

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional karena dapat membuka lapangan pekerjaan, sebagai sumber pendapatan dan devisa negara (Rahmawati dan Edy, 2020). Kakao saat ini menjadi sumber devisa non-migas terbesar ketiga setelah karet dan kelapa sawit. Luas areal perkebunan kakao di Indonesia cenderung menurun selama empat tahun terakhir, namun demikian, kakao merupakan komoditas perkebunan utama di beberapa daerah di Indonesia, termasuk di pulau Sulawesi. Masalah utama perkebunan kakao saat ini adalah produktivitas tanaman kakao yang masih rendah (Baja et al., 2021).

Produksi biji kakao di Indonesia dalam lima tahun terakhir terus mengalami penurunan seiring dengan penurunan luas areal perkebunan kakao. Tahun 2018, produksi biji kakao mencapai 767.280 ton dan terus mengalami penurunan, tahun 2022 yang produksi biji kakao hanya mencapai sekitar 650.612 ton (Direktorat Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan, 2023). Berdasarkan data Statistik Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan, 2024, produktivitas kakao tahun 2018 hingga 2023 terus mengalami penurunan dari 729 kg ha⁻¹ menjadi 710 kg ha⁻¹. Salah satu faktor penyebab menurunnya produksi pada tanaman kakao adalah penurunan kualitas ekologi dan kesuburan tanah, tanaman yang mulai menua, dan penerapan teknik budidaya yang masih sederhana (Nasaruddin dan Ridwan, 2018).

Kurangnya pemeliharaan yang intensif, dan rentannya tanaman terhadap serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) juga menjadi permasalahan tanaman kakao yang menyebabkan produktivitas menurun secara signifikan. OPT seperti hama dan penyakit menjadi salah satu faktor pembatas utama dalam peningkatan produksi kakao, dengan kerugian global akibat serangan OPT diperkirakan mencapai 30-40% dari produksi kakao dunia. Gangguan hama dapat menyebabkan cacat fisik pada buah, penurunan kualitas, hingga kematian tanaman (Lea, et al., 2024). Beberapa hama utama yang menyerang tanaman kakao adalah penggerek buah kakao (*Connomorpha cramerella*) dan kepik pengisap buah (*Helopeltis* spp.). Setiap tahun kerugian yang ditimbulkan bisa mencapai jutaan rupiah setiap hektar tanaman. Penyebab serangan hama yang sering di jumpai pada tanaman kakao adalah jenis serangga (Keytumu, et al., 2023).

Produktivitas tanaman kakao dapat dipengaruhi oleh kesuburan tanah. Kesuburan tanah adalah kemampuan tanah dalam menyuplai hara-hara esensial untuk pertumbuhan tanaman tanpa adanya unsur pada konsentrasi toksik (Foth dan Ellis, 1988 dalam Arsana, et al., 2019). Tanah yang subur dapat memiliki keadaan tata air, udara, dan unsur hara yang seimbang dan dalam bentuk tersedia sesuai yang dibutuhkan oleh tanaman. Interaksi antara sifat fisik, kimia, dan biologi tanah akan menentukan kesuburan tanah yang menjadi habitat perakaran tanaman (Arsana, et al., 2019).

Permasalahan berkurangnya nilai kualitas dan kesuburan tanah ini dapat diatasi dengan perbaikan kesuburan dengan penambahan mikroorganisme yang dapat

membantu dekomposisi bahan organik pada tanah agar lebih optimal. Pemberian pupuk merupakan cara yang biasa dilakukan oleh petani untuk menjaga kesuburan tanah melalui penambahan unsur hara dan menjaga keasaman tanah (Sinaga. et al., 2023).

Pemupukan merupakan salah satu input penting yang diberikan pada tanaman agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Berdasarkan senyawa kimianya, pupuk dibagi menjadi dua, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik bermanfaat sebagai penambah unsur hara dan bahan organik tanah. Bahan organik adalah bahan baku utama untuk kehidupan tanah (Hoffland. et al., 2020). Bahan organik merangsang pertumbuhan mikroba tanah, mengubah struktur mikroba tanah dan meningkatkan aktivitas enzim (Sinaga. et al., 2023). Selain itu, pupuk organik juga dapat memperbaiki fisik, kimia, dan biologi tanah (Brito-Vega. et al., 2018)

