



**Pengaruh Pemberian Tepung Tulang dan Fungi Mikoriza
Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao
(*Theobroma cacao* L.)**

Skripsi

Oleh :
Denis Ariawan
171510501207

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2023**



**Pengaruh Pemberian Tepung Tulang dan Fungi Mikoriza
Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao
(*Theobroma cacao* L.)**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana pada Program Studi Agroteknologi (S1)
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :
Denis Ariawan
NIM 171510501207

Dosen Pembimbing:
Ir. Gatot Subroto, M.P.

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2023

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan kesempatan dalam menyelesaikan skripsi saya dengan segala kekurangannya. Segala puji syukur kuucapkan kepada-Mu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti di sekeliling saya yang selalu memberi semangat dan doa, sehingga skripsi saya dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua tercinta, Ibunda Asriana Situmorang dan Ayahanda Irwan Harun yang selalu menyayangi dan mendukung setiap langkah yang telah kutempuh selama ini dengan doa yang tak pernah putus dipanjatkan kepadaku;
2. Bapak Ir. Gatot Subroto, M.P. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah sabar membantu dan membimbing saya di dalam pengerjaan tugas akhir saya;
3. Saudara kandung saya Ira Ariawan yang selalu mendukung, membantu dan mendoakan saya;
4. Segenap dosen, pegawai, dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Jember, khususnya pada Program Studi Agroteknologi yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta fasilitas selama saya menempuh pendidikan S1;
5. Rekan-rekan akademis yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir saya;
6. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember

MOTTO

“Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar”
(QS. Al-Baqarah : 153)

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan dengan kesanggupannya”
(QS. Al-Baqarah : 286)

“Wahai orang-orang yang beriman! Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung”
(QS. Ali-Imran : 200)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(QS. Al-Insyirah : 5-6)

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Denis Ariawan

NIM : 171510501207

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Tepung Tulang dan Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Januari 2023

Yang menyatakan

Denis Ariawan.
NIM. 171510501207

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG TULANG DAN FUNGI MIKORIZA
ARBUSKULA TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO
(*Theobroma cacao L.*)**

Oleh:
Denis Ariawan.
NIM. 171510501207

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi : Ir. Gatot Subroto, M.P.
NIP. 19630114 198902 1001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Pemberian Tepung Tulang dan Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)**” karya

Denis Ariawan telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 30 Januari 2023

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi

Ir. Gatot Subroto, Mp.
NIP. 19630114198021001

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Ir. Kacung Hariyono, Ms., Ph.D.
NIP. 196408141995121001

Nilasari Dewi, S.Hut., M.Si.
NIP. 199401292019032025

**Mengesahkan
Dekan**

Prof. Dr. Ir. Soetriono, MP.
NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

“Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Dan Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao L.*)” Denis Ariawan, 171510501207; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang ada di dunia. Kakao menjadi tanaman yang banyak dibudidayakan oleh para petani, karena hasil dari produksi kakao dapat diolah menjadi produk yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat di seluruh dunia. Penyebab terjadinya penurunan produksi tanaman kakao adalah tanaman kakao yang sudah tua, konversi kebun kakao, hama, pupuk dan fokus pemerintah kepada tanaman pangan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman kakao yaitu dengan cara melakukan peremajaan tanaman kakao yang sudah tua menggunakan bibit tanaman kakao yang berkualitas. Pemberian tepung tulang dengan FMA diharapkan dapat memperbaiki media tanam pada masa pembibitan tanaman kakao. Penelitian ini menggunakan pupuk organik Tepung tulang dengan kombinasi Fungi Mikoriza Arbuskula. Tepung tulang mengandung unsur hara Fosfor (P) dan Kalsium (Ca), sedangkan penggunaan Fungi Mikoriza Arbuskula sebagai pengurai karena akar yang bermikoriza mampu mengambil unsur hara P dalam pertumbuhan tanaman kakao. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan bibit kakao dengan pemberian Tepung tulang dan Fungi mikoriza arbuskula.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (dua faktor), faktor pertama adalah dosis fungi mikoriza arbuskula terdiri dari 3 taraf yaitu M0 (0g/polybag), M1 (40 g/polybag), M2 (60 g/polybag), faktor kedua adalah T0 (0g /polybag), T2 (20 g/polybag), T3 (30 g/polybag) yang terdiri dari 9 kombinasi diulang sebanyak 3 kali dan total unit percobaan sebanyak 27 unit. Variabel penelitian yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, volume akar, Kandungan P tersedia pada tanah, derajat infeksi akar, Serapan P pada jaringan tanaman, berat basah dan kering tanaman, dan analisis data.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi pada pertumbuhan bibit kakao. interaksi antara pemberian dosis FMA dan pemberian dosis tepung tulang memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap variabel pengamatan P tersedia, serapan P, derajat infeksi mikoriza dan berat basah tanaman, namun tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, volume akar, dan berat kering tanaman. Pemberian dosis FMA memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, volume akar, P tersedia, derajat infeksi mikoriza, serapan P, berat basah dan berat kering tanaman. Pemberian dosis tepung tulang memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, P tersedia, derajat infeksi mikoriza, serapan P, berat basah, dan berat kering tanaman, tetapi menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata terhadap volume akar. Pengaruh pemberian dosis FMA (M2) 60 g/polybag dan pemberian dosis tepung tulang (T2) 30 g/polybag memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tanaman, selain itu perlakuan M2T2 memberikan hasil kandungan nilai tertinggi pada P tersedia dan serapan P pada tanaman.

Kata kunci : *Fungi mikoriza arbuskula, Tepung tulang, Dosis*

SUMMARY

“The Effect of Bone Meal and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth of Cacao (*Theobroma Cacao L.*) Seedlings” Denis Ariawan, 171510501207; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Cacao (*Theobroma cacao L.*) is a type of plantation crop in the world. Cocoa is a plant that is widely cultivated by farmers, because the results of cocoa production can be processed into products that can be consumed by people around the world. The causes of the decline in cocoa production are old cocoa trees, conversion of cocoa farms, pests, fertilizers and the government's focus on food crops. One way that can be done to increase the production of cocoa plants is by rejuvenating old cocoa plants using quality cocoa plant seeds. Giving bone meal with AMF is expected to improve the planting medium during the cocoa plant nursery. This study used organic bone meal fertilizer with a combination of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Bone meal contains the nutrients Phosphorus (P) and Calcium (Ca), while the use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi is used as a decomposer because the mycorrhizal roots are able to take up the P nutrient in the growth of cocoa plants. The purpose of this study was to determine the growth response of cocoa seedlings by administering bone meal and arbuscular mycorrhizal fungi.

This study used a completely randomized factorial design (two factors). T0 (0g/polybag), T2 (20 g/polybag), T3 (30 g/polybag) consisting of 9 combinations were repeated 3 times and a total of 27 experimental units. The observed variables were plant height, stem diameter, number of leaves, root volume, available P content in soil, root infection, P uptake in plant tissue, plant fresh and dry weight, data analysis.

Based on the results of the study showed that there was an interaction on the growth of cocoa seedlings. The interaction between administration of AMF dose and bone meal administration gave significantly different results to the observed variables available P, P uptake, degree of mycorrhizal infection and fresh weight

of plants, but not significantly different to plant height, number of leaves, stem diameter, root volume, and plant dry weight. The dosage of AMF dosage gave significantly different results on plant height, number of leaves, stem diameter, root volume, available P, degree of mycorrhizal infection, P uptake, fresh weight and dry weight of plants. The dosage of bone meal doses gave significantly different results on plant height, number of leaves, stem diameter, available P, degree of mycorrhizal infection, P uptake, fresh weight, and dry weight of plants, but showed results that were not significantly different on root volume. The effect of giving the dose of AMF (M2) 60 g/polybag and giving the dose of bone meal (T2) 30 g/polybag gave the best results on plant growth, besides that the M2T2 treatment gave the results of the highest value content of available P and P absorption in plants.

Keywords : *Arbuscular mycorrhizal fungi, Bone meal, Doses*

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan ridho-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Tepung Tulang dan Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) ”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Penyelesaian penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir Soetriono, M.P selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Bapak Drs. Yagus Wijayanto, M.A, Ph.D selaku Ketua Koordinator Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Bapak Ir. Gatot Subroto selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, memberikan ilmu, petunjuk, arahan, bimbingan dan dorongan semangat dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Ir. Kacung Haryono, MS., Ph.D. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
5. Ibu Nilasari Dewi S.Hut., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak/Ibu dosen serta seluruh staf di lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Jember atas segala ketulusan dan keikhlasannya dalam membantu penulis selama masa perkuliahan;
7. Kedua orang tua yang saya cintai dan hormati, Ibu Asriana Situmorang dan Ayah Irwan Harun, saudara dan keluarga besar yang telah memberikan semangat motivasi serta doa demi kelancaran penulis dalam mencari ilmu hingga akhir kuliah gelar Sarjana ini;
8. Kakak kandung saya Ira Ariawan yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini;

9. Rekan-rekan saya sedari awal masa perkuliahan Ahmad Ramadhani Huda, M. Furqon Abi Wirawan, Anggara Dwi Pamungkas, Andhika Gheofany, Tulus Antonius Hutagalung, dan seluruh teman-teman Ahli Jenjang lainnya;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;

Penulis telah melakukan tanggung jawab secara maksimal. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga menjadikan skripsi ini menjadi jauh lebih baik. Semoga hal yang tertulis dalam tugas akhir ini dapat menjadi informasi dan ilmu bagi pembaca. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih.

