigma y)}{\sqrt{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} \times \sqrt{n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2}}$$

Keterangan:

- r_{xy} : Hubungan variabel x dengan variabel y y : Nilai variabel y
x : Nilai variabel x