Penggunaan pupuk hayati juga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Bolly dan Wahyuni, 2021). Pupuk hayati berperan dalam meningkatkan unsur hara N melalui fiksasi N pada tanah, pelarutan P dan kalium atau mineralisasi, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, serta produksi antibiotik dan biodegradasi bahan organik (Kartikawati, et al., 2017). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Gandhi, et al., (2021), bahwa kompos atau pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk hayati memberikan hasil tertinggi pada jumlah buah yang dipanen dan berat rata-rata per buah kakao. Hal ini dapat terjadi karena kompos dan pupuk hayati mengandung banyak mikroorganisme yang akan menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat merangsang dan mengembangkan akar tanaman sehingga area pencarian unsur hara semakin luas, penambahan unsur hara lebih banyak sebagai nutrisi yang dapat ditranslokasikan ke bagian-bagian tanaman, termasuk buah yang dihasilkan. Penambahan mikroorganisme dapat dilakukan bersama dengan penambahan kompos pada tanah. Penggunaan kompos penting untuk pertanian karena dapat ditambahkan ke dalam tanah atau media untuk memasok nutrisi pada tanaman (DOUNGOU, et al., 2018).

Salah satu pupuk hayati alami adalah mikoriza, mampu menyediakan nutrisi yang cukup bagi tanaman serta memberi perlindungan terhadap patogen sebagai ganti produk fotosintesis tanaman. Fungi mikoriza arbuskula (FMA) dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen terutama di tanah masam yang kekurangan unsur hara dan sebagai pengganti pupuk kimia dan input pertanian lainnya (Aggangan, et al., 2019).

Mikoriza adalah salah satu kelompok fungi yang hidup di dalam tanah yang mempunyai struktur hifa sebagai tempat kontak dan transfer hara mineral antara fungi dan tanaman inangnya pada jaringan korteks akar. FMA dapat bersimbiosis dengan sebagian besar famili tanaman, seperti tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan dan tanaman pakan (Bolly dan Wahyuni, 2021). Kakao diketahui dapat bersimbiosis dengan FMA yang memegang peran penting dalam menyerap hara P. Mikoriza juga mampu menyerap air relatif lebih banyak akibat dari penyebaran hifa di dalam tanah yang sangat luas (Erdayana, et al., 2021).

FMA membentuk hubungan simbiosis mutualisme dengan sekitar 80% tanaman melalui kolonisasi akar. Secara umum, simbiosis FMA membantu tanaman mencapai tingkat pertumbuhan optimalnya karena aktivitas akuisisi hara yang menguntungkan yang dilakukan oleh FMA (Aggangan, et al., 2019). Penggunaan FMA menjanjikan untuk

pertanian yang ramah lingkungan, yang dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida namun tetap meningkatkan hasil panen berbagai tanaman (Kim, et al., 2017).

Mikroba actinomycetes juga termasuk kelompok mikroorganisme tanah yang penting dalam fiksasi nitrogen dan proses dekomposisi bahan-bahan organik. Actinomycetes ini terdapat pada daerah rizosfer tanaman pertanian yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan melarutkan hara fosfat. Actinomycetes dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan mengeluarkan hormon pertumbuhan tanaman, senyawa pemacu pertumbuhan atau meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme yang menguntungkan (Hozzein, et al., 2019). Penggele (2021) pada hasil penelitiannya mengemukakan bahwa perlakuan konsentrasi mikroba *Azotobacter* dan Actinomycetes yang diberikan pada tanaman kakao dapat meningkatkan jumlah pentil yang terbentuk tertinggi, mengurangi jumlah pentil yang gugur dan meningkatkan jumlah buah yang bertahan.

Penggunaan agensia hayati seperti actinomycetes merupakan salah satu solusi untuk mengurangi bahaya penggunaan fungisida yang secara intensif dilakukan oleh masyarakat atau petani, prinsip penggunaan agensia hayati adalah tidak merusak dan ramah lingkungan (Yanti, et al., 2022). Actinomycetes merupakan bakteri yang dominan di dalam tanah, memiliki kemampuan untuk berkembang biak dengan cepat, dan memiliki peran penting dalam melindungi tanaman dari serangan patogen. Actinomycetes sebagian besar mampu memproduksi hormon pertumbuhan tanaman (Fatmawati, et al., 2019).