Jember, 30 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman kakao	5
2.2 Pembibitan Tanaman Kakao	7
2.3 Tepung Tulang	8
2.4 Fungi Mikoriza Arbuskular	9
2.5 Kombinasi Fungi Mikoriza Arbuskular dengan Tepung Tulang	11
2.6 Mekanisme Fungi Mikoriza Arbukula	13
2.7 Hipotesis Penelitian	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Rancangan Percobaan	14
3.4 Prosedur Penelitian	15

3.4.1 Penyemaian Benih	15
3.4.2 Penyiapan Media Tanam	16
3.4.3 Penanaman Benih	17
3.4.4 Pemberian Perlakuan	17
3.4.5 Pemeliharaan	18
3.4.6 Pengamatan.....	18
3.5 Variabel Pengamatan	18
3.5.1 Tinggi Tanaman, Diameter Batang, dan Jumlah Daun	18
3.5.2 Volume Akar	18
3.5.3 Kandungan P Tersedia Pada Tanah	19
3.5.4 Derajat Infeksi Mikoriza.....	19
3.5.5 Serapan P pada Jaringan Tanaman	20
3.5.6 Berat Basah dan Kering Tanaman	20
3.5.7 Analisis Data	21
BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Penelitian	22
4.1.1 Tinggi Tanaman.....	24
4.1.2 Jumlah Daun	25
4.1.3 Diameter Batang	27
4.1.4 Volume Akar	29
4.1.5 P Tersedia	29
4.1.6 Derajat Infeksi Mikoriza.....	31
4.1.7 Serapan P	33
4.1.8 Berat Basah Tanaman.....	35
4.1.9 Berat Kering Tanaman.....	36
4.2 Pembahasan	38
4.2.1 Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula dan Penambahan tepung Tulang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bibit kakao	39
4.2.2 Pengaruh Interaksi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pemberian Tepung Tulang Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao	45
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.4.2	Penjemuran Tanah	16
Gambar 3.4.2	Penyaringan Tanah	16
Gambar 3.4.2	Mengisi Tanah.....	16
Gambar 3.4.4	Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula.....	17
Gambar 3.4.4	Pemberian Tepung Tulang	17
Gambar 4.1.1.1	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Tinggi Tanaman Bibit Kakao	24
Gambar 4.1.1.2	Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Terhadap Tinggi Tanaman Bibit Kakao	25
Gambar 4.1.2.1	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao.....	26
Gambar 4.1.2.2	Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao	27
Gambar 4.1.3.1	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Jumlah diameter batang Bibit Kakao.....	27
Gambar 4.1.3.2	Pengaruh Pemberian Dosis Tepung tulang Terhadap Jumlah diameter batang Bibit Kakao.....	28
Gambar 4.1.4.1	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Volume Akar Bibit Kakao.....	29
Gambar 4.1.6.1	Akar tidak terinfeksi mikoriza.....	33
Gambar 4.1.6.2	Akar terinfeksi mikoriza.....	33
Gambar 4.1.9.1	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Berat Kering Tanaman Bibit Kakao.....	37
Gambar 4.1.9.2	Pengaruh Pemberian Dosis Tepung Tulang Terhadap Berat Kering Tanaman Bibit Kakao	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.3	Denah Rancangan Percobaan.....	15
Tabel 4.1	Hasil analisis kandungan tanah.....	22
Tabel 4.2	Hasil nilai F hitung setiap variabel pengamatan	23
Tabel 4.1.5	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap P Tersedia.....	30
Tabel 4.1.6	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap Derajat Infeksi Akar Bibit Kakao (%)	31
Tabel 4.1.7	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap Serapan P.....	34
Tabel 4.1.8	Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap Berat Segar Bibit Kakao.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	56
Lampiran 2. Hasil Analisis Laboratorium Tanah.....	65
Lampiran 3. Analisis Data Variabel Pengamatan	66



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang ada di dunia. Kakao merupakan jenis tanaman yang berasal dari daerah Amerika Selatan, dan pertumbuhan tanamannya banyak tersebar luas di benua Afrika dan Asia. Tanaman kakao merupakan jenis tanaman yang sudah banyak dibudidayakan di Indonesia, hasil dari produksi kakao dapat menambah devisa negara. Di Indonesia, kakao pertama kali diperkenalkan oleh bangsa Spanyol tepatnya di daerah Sulawesi. Salah satu jenis kakao yang ditanam di provinsi Sulawesi Utara yaitu Criollo. Kakao menjadi tanaman yang banyak dibudidayakan oleh para petani, karena hasil dari produksi kakao dapat diolah menjadi produk yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat di seluruh dunia. Biji dari tanaman kakao dapat diolah menjadi pasta coklat, bubuk coklat, dan lemak kakao dengan menerapkan teknologi pengolahan yang tepat (Laude S *et al.*, 2020).

Luas perkebunan kakao di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 1.582.406 ha dengan hasil produksi sebesar 739.483 ton. Tetapi jumlah luas perkebunan di Indonesia mengalami penurunan pada setiap tahunnya. Menurut Ditjenbun (2020) luas perkebunan kakao di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 1.600.647 ha dan pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 1.582.406 ha, dan penurunan jumlah produksi tanaman kakao pada tahun 2019 mencapai 783.978 ton dan pada tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 739.483 ton. Menurut Siregar *et al.*, (2021) menyatakan bahwa penyebab terjadinya penurunan produksi tanaman kakao adalah tanaman kakao yang sudah tua, konversi kebun kakao, hama, pupuk dan fokus pemerintah kepada tanaman pangan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman kakao yaitu dengan cara melakukan peremajaan tanaman kakao yang sudah tua menggunakan bibit tanaman kakao yang berkualitas.

Pembibitan pada tanaman kakao dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu pembibitan dengan biji dan pembibitan dengan stek. Pembibitan dengan biji dapat dilakukan dengan cara menanam biji yang sudah berkecambah, dengan

umur biji yang sudah mencapai 21 hari. Penanaman biji kakao dapat dilakukan dengan menggunakan polibag dan diisi dengan tanah lapisan atas (*top soil*). Di Indonesia ketersediaan tanah (*top soil*) semakin berkurang baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya adalah penggunaan pupuk kimia secara berlebihan yang menyebabkan kerusakan pada kesuburan tanah, selain itu harga dari pupuk kimia juga terlampaui mahal. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas bahan tanam pada masa pembibitan adalah dengan menggunakan bahan organik untuk menambah unsur hara pada tanah di masa pembibitan. Menurut Wadjhar dan Kadarisma., (2007) menyatakan bahwa pemupukan dengan pemberian pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan diameter batang dan panjang akar pada tanaman kakao.

Salah satu contoh pupuk organik yaitu tepung tulang, tepung tulang merupakan limbah yang berasal dari sisa-sisa rumah potong hewan, limbah rumah tangga, dan limbah tanaman. Kurangnya pemanfaatan limbah secara maksimal akan berdampak negatif pada kondisi lingkungan. Tepung tulang mengandung unsur hara NPK yang cukup tinggi, dimana unsur hara tersebut sangat dibutuhkan oleh tanaman kakao terutama pada masa pembibitan. Kandungan unsur hara P pada tepung tulang masih susah untuk diserap oleh tanaman, hal ini dikarenakan kandungan unsur hara P masih berbentuk kalsium fosfat. Kandungan unsur hara P (fosfor) pada tanaman berfungsi sebagai penyusun banyak protein, fosfolipid, koenzim, pembentuk asam-asam nukleat dan substrat metabolisme yang berperan penting dalam mentransfer energi (Munawar., 2011) dan Menurut Nusantara A.D *et al.*, (2008) unsur hara P yang terkandung dalam tepung tulang memiliki potensi sebagai sumber hara, jika diolah secara maksimal dapat berlangsung secara bertahap disesuaikan dengan kebutuhan dan umur tanaman. Pemberian tepung tulang pada tanaman kangkung berpengaruh terhadap parameter tinggi, jumlah daun, dan biomassa tanaman (Maulida *et al.*, 2016).

Fungi mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan salah satu kelompok mikoriza yang berasosiasi dengan sistem perakaran tanaman. FMA yang telah bersimbiosis dengan akar tanaman dapat membantu proses peningkatan unsur hara N, P, dan K,

dan juga meningkatkan ketahanan tanaman dari kekeringan air, serta mampu membantu proses pertumbuhan tanaman. Menurut Suharno *et al.*, (2020) penyerapan unsur hara P pada tanaman dapat ditingkatkan dengan penambahan FMA pada tanaman. Fosfat yang terdapat pada tanah dapat digunakan dengan baik, hal ini dapat disebabkan karena tanaman yang bermikoriza mampu mengeksplorasi tanah lebih luas hingga dapat mengambil fosfat yang terikat melalui miselia di rizosfer akar tumbuhan. FMA bekerja dengan cara menginfeksi sistem perakaran pada tanaman inang dalam memproduksi jaringan hifa eksternal yang tumbuh secara meluas pada lapisan tanah, sehingga dapat membantu akar dalam penyerapan unsur hara dan air. Menurut Hastuti *et al.*, (2007) pemberian Mikoriza arbuskular pada pertumbuhan bibit kakao dapat meningkatkan tinggi tanaman, berat segar tajuk, panjang dan jumlah akar. Selain itu mikoriza juga dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas lingkungan.

Pemberian tepung tulang dengan FMA diharapkan dapat memperbaiki media tanam pada masa pembibitan tanaman kakao. Kualitas tanaman yang unggul dan memiliki tingkat produksi yang tinggi salah satunya dihasilkan dari proses pembibitan tanaman tersebut. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian tentang pemberian tepung tulang dan FMA untuk menambah kandungan unsur hara pada media tanam di masa pembibitan tanaman kakao. Menurut Bolly Y., dan Wahyuni., (2021) menyatakan bahwa pemberian cendawan mikoriza arbuskular dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun pada masa pembibitan tanaman kakao. Berdasarkan dari hasil penelitian tersebut diharapkan pada pemberian tepung tulang mampu meningkatkan unsur hara P yang diserap oleh bibit kakao dengan bantuan FMA sebagai penginfeksi perakaran bibit kakao untuk meningkatkan kadar P pada bibit kakao. FMA yang telah menginfeksi perakaran bibit kakao diharapkan mampu meningkatkan proses penyerapan unsur hara P pada tepung tulang sehingga dapat menghasilkan kualitas bibit baik dan dapat tumbuh secara maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh interaksi antara pemberian tepung tulang dan fungi mikoriza arbuskula terhadap ketersediaan P tanah, serapan P dan pertumbuhan bibit kakao.
2. Bagaimana pengaruh pemberian tepung tulang terhadap pertumbuhan bibit kakao?
3. Bagaimana pengaruh pemberian fungi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan bibit kakao?

1.3 Tujuan penelitian

1. Mengetahui pengaruh interaksi antara pemberian tepung tulang dan fungi mikoriza arbuskular terhadap ketersediaan P tanah, serapan P dan pertumbuhan bibit kakao.
2. Mengetahui respon pertumbuhan bibit tanaman kakao dengan penambahan tepung tulang.
3. Mengetahui respon pertumbuhan bibit tanaman kakao dengan penambahan fungi mikoriza arbuskular.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara P pada tanah dan pertumbuhan tanaman kakao.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penelitian lanjutan terkait dengan pemanfaatan tepung tulang dan fungi mikoriza arbuskular pada tanaman kakao.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pemanfaatan limbah tulang sapi yang diolah menjadi tepung tulang untuk dijadikan sebagai bahan organik.
4. Hasil Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman kakao bagi petani kakao di Indonesia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman kakao

Tanaman kakao merupakan tanaman perkebunan yang hasil produksinya dapat diolah menjadi coklat untuk bahan yang dapat dikonsumsi dan memiliki sistematika sebagai berikut (Lukito, 2010) :

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Anak divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Anak kelas	: <i>Dialypetalae</i>
Bangsa	: <i>Malvales</i>
Suku	: <i>Sterculiaceae</i>
Marga	: <i>Theobroma</i>
Jenis	: <i>Theobroma cacao L.</i>

Kakao merupakan tanaman dikotil yang memiliki akar tunggang yang tumbuh lurus ke bawah. Sebagian besar akar lateral kakao berkembang dekat permukaan tanah yaitu pada kedalaman 0-10 cm 26% pada kedalaman 11-20 cm, 14% pada kedalaman 21-30 cm, dan hanya 4% tumbuh pada jeluk diatas 30 cm dari permukaan tanah. Pada tahap awal pertumbuhan tanaman, akar lateral (akar samping tanaman kakao) akan tumbuh berkembng dekat permukaan tanah pada kedalaman 0-30 cm di dalam tanah. Akar tunggang pada tanaman kakao memiliki bentuk seperti bangun heksagonal, sedangkan akar lateral memiliki bentuk seperti bangun tetragona, dimana pada permukaan akar lateral banyak ditumbuhi bulu akar (Wahyudi *et al.*, 2008).

Tanaman kakao memiliki dua jenis tunas vegetatif yaitu tunas air (*choupon*) dan tunas kipas (*ortotrop*). Tunas air merupakan tunas yang arah tumbuhnya ke atas, sedangkan tunas air merupakan tunas yang tumbuhnya ke samping. Tinggi tanaman di areal perkebunan pada umur tiga tahun mencapai 1,8-3,0 meter dan pada umur 12 tahun mencapai 4,50-7,0 meter. Pertumbuhan diameter batang tanaman kakao dipengaruhi oleh jumlah ketersediaan unsur hara yang cukup di

dalam tanah, semakin banyak kandungan unsur hara pada tanah, maka akan semakin baik pertumbuhan tanaman kakao (Elkas *et al.*, 2017).

Bentuk helai daun pada tanaman kakao bulat memanjang (*oblongus*), ujung daun meruncing (*acuminatus*), dan pangkal daun runcing (*acutus*). Susunan tulang daun menyirip dan tulang daun menonjol ke permukaan bawah helai daun. Tepi daun rata, daging daun tipis kuat seperti perkamen. Warna daun dewasa hijau tua bergantung pada kultivarnya. Panjang daun dewasa 30 cm dan lebarnya 10 cm. Permukaan daun licin dan mengkilap. Daun kakao yang sehat adalah daun yang berwarna hijau tanpa ada bercak coklat pada bagian atasnya, dan dengan pengolahan yang lebih lanjut, daun pada tanaman kakao dapat diolah menjadi daun teh dengan kandungan air yang tinggi yaitu 82,82% (Supriyanto *et al.*, 2014).

Tanaman kakao merupakan tanaman yang bersifat kauliflori. Bunga pada tanaman kakao tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Bunga kakao memiliki 5 kelopak, 5 mahkota, 10 tangkai sari, dan 5 daun buah. Bunga kakao berwarna putih, ungu, atau kemerahan. Warna yang paling kuat terlihat pada bagian benang sari dan daun mahkota. Tangkai bunga kakao memiliki bentuk yang kecil tetapi memiliki ukuran panjang yaitu 1-1,5 cm. Daun mahkota kakao memiliki panjang 6-8 mm dan terdiri atas dua bagian yaitu pangkal dan ujung. Salah satu kegiatan yang dilakukan pada bagian bunga tanaman kakao yaitu pemangkasan. Kegiatan pemangkasan bertujuan untuk merangsang pertumbuhan bunga dan buah pada tanaman kakao (Angela dan Efendi., 2015).

Buah pada tanaman kakao memiliki warna yang beragam, tetapi pada dasarnya hanya terdapat dua macam warna buah kakao. Buah pada usia yang masih muda akan berwarna hijau atau agak putih, dan akan berubah menjadi warna kuning ketika sudah masak. Sedangkan buah yang berwarna merah pada usia muda, akan berubah menjadi warna jingga (oranye) ketika sudah masak. Buah kakao yang telah masak berumur enam bulan dengan ukuran yang beragam, yaitu panjang 10-30 cm, tergantung pada kultivar dan faktor-faktor lingkungan. Menurut Limbongan., (2012) menyatakan bahwa bentuk dari buah kaka memiliki

kulit buah yang tebal, memiliki permukaan yang halus, konstriksi buah tidak berkeluk, dan apeks buah tumpul.

Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlah dari biji kakao sangat beragam, yaitu 20-20 butir per buah. Biji kakao berwarna agak kecoklatan dibungkus oleh daging buah (*pulpa*) yang berwarna putih, memiliki rasa yang masam manis dan mengandung zat penghambat perkecambahan. Biji kakao yang terlambat dipanen akan berkecambah di dalam buah hal ini disebabkan biji yang ada didalam buah telah kering (Lukito., 2010).