Penggunaan pupuk kompos dan pupuk hayati didasari dari beberapa penelitian sebelumnya. Mudi, et. al. (2023) pada penelitiannya menggunakan dosis mikoriza mulai dari 0 gram, 25 gram, dan 50 gram yang diberikan pada perkecambahan benih kakao. Hasil akhir yang didapatkan yaitu perlakuan dosis 50 gram mikoriza memberikan hasil yang terbaik terhadap potensi tumbuh, kecepatan tumbuh dan panjang akar. Bolly dan Wahyuni (2021), pada penelitiannya terhadap pertumbuhan bibit kakao sambung pucuk menggunakan mikoriza dengan dosis 0 g/polybag, 10 g/polybag, 20 g/polybag, 30 g/polybag, 40 g/polybag 50 g/polybag. Hasil terbaik terdapat pada dosis 50 g/polybag terhadap tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Jannatu (2022) menggunakan kombinasi actinomycetes dan mikoriza pada tanaman bibit kakao. Dosis yang digunakan yaitu tanpa pemberian actinomycetes (kontrol), 10^5 CFU/ml, 10^6 CFU/ml, dan 10^7 CFU/ml. Dosis mikoriza yang digunakan yaitu tanpa pemberian mikoriza (kontrol), 10 gr mikoriza, 15 gr mikoriza, 20 gr mikoriza pada bibit tanaman kakao. Hasil terbaik terlihat pada perlakuan actinomycetes 10^5 CFU/ml dan 20 gr mikoriza pada panjang akar tertinggi pemberian actinomycetes memberikan hasil terbaik pada volume akar, diameter batang dengan memberikan 10^6 CFU/ml actinomycetes dan 20 gr mikoriza.

Produksi kakao di Indonesia terus menurun disebabkan karena menurunnya kualitas kesuburan tanah serta penerapan teknis budidaya tanaman kakao yang belum optimal, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan kualitas kesuburan tanah dan penerapan teknis budidaya yang tepat, guna untuk menunjang pertumbuhan dan produksi kakao secara berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan kajian lebih lanjut mengenai aplikasi pemupukan dan pupuk hayati terhadap perbaikan kesuburan tanah dan produktivitas kakao (*Theobroma cacao* L.).

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari dan menganalisis pengaruh kompos dan pupuk hayati terhadap perbaikan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman kakao. Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan informasi tambahan dalam melakukan teknik budidaya tanaman kakao serta upaya dalam perbaikan kesuburan dan kualitas tanah pada pertanaman kakao.

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat interaksi antara kompos dengan pupuk hayati terhadap perbaikan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman kakao.
2. Terdapat salah satu dosis kompos terbaik terhadap perbaikan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman kakao.
3. Terdapat salah satu pupuk hayati terbaik terhadap perbaikan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman kakao.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kebun rakyat Kelurahan Sompe, Kecamatan Sabbangparu, Kabupaten Wajo, Provinsi Sulawesi Selatan, dilaksanakan pada Januari hingga Juni 2024.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: cangkul, gunting pangkas, timbangan 15 kg, timbangan digital, penggaris, bor tanah, karung, mikroskop, kaca preparat, CCM-200 plus, alat tulis menulis dan laptop.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet gelang, kantong plastik, kuteks bening, selotip bening, label, tanaman kakao MCC 02 hasil sambung pucuk yang telah berumur 3,5 tahun, kompos, pupuk hayati FMA (*Acaulospora* sp.) dan actinomycetes 10^8 CFU mL⁻¹.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan di lapangan yang disusun berdasarkan pola Rancangan Petak Terpisah (RPT). Petak utama adalah dosis kompos (K) terdiri dari 4 taraf, yaitu :

k0 = Pemberian 0,0 kg kompos tanaman⁻¹

k1 = Pemberian 2.5 kg kompos tanaman⁻¹

k2 = Pemberian 5,0 kg kompos tanaman⁻¹

k3 = Pemberian 7.5 kg kompos tanaman⁻¹

Anak petak adalah pupuk hayati (H) terdiri dari :