2.2 Pembibitan Tanaman Kakao

Pembibitan tanaman kakao merupakan faktor yang sangat penting dalam menghasilkan bibit kakao yang berkualitas unggul pada saat penanaman di lahan pembibitan. Faktor yang menentukan keberhasilan pada pembibitan tanaman kakao adalah air, unsur hara, cahaya matahari, kelembaban, dan suhu. Menurut Siregar T.H., (2021) Syarat tumbuh tanaman kakao terbagi menjadi beberapa bagian yaitu curah hujan, temperatur, sinar matahari, dan tanah. Jumlah curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman kakao berkisar 1.100 – 3.000 mm per tahun. Temperatur yang baik untuk pertumbuhan tanaman kakao adalah 30°-32° C (maksimum) dan 18°-21° C (minimum). Sinar matahari merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao, hal ini dikarenakan bibit kakao sangat memerlukan intensitas cahaya matahari untuk berfotosintesis. Untuk bibit kakao yang telah memiliki daun yang telah tumbuh dan membuka secara sempurna memerlukan intensitas cahaya matahari sebesar 3-30% secara penuh.

Media tanaman merupakan faktor yang paling utama dalam pembibitan tanaman kakao. Media tanam yang digunakan dalam pembibitan kakao secara vegetatif harus memperhatikan sifat fisik dan kimia pada tanah. Bibit kakao dapat tumbuh pada tanah dengan tingkat keasaman pH berkisar 6-7,5 dan tidak boleh lebih dari 8. Hal lain yang harus diperhatikan dalam kandungan pH tanah adalah zat organik yang terdapat dalam tanah, hal ini dikarenakan semakin tinggi zat organik maka dapat meningkatkan laju pertumbuhan bibit kakao. Faktor yang

kedua yaitu sifat fisik dari tanah, tekstur dari tanah yang digunakan untuk menanam bibit kakao yaitu lempung dan berpasir dengan komposisi 30-40% liat, 50% pasir, dan 10-20% debu. Tekstur tanah yang memiliki komposisi liat, pasir dan debu akan mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao dengan memperhatikan jenis bibit kakao yang digunakan.

Jenis bibit kakao yang unggul sesuai dengan yang dianjurkan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (PPPK) adalah ICCRI 09. Klon ini memiliki potensi hasil produksi sebesar 1,837 – 2,745 kg/ha/tahun, ukuran biji 1,07 - 1,55 g, kadar lemak 48,55% dan kadar kulit 11,0 – 21,7% serta tahan terhadap VSD, tahan busuk buah, dan tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Bibit kakao yang sudah berumur 21 hari, dapat dipindahkan ke polybag ukuran 25 x 30 cm, dengan media tanam menggunakan tanah lapisan top soil. Tetapi untuk saat ini ketersediaan tanah top soil di Indonesia semakin berkurang, hal ini disebabkan karena penggunaan pupuk kimia secara berlebihan. Penggunaan tepung tulang dengan campuran mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao dengan tidak merusak kandungan mikroorganisme di dalam tanah. Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2020) spesifikasi bibit kakao yang siap ditanam yaitu umur benih minimal 2-5 bulan, tinggi benih minimal 25 cm, warna daun hijau, jumlah daun minimal 8 daun dewasa, diameter batang yaitu 0,4 cm, dan benih harus dari kecambah yang bersertifikat.

2.3 Tepung Tulang

Tepung tulang merupakan limbah yang berasal dari tempat pengolahan pemotongan hewan dan limbah rumah tangga. Limbah organik yang dihasilkan tempat industri potong hewan dan rumah tangga memiliki kandungan unsur hara yang cukup besar, yaitu limbah padat yang dihasilkan dari tulang. Limbah dari tulang yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan. Susunan kandungan pada tepung tulang terdiri dari kandungan senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik pada tepung tulang terdiri atas protein dan polisakarida, sedangkan senyawa anorganik pada tepung tulang terdiri atas garam-garam fosfat dan karbonat. Proses pengolahan limbah

tepung tulang dilakukan dengan cara digiling sampai dengan berbentuk bubuk. Limbah organik yang berasal dari tulang mengandung unsur hara Ca dan P yang cukup tinggi. Menurut Amiroh *et al.*, (2017) kandungan Ca pada limbah organik yang berasal dari tepung tulang yaitu sebesar 13,15% pada pemberian tanaman. Kandungan dari tepung tulang dapat memperbaiki sifat fisik, dan kimia dalam tanah. Dalam hal sifat fisik kandungan tepung tulang mampu menggemburkan tanah, dan sifat kimia tepung tulang yaitu mampu menambah kandungan unsur hara dalam tanah. Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Hasiholan *et al.*, (2017) menyatakan bahwa perkembangan akar pada tanaman dipengaruhi oleh sifat fisik pada tanah, dan kandungan bahan organik yang baik. Penambahan tepung tulang dalam pembuatan pupuk organik cair dapat meningkatkan unsur hara, kandungan unsur hara pada tepung tulang cukup tinggi yaitu 22,4% N, 23% P, dan 23% K (Pambudi *et al.*, 2012).

2.4 Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan mikroorganismenya yang terdapat dalam tanah yang mempunyai fungsi sebagai mikroba yang dapat merombak unsur hara, dan membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dalam tanah. Fungi mikoriza memiliki sebaran yang cukup luas di dunia yaitu pada daerah yang berpasir, tempered, tropika. Pada dasarnya FMA merupakan suatu bentuk dari simbiosis yang bermutualisme yaitu fungi (*Myces*) dan akar (*Rhiza*) pada tanaman tingkat tinggi.

Berdasarkan kelasnya FMA termasuk kedalam kelas Glomeromikota yang mempunyai ciri tersendiri dan berbeda, apabila dibandingkan dengan kerabat dekatnya yaitu, Askomikota, Basidiomikota, atau kelas fungi lainnya. Perbedaan tersebut tidak hanya dilihat dari ciri morfologi maupun molekulernya, ini disebabkan karena adanya perbedaan peran fungsional dari mikoriza arbuskular. Menurut Miska *et al.*, (2016) berdasarkan dari morfologinya cendawan mikoriza arbuskular memiliki beberapa karakteristik jenis spora, dan keempat jenis spora yang terbesar yaitu *Glomus sp*, *Acaulospora sp*, *Scutellospora sp*, dan *Gigaspora sp*. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Yulianto *et al.*, (2016),

jenis spora *Glomus sp* memiliki jumlah yang sangat mendominasi pada lahan perkebunan, yaitu karet, kakao, kelapa sawit, dan kopi.

Terdapat empat peran dan fungsi dari FMA, yaitu sebagai Biopresesor, Bioprotektor, Bioaktivator, dan Bioagregator. Peran dari cendawan mikoriza arbuskula dapat diartikan sebagai berikut (Nusantara *et al.*, 2012) :

1. Biopresesor berfungsi sebagai indikator yang dapat membantu tanaman dalam menyerap unsur hara yang tidak dapat dijangkau oleh akar rambut.
2. Bioprotektor mempunyai fungsi sebagai pelindung tanaman dari cekaman biotik (patogen, hama, dan guma) dan juga abiotik (suhu, lengas, kepadatan tanah, dan logam berat).
3. Bioaktivator berfungsi meningkatkan simpanan karbon di rhizosfer dengan tujuan untuk menambah jasad renik untuk mempercepat proses biogeokimia.
4. Bioagregator berfungsi sebagai indikator yang dapat meningkatkan agresi tanah.

Menurut Djenaotou *et al.*, (2020) penggunaan cendawan mikoriza dapat mengembangkan bibit, dan meningkat produktivitas tanaman kakao pada masa pembibitan. Berdasarkan dari fungsi peranya, FMA dapat digunakan untuk meningkatkan hasil produksi tanaman, mengurangi jumlah penggunaan pupuk kimia dan pestisida, mengurangi erosi pada tanah, mengurangi emisi karbon dioksida (CO_2), dan dapat menyuburkan tanah. Menurut Pulungan., (2018) menyatakan bahwa cendawan mikoriza dapat memberikan keuntungan pada akar tanaman yaitu, memperluas daerah tempat penyerapan unsur hara, dapat bertahan terhadap cekaman kekeringan, menjauhkan tanaman inang dari patogen tanah. Faktor dari karakteristik tanaman dan lingkungan sangat berpengaruh terhadap infeksi mikoriza arbuskular, yaitu : suhu, kelembaban udara, pH tanah, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya (Ura *et al.*, 2015).

FMA mempunyai struktur bentuk karakteristik yang sangat berbeda, yaitu arbuskula dan vesikel. Endomikoriza merupakan salah satu dari fungi yang banyak ditemukan pada jaringan perakaran. Mikoriza dapat dikelompokkan menjadi dua tipe kelompok yang sangat berbeda, yaitu endomikoriza dan ektomikoriza. Sifat yang dimiliki oleh endomikoriza yaitu obligat dan ketahan

untuk hidup yang sangat luas pada ekosistem. Menurut Rao., (1986) endomikoriza memiliki jamur yang tidak membentuk suatu selubung luar, tetapi hanya hidup di dalam sel-sel akar (intraseluler) dan membentuk suatu hubungan langsung antar sel-sel akar pada tanah yang ada disekitarnya. Pemberian endomikoriza pada tanaman dapat memberikan sedikit perubahan pada bentuk akar, yaitu pada morfologinya permukaan akar pada endomikoriza akan lebih halus apabila dibandingkan dengan akar ektomikoriza.

Hifa-hifa pada jamur endomikoriza berbentuk seperti benang dengan cabang yang melingkar-lingkar (*vesikuler*) berbentuk tangkai bunga yang terbentuk dari susunan hifa (*arbuskular*) dan berwarna coklat (Salampessy *et al.*, 2008). Menurut Sudiarti (2018) menyatakan bahwa tanaman yang bermikoriza (endo-mikoriza) dapat menyerap unsur hara P lebih tinggi (10 – 27%) dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza (0,4 – 13%), selain itu akar pada tanaman yang bermikoriza akan memiliki lapisan mantel (jaringan hypha) dengan cara menyelimuti akar sehingga akar akan tahan terhadap serangan patogen dan melindungi akar. FMA juga memiliki kemampuan untuk memperbaiki dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan peranya sebagai penyerap fosfor, penyerapan unsur hara P pada tanaman dapat meningkatkan bobot basah tajuk, bobot kering tajuk, bobot basah akar dan bobot kering (Same., 2011). Pemberian fungi mikoriza arbuskular berpengaruh nyata terhadap semua variabel pengamatan pada pertumbuhan bibit kakao yang dilakukan oleh Bolly., dan wahyuni (2021) yaitu tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun, hasil tertinggi pada penelitian tersebut adalah dengan menggunakan perlakuan dosis 50 gram/polybag tanaman.

2.5 Kombinasi Fungi Mikoriza Arbuskular dengan Tepung Tulang

Pemberian tepung tulang pada tanaman sangat mempengaruhi terhadap proses pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur hara Fosfor (P) pada tulang dapat meningkatkan laju pertumbuhan akar. Menurut Nusantara *et al.*, (2011) menyatakan bahwa Pemberian fungi mikoriza arbuskular dengan tepung tulang mampu menyediakan kandungan unsur hara pada tanaman, dan juga untuk

mendapatkan jumlah spora pada fungi mikoriza arbuskular. Spora yang terbentuk pada fungi mikoriza arbuskular dapat berhubungan langsung dengan akar untuk membantu dalam proses penyerapan air, unsur hara pada tanaman. Selain itu spora yang terbentuk dari fungi mikoriza arbuskular dapat mengikat kandungan unsur (P) pada tepung tulang.

Menurut Mulyaningsih *et al.*, (2013) kandungan Fosfor (P) pada tepung tulang berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan akar semai, memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa, mempercepat proses pembungaan dan pemasakan buah, dan dapat menambah jumlah biji-bijian. Tetapi kandungan P pada tepung tulang masih berbentuk kalsium fosfat Ca_2PO_4 dimana kandungan senyawa kimia tersebut masih sukar larut dalam air, apabila dicampurkan dalam bentuk pupuk organik cair dan harus dilakukan proses penguraian (Mazaya *et al.*, 2013). Proses pelepasan unsur hara yang berbentuk kalsium akan dilepaskan menggunakan pelarut H_2PO_4^- atau $\text{H}_2\text{PO}_4^{2+}$ kemudian senyawa kimia tersebut akan diserap oleh tanaman dengan bantuan infeksi cendawan mikoriza arbuskular yang terdapat pada akar dan mampu mengikat fosfor pada tanah.

Tepung tulang yang mengandung unsur hara P dapat digunakan sebagai sumber pupuk alami yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Fungi mikoriza arbuskular mampu mengikat ketersediaan air, mengikat unsur, dan tahan terhadap patogen akar. Fungi mikoriza arbuskular juga mampu meningkatkan tanaman terhadap kekeringan apabila tanaman tersebut berada diantara daerah yang memiliki curah hujan cukup rendah. Selain itu fungi mikoriza arbuskular memiliki kemampuan untuk mengikat unsur hara P dengan kandungan nutrisi yang rendah tetapi juga mampu mengikat unsur hara P dari yang tidak tersedia menjadi bentuk yang tersedia untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh darlin *et al.*, (2020) meningkatnya efisiensi pemupukan karena adanya mikoriza pada akar tanaman dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara pada tanaman kakao. Pemberian fungi mikoriza arbuskular pada tanaman kakao mampu meningkatkan kandungan klorofil pada daun,

meningkatkan laju penyerapan cahaya, mempermuda proses stomata daun, dan meningkatkan pertumbuhan bibit yang lebih baik (Nassaruddin *et al.*, 2014).

2.6 Mekanisme Fungi Mikoriza Arbuskula

Pada tahap proses awal fungi mikoriza arbuskular akan menginfeksi permukaan akar dengan terbentuknya apresorium, sel-sel epidermis pada tanaman akan ditembus oleh fungi mikoriza arbuskular. Setelah melalui proses penetrasi, hifa-hifa akan tumbuh panjang dan bercabang dengan cara intraseluler atau ekstraseluler di dalam inang dan membentuk koil hifa diluar kortek. Hifa yang berada di rhizosfer memiliki jangkauan yang lebih luas dibandingkan dengan akar tanaman, hifa berperan sebagai pengikat unsur hara fosfor dengan cara memperluas permukaan yang berhubungan dengan tanah. Pada saat proses pengambilan nutrisi oleh fungi mikoriza arbuskular, hifa akan membantu proses pemindahan air dan nutrisi ke dalam sel akar yang dari dalam tanah. Inokulasi fungi mikoriza akan menghasilkan pertumbuhan tanaman kakao yang lebih baik, ini disebabkan karena adanya asosiasi akar dengan cendawan, sehingga akan memperbesar dan memperpanjang sel tanaman yang bermikoriza (Halid E., 2017).

2.7 Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh nyata interaksi perlakuan antara pemberian dosis fungi mikoriza arbuskula terhadap ketersediaan P tanah, serapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.
2. Terdapat pengaruh nyata antara pemberian fungi mikoriza arbuskula terhadap ketersediaan P tanah, serapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.
3. Terdapat pengaruh nyata antara pemberian dosis tepung tulang terhadap ketersediaan P tanah, serapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dengan judul “Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2022 di Green House HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, dan analisis dilakukan pada bulan Juni Hingga Juli di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ember, alat tulis, penggaris, neraca analitik, leaf area meter, pot tray, spektrometer, polybag dengan ukuran 20cm x 30cm, sprayer, oven, sekop, kamera hp dan alat-alat pendukung lainnya.

3.2.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari desa sucupangepok, benih kakao, fungi mikoriza Arbuskula, tepung tulang sapi, dan bahan pendukung lainnya.

3.3 Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap Faktorial (Dua faktor). Faktor pertama pada penelitian ini adalah dosis inokulum Mikoriza Arbuskular dan faktor kedua dosis Tepung tulang.

Faktor 1 :

1. M0 : Dosis Mikoriza arbuskula 0 g/polybag
2. M1 : Dosis Mikoriza arbuskula 40 g/polybag
3. M2 : Dosis Mikoriza arbuskula 60 g/polybag

Faktor 2 :

- 4 T0 : Dosis Tepung tulang 0 g/polybag
- 5 T1 : Dosis Tepung tulang 20 g/polybag

6 T2 : Dosis Tepung tulang 30 g/polybag

Tabel 3.3 1 Denah Rancangan Percobaan

M0T2U2	M1T0U1	M1T1U2
M2T1U2	M2T2U2	M0T0U2
M0T2U1	M2T1U3	M0T2U3
M2T0U2	M0T1U3	M0T0U3
M1T2U2	M1T1U3	M1T0U2
M1T0U3	M0T1U2	M1T2U1
M2T0U3	M1T1U1	M2T0U1
M1T2U3	M2T2U3	M0T0U1
M2T2U1	M0T1U1	M2T1U1

Terdapat 9 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak dua kali sehingga total unit percobaan adalah 27 unit percobaan. Berikut adalah denah kombinasi perlakuan.

Keterangan :

M0T0 : Mikoriza arbuskular 0 g + Tepung tulang 0 g

M0T1 : Mikoriza arbuskular 0 g + Tepung tulang 20 g

M0T2 : Mikoriza arbuskular 0 g + Tepung tulang 30 g

M1T0 : Mikoriza arbuskular 40 g + Tepung tulang 0 g

M1T1 : Mikoriza arbuskular 40 g + tepung tulang 20 g

M1T2 : Mikoriza arbuskular 40 g + Tepung tulang 30 g

M2T0 : Mikoriza arbuskular 60 g + Tepung tulang 0 g

M2T1 : Mikoriza arbuskular 60 g + Tepung tulang 20 g

M2T2 : Mikoriza arbuskular 60 g + Tepung tulang 30 g

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyemaian Benih

Proses penyemaian benih kakao tidak boleh terkena sinar matahari, sehingga wadah penyemaian dilakukan dengan menggunakan naungan paranet. Tahap pertama adalah dengan mencuci benih kakao dan direndam menggunakan larutan dithane dengan dosis 6 g/l selama 10 menit agar benih terhindar dari serangan jamur. Benih kakao disemai ke lubang tanam dengan cara meletakan

bagian mata benih menghadap ke bawah, sehingga akan terlihat sebagian kecil bibit yang muncul diatas permukaan. Penyiraman bibit dilakukan setiap hari yaitu pada pagi hari, setelah 14 hari proses penyemaian, bibit kakao akan dipindahkan ke polybag.