h0 = Tanpa pupuk hayati

h1 = FMA 50 gram tanaman⁻¹

h2 = Actinomycetes 50 mL 10^8 CFU mL⁻¹ tanaman⁻¹

h3 = FMA 25 gram tanaman⁻¹ + Actinomycetes 25 mL 10^8 CFU mL⁻¹ tanaman⁻¹

Berdasarkan kedua faktor tersebut terdapat 16 kombinasi perlakuan (Gambar Lampiran 1) sebagai berikut :

k0h0	k1h0	k2h0	k3h0
k0h1	k1h1	k2h1	k3h1
k0h2	k1h2	k2h2	k3h2
k0h3	k1h3	k2h3	k3h3

Setiap satuan percobaan terdiri dari 2 tanaman kakao MCC 02 hasil sambung pucuk yang telah berumur 3,5 tahun yang diulang sebanyak 3 kali sehingga digunakan sebanyak 96 tanaman.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah untuk dianalisis sifat kimianya yang dilakukan sebelum dan setelah perlakuan. Sampel tanah diambil pada setiap perlakuan dengan kedalaman tanah sekitar 10 - 30 cm, kemudian dicampur menjadi sampel komposit. Sampel tanah yang diperoleh dianalisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

2. Pengaplikasian Kompos.

Kompos yang diaplikasikan dalam penelitian adalah kompos kotoran ayam yang telah matang yaitu memiliki warna hitam kecoklatan, bertekstur, gembur dan beraroma seperti tanah. Adapun tahapan dalam aplikasi pupuk kompos adalah sebagai berikut;

- a. Sebelum pengaplikasian kompos, terlebih dahulu dilakukan penyiangan disekitar tanaman, sanitasi buah dan pembersihan daun yang berada disekitar tanaman kakao.
- b. Pupuk kompos diaplikasikan pada tanaman kakao disesuaikan dengan taraf perlakuan yang telah ditentukan. Kompos diaplikasikan dengan membentuk larikan sesuai lebar tajuk tanaman.
- c. Kompos yang telah diaplikasikan pada tanaman ditutup dengan tanah disekitar tanaman kakao.

3. Pengaplikasian Pupuk Hayati

Pengaplikasian FMA dan actinomycetes dilakukan satu kali selama penelitian, sehari setelah dilakukan pemberian kompos dan disesuaikan dengan taraf perlakuan, dengan cara menyebarkan secara larikan FMA dan menyiramkan actinomycetes yang telah dilarutkan dalam air di larikan tanaman kakao.

4. Pengaplikasiaan Pupuk Dasar

Aplikasi pupuk dasar berupa pupuk NPK Mutiara 16:16:16 sebesar 888,88 kg ha^{-1} yang dilakukan sekali pada awal penelitian dengan membuat larikan di sekitar piringan tanaman kakao dengan jarak 1 - 1,5 m dari batang tanaman kakao. Pupuk NPK yang telah diaplikasikan pada tanaman kemudian ditimbun dengan serasah-serasah yang berada di sekitar pertanaman.

5. Pemeliharaan

Melaksanakan pemeliharaan dengan melakukan penyiraman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan jika tidak terjadi hujan. Penyiangan dilakukan jika terdapat gulma yang tumbuh disekitar tanaman kakao dengan mencabut gulma dan sanitasi buah kakao yang busuk dan tunas atau wiwilan yang tumbuh disekitar batang primer kakao setelah dilakukan pengomposan.

6. Panen

Pemanenan kakao dilakukan secara bertahap dilakukan dengan memotong tangkai buah menggunakan gunting pangkas atau sabit. Pemotongan dilakukan sedekat mungkin dengan tangkai buah, sekitar 1 - 1,5 cm karena pada tangkai buah ini nantinya akan tumbuh bunga baru. Ciri buah yang siap panen adalah ketika buah muda berwarna merah menjadi buah matang berwarna jingga tua dan tangkai buah mulai mengering.

2.5 Parameter Penelitian

1. Parameter kesuburan tanah dan metode yang digunakan dalam analisis contoh tanah di laboratorium

Tabel 1. Parameter Kesuburan Tanah

Parameter	Metode
pH tanah	Potensiometer (H ₂ O)
N-total (%)	Destilasi Makro Kjeldahl
P-tersedia (ppm)	Olsen
K-tertukar (cmol kg ⁻¹)	Ekstraksi NH ₄ OAc 1 N pH 7
C-organik (%)	Walkley and black

2. Analisis jaringan tanaman

Dilakukan dengan mengambil sampel daun pada masing-masing tanaman yang berada pada urutan ketiga dari atas pada satu ranting yang terletak diujung. Analisis jaringan P dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.