3.4.2 Penyiapan Media Tanam

Media tanaman yang digunakan untuk menanam bibit kakao adalah tanah yang berasal dari Desa Sucupangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember. Sebelum dimasukkan ke polybag tanah dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur dibawah sinar matahari dan saring dengan saringan berdiameter 2 cm untuk memisahkan tanah dari bebatuan, gulma, dan sampah. Selanjutnya tanah dimasukan ke dalam polybag dengan berat 2,5 kg dengan ukuran polybag 20 x 30 cm.



Gambar 3.4.2 Penjemuran Tanah



Gambar 3.4.2 Penyaringan Tanah



Gambar 3.4.2 Mengisi Tanah

3.4.3 Penanaman Benih

Benih kakao yang sudah berusia 14 hari dipindahkan ke dalam polybag dengan tidak merusak Bakar akar. Benih kakao yang telah selesai ditanam selanjutnya disusun dengan jarak antar tanam 24 x 24 cm, dan jarak antar ulangan 100 cm.



Gambar 3.4.3 1 Penanaman Benih Kakao ke Dalam Polibag

3.4.4 Pemberian Perlakuan

Pemberian fungi mikoriza arbuskula dilakukan pada saat bibit sudah dipindahkan ke polybag. fungi mikoriza arbuskula diberikan ke lubang tanam atau di sekitar bagian perakaran tanaman sebanyak 0 g, 40 g, dan 60 g, pada setiap polybag.

Pemberian tepung tulang dilakukan pada saat sebelum dilakukan sebelum penanaman bibit di polybag. Pemberian tepung tulang ke dalam tanah diberikan sebanyak 0 g, 20 g, 30 g, pada setiap polybag.



Gambar 3.4.4 1 Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula



Gambar 3.4.4 2 Pemberian Tepung Tulang

3.4.5 Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan bibit kakao meliputi penyiraman dan pengendalian gulma. Kegiatan penyiraman dilakukan sebanyak 2 hari sekali. Kegiatan pengendalian gulma dilakukan dengan mencabut dan membersihkan gulma yang tumbuh di permukaan media tanam.

3.4.6 Pengamatan

Kegiatan pengamatan dilakukan setelah benih kakao diberikan perlakuan. Pengamatan benih kakao dilakukan selama 8 minggu. Kegiatan pengamatan meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, volume akar, Kandungan P tersedia pada tanah, infeksi akar, Serapan P pada jaringan tanaman, berat basah dan kering tanaman, analisis data.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Tinggi Tanaman, Diameter Batang, dan Jumlah Daun

Pengukuran dan penjumlahan tinggi, diameter dan jumlah daun pada bibit kakao dilakukan setiap 2 minggu selama 8 minggu pengamatan. Tinggi tanaman diukur mulai dari 1 cm diatas permukaan tanah sampai dengan titik tumbuh tanaman dengan menggunakan mistar atau penggaris. Pengukuran diameter batang dilakukan pada titik yang sama dengan menggunakan jangka sorong. Pengamatan pada jumlah daun yaitu melihat daun yang telah berwarna hijau kemerahan dengan bentuk yang telah terbuka dengan sempurna, tetapi tidak menghitung daun yang telah jatuh.

3.5.2 Volume Akar

Pengamatan volume akar dilakukan pada waktu minggu ke 8 pengamatan, sampel diambil dari 2 tanaman pada setiap perlakuan dan ulangan. Setelah dilakukan pengamatan akhir, akar bibit kakao dipotong kemudian dibersihkan menggunakan air untuk memisahkan tanah yang menempel. Pengukuran volume akar dilakukan dengan memasukkan akar ke dalam gelas ukur dengan rumus $dV = V_t - V_o$.

Keterangan :

dV : Volume akar (ml)

V_t : Volume sebelum dimasukkan akar (ml)

V_o : Volume setelah dimasukkan akar (ml)

3.5.3 Kandungan P Tersedia Pada Tanah

Dalam melakukan uji kandungan P total pada tanah dilakukan dengan cara menganalisis tanah pada tahap awal dan akhir penelitian dengan menggunakan metode HCl 25%. Sedangkan pengamatan P tersedia dilakukan pada akhir pengamatan (minggu ke 8) dengan menggunakan metode Olsen (jika pH > 5,5) dan Bray I (jika pH < 5,5) (Eviati, 2012).

3.5.4 Derajat Infeksi Mikoriza

Pengamatan Derajat infeksi Mikoriza dilakukan dengan cara melihat akar yang terinfeksi oleh mikoriza dengan hitungan persentase. Pengamatan infeksi akar dilakukan pada masa akhir pengamatan (minggu ke-8). Akar yang digunakan adalah akar-akar yang masih muda dari setiap perlakuan tanaman sampel dan ulangan. Pengukuran infeksi akar oleh mikoriza menggunakan teknik pewarnaan yang dikembangkan oleh Philips dan Hayman (1970), dengan cara sebagai berikut :

1. Akar dicuci dan dipotong ± 2 cm, setelah itu akr dimasukkan ke dalam botol kaca dan direndam dengan menggunakan larutan KOH 10% selama 24 jam. Penggunaan larutan KOH 10% bertujuan untuk melarutkan sitoplasma dan inti sel tanaman, sehingga zat warna dapat menembus dengan mudah.
2. Setelah akar berwarna transparan, larutan KOH dibuang dan akar dibersihkan dengan air yang mengalir.
3. Akar dimasukkan kembali ke dalam botol kaca dan direndam dengan larutan HCL2% dengan rentan waktu selama 10 menit. Penggunaan larutan HCL2% bertujuan untuk mendapatkan pewarnaan yang lebih baik.
4. Setelah dilakukan perendaman, larutan HCL dibuang dan ditambahkan larutan pewarna Trypan Blue 0,05% ke dalam botol kaca sampai akar terendam dengan sepenuhnya.
5. Rendam akar selama 24 jam untuk mendapatkan hasil warna yang maksimal.
6. Pengamatan infeksi akar dilihat dengan mengambil akar sebanyak 10 buah dan diletakan diatas kaca preparat lalu ditutup dengan kaca penutup (desk glass).

7. Penggunaan kaca preparat untuk setiap satu sampel tanaman adalah sebanyak 5 buah, sehingga total akar yang diamati sebanyak 50 buah pada setiap perlakuan dan ulangan.
8. Pengamatan infeksi akar dilakukan dengan menggunakan mikroskop.
9. Pada tahap akhir pengamatan yaitu dengan cara menghitung persentase akar yang terinfeksi menggunakan rumus $\% \text{Infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah akar yang diamati}} \times 100\%$.

Tingkat infeksi pada akar tanaman dapat diklasifikasikan (Setiadi, 1992) sebagai berikut :

1. Kelas 1 dengan infeksi 0-5% = Sangat rendah
2. Kelas 2 dengan infeksi 6-25% = Rendah
3. Kelas 3 dengan infeksi 26-50% = Sedang
4. Kelas 4 dengan infeksi 51-75% = Tinggi
5. Kelas % dengan infeksi 76-100% = Sangat tinggi

3.5.5 Serapan P pada Jaringan Tanaman

Serapan P pada tanaman bertujuan untuk mengetahui efektifitas pemupukan, pengangkutan hara dalam tanaman, dan mengetahui berapa jumlah yang tepat untuk rekomendasi pemupukan. Pengamatan serapan P dilakukan pada akhir tanam dengan menggunakan metode destruksi basah. Metode destruksi merupakan suatu cara yang dilakukan dengan menghancurkan seluruh tanaman dengan asam keras dan menggunakan temperatur yang tinggi. Sampel tanaman yang telah dibersihkan selanjutnya dimasukkan kedalam oven dengan suhu (70-75°C), lalu di bagian tanaman yang telah di oven selanjutnya dihaluskan dan disaring dengan kehalusan 1 mm. Selanjutnya tanaman didestruksi basah dengan campuran asam sulfat pekat dan hydrogen peroksida. Pengukuran kadar P dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer, dengan rumus perhitungan Serapan P = $\frac{\text{Kadar hara (\%)}}{\text{Bobot kering (g)}}$.

3.5.6 Berat Basah dan Kering Tanaman

Pengamatan berat basah dan kering tanaman kakao dilakukan pada tahap akhir pengamatan (minggu ke-8) dari 2 tanaman diambil sampel pada setiap perlakuan dan ulangan. Pengamatan dilakukan dengan cara memotong dan

memisahkan tajuk dan akar lalu dibersihkan menggunakan air yang mengalir. Berat basah partisi didapatkan dengan cara menimbang bagian (akar dan tajuk) dengan menggunakan timbangan analitik.

Pengamatan berat kering merupakan tahap lanjutan dari pengamatan berat basah tanaman. Tanaman yang telah ditimbang kemudian langsung dikeringkan ke dalam oven selama 48 jam dengan suhu 70° C. Selanjutnya tahap akhir ialah bagian partisi tanaman ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik.

3.5.7 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sidik ragam (*Analisis of Varian*) dengan model matematis Rancangan Acak Lengkap Faktorial (Dua Faktor) yaitu :

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_j + \alpha_k + (\tau\alpha)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke-j dan perlakuan ke-k pada ulangan ke-i

μ = Nilai tengah umum

τ_j = Pengaruh perlakuan (faktor pertama) ke-j (x = 1, 2, 3)

α_k = Pengaruh perlakuan (faktor kedua) ke-k (y = 1, 2, 3)

$(\tau\alpha)_{jk}$ = Interaksi faktor A dan B

ϵ_{ijk} = Error akibat perlakuan ke-j dan perlakuan ke-i

i = 1,2,...,u (u = ulangan)

j = 1,2,...,p ke-1 (p = perlakuan ke-1)

k = 1,2,...,p ke-2 (p = perlakuan ke-2)

Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata, selanjutnya akan dilakukan analisis lanjut menggunakan uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5% untuk menentukan pengaruh perlakuan yang sangat dominan.

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Media tanam yang digunakan adalah tanah subsoil yang berasal dari desa Sucopangepok, Jelbuk, Jember. Tanah subsoil adalah tanah yang tidak memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dengan kandungan unsur hara yang cukup rendah. Untuk dapat memperbaiki kandungan unsur hara pada tanah subsoil adalah dengan cara pemberian pembenahan pada tanah. Berikut adalah tabel analisis awal kandungan unsur hara pada tanah.

Tabel 4.1 Hasil analisis kandungan tanah

No.	Jenis	Hasil analisis tanah					
		KA (%)	pH H ₂ O	Corg. (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O Cmol(+)Kg
1.	Tanah	17,62	6,5	1,9	0,10	52	1,87

Keterangan: Analisis dilakukan di Laboratorium PTPN XI Puslit Sukosari Lumajang

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui mengenai kandungan dari hasil analisis tanah sebelum digunakan sebagai bahan untuk media tanam yaitu: Nitrogen sebesar 0,10%, dan K₂O sebesar 1,97 masih dalam penilaian kategori rendah dan belum memenuhi kriteria hasil analisis tanah menurut Balai Penelitian Tanah. Kandungan unsur hara P pada tanah dapat membantu proses pertumbuhan tanaman secara maksimal. Pemberian Mikoriza pada tanah diharapkan mampu meningkatkan penyerapan kandungan unsur hara P pada tanah dan dapat menjaga kandungan unsur hara lainnya yang tersedia pada tanah. Pemberian Tepung tulang diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kakao pada kondisi tanah yang kekurangan unsur hara.

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan interaksi antara faktor variabel pengamatan berat basah tanaman kakao, infeksi mikoriza pada akar tanaman kakao, kandungan P tersedia pada tanah, dan serapan P pada tanaman kakao. Terdapat hasil yang berbeda nyata pada dosis perlakuan tunggal fungi mikoriza arbuskula pada variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, berat segar tanaman, berat kering tanaman, volume akar, infeksi fungi

mikoriza arbuskula, kandungan P tersedia pada tanah, serapan P pada tanaman, dan pemberian dosis perlakuan tunggal fungsi mikoriza arbuskula menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pada variabel pengamatan volume akar tanaman kakao. Pada perlakuan dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan tinggi tanaman kakao, jumlah daun tanaman kakao, bobot kering tanaman kakao, infeksi mikoriza pada tanaman, kandungan P tersedia pada tanah, serapan P pada tanaman, dan pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pada variabel pengamatan diameter batang tanaman, panjang akar, volume akar, dan bobot segar tanaman. Hal ini dapat dilihat pada hasil tabel F hitung pada setiap variabel pengamatan yang ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Hasil nilai F hitung setiap variabel pengamatan

Variabel	F Hitung		
	Mikoriza Arbuskula	Tepung Tulang	Interaksi M X T
Tinggi Tanaman	10,63**	4,01*	2,31 ^{ns}
Jumlah Daun	12,05**	7,38*	2,72 ^{ns}
Diameter Batang	23,13**	4,12**	0,45 ^{ns}
Volume Akar	3,71*	0,39 ^{ns}	1,75 ^{ns}
P Tersedia Tanah	38,56**	149,3**	54,91**
Infeksi Mikoriza	835,75**	13,6**	36,90**
Serapan P	14,1**	16,88**	7,09**
Berat Basah	9,59**	3,95*	3,14*
Berat Kering	11,83**	4,16*	2,35 ^{ns}

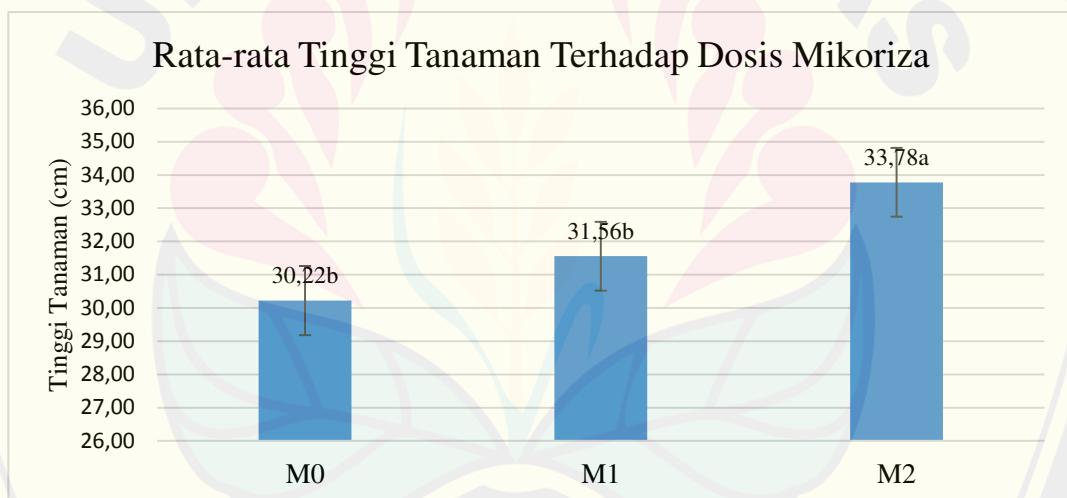
Keterangan : **berbeda sangat nyata, *berbeda nyata, ns berbeda tidak nyata.

Bedasarkan hasil ANOVA (Analysis of Variance), menunjukkan bahwa pemberian fungsi mikoriza arbuskula dengan dosis 0 g, 40 g, dan 60 g, memberikan hasil yang berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, P tersedia tanah, infeksi mikoriza pada akar, serapan P, berat basah, berat kering, sedangkan hasil berbeda nyata terdapat pada variabel pengamatan volume akar, dan hasil berbeda tidak nyata terdapat

pada variabel pengamatan panjang akar. Berdasarkan hasil ANOVA (Analysis of Variance) pada pemberian tepung tulang dengan dosis 0 g, 20 g, dan 30 g, memberikan hasil yang berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan P tersedia tanah, Infeksi mikoriza pada tanaman, serapan P, sedangkan hasil berbeda nyata terdapat pada variabel pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering, dan hasil berbeda tidak nyata terdapat pada variabel pengamatan diameter batang, panjang akar, dan volume akar.

4.1.1 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis mikoriza dan pemberian dosis tepung tulang tidak menunjukkan adanya interaksi antar perlakuan, namun pengaruh pemberian dosis mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis mikoriza terhadap tinggi tanaman dapat dilihat pada gambar berikut.