3. Parameter karakter fisiologi daun

- a. Jumlah rata-rata klorofil a, klorofil b, total klorofil ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)

Pengamatan komponen klorofil daun diamati menggunakan Content Chlorofil Meter (CCM 200+) pada daun ke-5 dan daun ke-7 dari pucuk, dilakukan pada bulan ke-4 setelah perlakuan. Pengamatan dilakukan terhadap kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil daun menggunakan hasil indeks klorofil daun (CCI) yang terbaca pada CCM 200+ yang dimasukkan kedalam persamaan sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Rumus Klorofil Daun

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 c	-283.2	269.96	0.277

Sumber : (Goncalves, et al., 2008).

b. Stomata daun

Rata-rata kerapatan stomata (stomata mm⁻²)

Pengamatan kerapatan stomata daun dilakukan dengan cara mengambil sampel stomata pada bagian bawah daun menggunakan metode aplikasi kuteks cellulose acetate, kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali dengan diameter bidang pandang 0.52 mm², dan hitung dengan persamaan (Nasaruddin, 2018):

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

Pengukuran luas bidang pandang menggunakan persamaan (Nasaruddin, 2018):

$$\text{Luas bidang pandang} = \pi r^2$$

Rata-rata luas bukaan stomata (mm²)

Menggunakan luas bukaan stomata menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dengan diameter bidang pandang 0,52 mm², dan dihitung dengan persamaan (Nasaruddin, 2018):

$$\text{Luas Bukaan Stomata} = \pi \times r1 \times r2$$

Ket : LBS = Luas bukaan stomata

r1 = Jari-jari panjang bukaan stomata

r2 = Jari-jari lebar bukaan stomata

4. Parameter pertumbuhan tanaman

a. Jumlah dompol bunga yang terbentuk, pengamatan dimulai pada saat usia 2 hingga 20 minggu setelah dilakukan perlakuan dengan rentang waktu 2 pekan sekali.

b. Persentase dompol gugur (%), diamati dengan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase bunga gugur} = \frac{\text{jumlah bunga gugur}}{\text{jumlah bunga terbentuk}} \times 100\%$$

c. Jumlah pentil kakao terbentuk (buah), dihitung seluruh pentil kakao yang terbentuk pada wilayah pengamatan mulai dari umur 2 hingga 20 minggu setelah perlakuan pertama (MSPP) dengan interval 2 minggu sekali.

d. Persentase pentil kakao gugur (%), dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase pentil kakao gugur} = \frac{\text{jumlah pentil gugur}}{\text{jumlah pentil terbentuk}} \times 100\%$$

5. Parameter produksi pada tanaman kakao setelah perlakuan

a. Rata-rata jumlah buah panen (buah), ditentukan pada akhir penelitian dengan menghitung semua buah yang matang, mulai dari umur 19 hingga 24 minggu setelah perlakuan. Pemanenan buah matang dilakukan bertahap, kematangan buah kakao tidak terjadi pada waktu bersamaan, sehingga pemanenan dilakukan setiap saat ketika buah sudah matang. Ciri buah yang siap panen adalah ketika

buah mentah berwarna merah menjadi buah matang berwarna jingga tua dan tangkai buah mulai mengering.

- b. Rata-rata jumlah biji buah⁻¹ (biji), diamati pada akhir penelitian.
- c. Rata-rata bobot 100 biji kering (gram), diamati pada akhir penelitian setelah dilakukan pengeringan biji kakao hingga kadar air mencapai 8%.
- d. Rata-rata produksi biji pohon⁻¹ (gram), diamati pada akhir penelitian dengan menggunakan rumus:

Produksi per pohon = *Jumlah buah x jumlah biji per buah x berat per biji*

- e. Rata-rata produksi biji hektar⁻¹ (kg ha⁻¹), diamati pada akhir penelitian dengan menggunakan rumus:

Produksi per hektar = *Produksi per pohon x populasi tanaman 1 ha.*

2.6 Analisis Data

Data hasil pengamatan ditabulasi ke dalam bentuk tabel kemudian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA), jika perlakuan berpengaruh nyata/sangat nyata maka dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0,05.