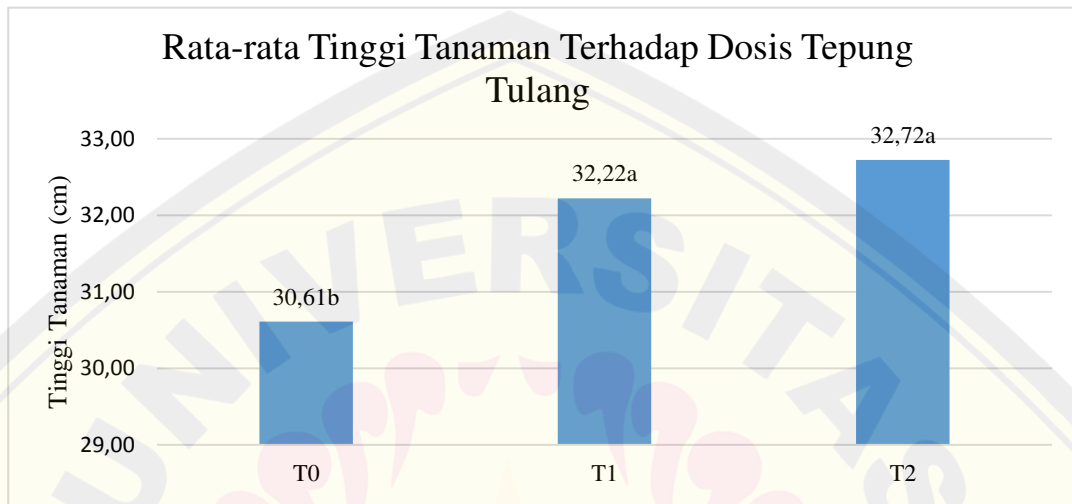
Gambar 4.1.1.1 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Tinggi Tanaman Bibit Kakao

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%.

Berdasarkan gambar 4.1.1.1, perlakuan pemberian dosis mikoriza M2 memberikan rata-rata jumlah tinggi tanaman tertinggi yaitu 33,78 cm sedangkan perlakuan M0 memberikan hasil dengan jumlah tinggi tanaman terendah yaitu 30,22 cm. Pada taraf lainnya yaitu pada perlakuan M1 memiliki rata-rata nilai tinggi tanaman sebesar 31,56 cm. Berdasarkan hasil UJD 5%, perlakuan M2 dan

M1 menunjukkan hasil yang berbeda nyata, namun pada perlakuan M1 dan M0 memberikan hasil yang berbeda nyata.

Faktor pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada variabel tinggi tanaman. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap tinggi tanaman dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1.1 2 Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Terhadap Tinggi Tanaman Bibit Kakao

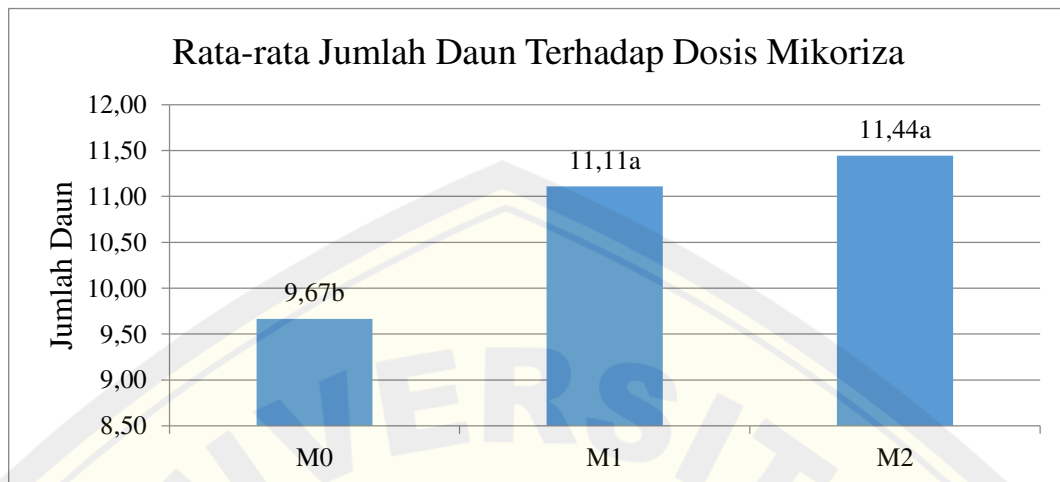
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%.

Hasil analisis data pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman menunjukkan bahwa dosis tepung tulang T2 menunjukkan hasil yang terbaik, karena memberikan hasil rata-rata nilai tinggi tanaman sebesar 32,72 cm, sedangkan nilai tinggi tanaman terendah terdapat pada dosis tepung tulang T0 sebesar 30,61 cm. Pada taraf pemberian dosis tepung tulang T1 memberikan hasil rata-rata nilai tinggi tanaman sebesar 32,22 cm. Berdasarkan hasil UJD 5%, perlakuan T2 dan T1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan T2 dan T1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan T0.

4.1.2 Jumlah Daun

Hasil analisis terhadap jumlah daun tanaman bibit kakao menunjukkan tidak adanya interaksi antar perlakuan pemberian dosis mikoriza dengan pemberian dosis tepung tulang. Akan tetapi faktor pemberian dosis mikoriza menunjukkan

hasil yang berbeda nyata. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis mikoriza terhadap jumlah daun dapat dilihat pada gambar berikut.

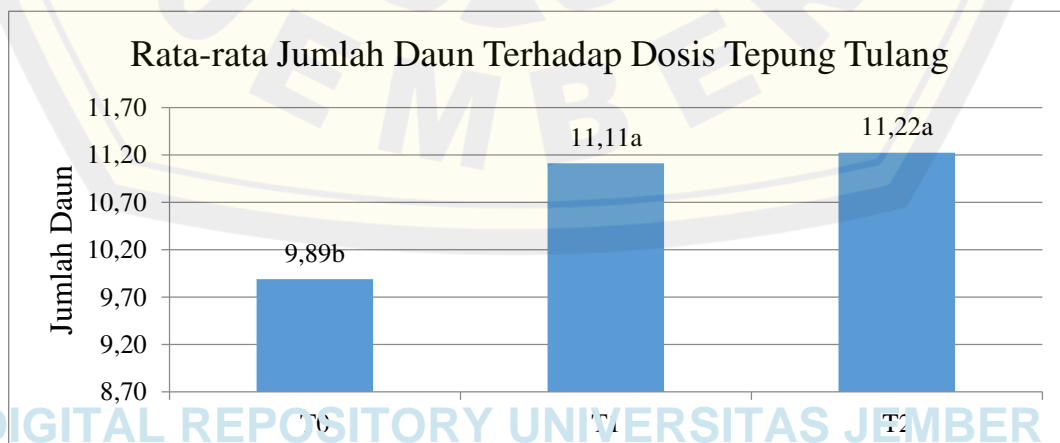


Gambar 4.1.2 1 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Jumlah Daun Bibit Kakao

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata Ujd 5%

Berdasarkan Gambar 4.1.2.1, perlakuan pemberian dosis mikoriza M2 memberikan rata-rata jumlah daun dengan nilai tertinggi yaitu sebanyak 11,44 helai, sedangkan perlakuan M0 memberikan hasil dengan jumlah nilai terendah yaitu sebanyak 9,67 helai. Pada taraf lainnya yaitu pada perlakuan M1 memiliki rata-rata jumlah daun sebanyak 11,11 helai. Berdasarkan hasil UJD 5%, perlakuan M2 dan M1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan M2 dan M1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan M0.

Faktor pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada variabel jumlah daun. Hasil analisis pengaruh pemberian tepung tulang terhadap jumlah daun dapat dilihat pada gambar berikut.



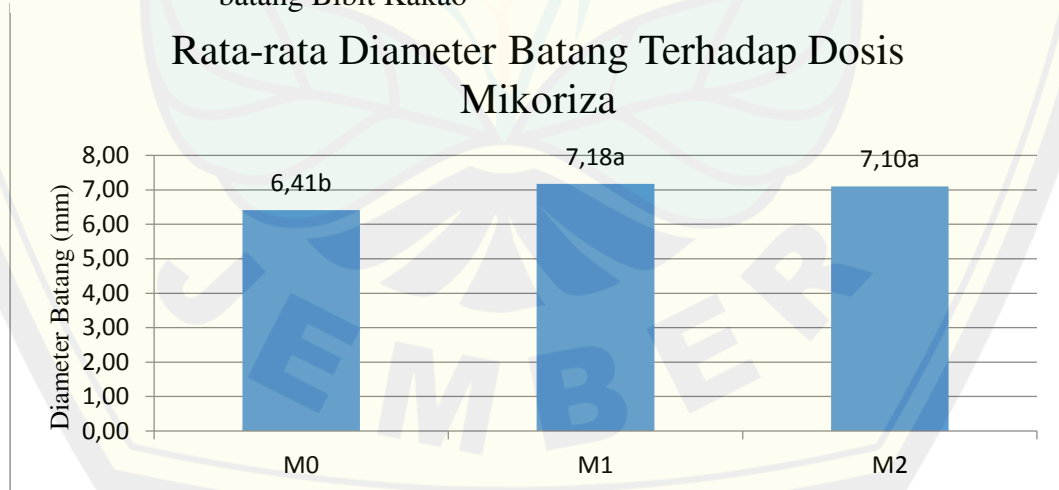
Gambar 4.1.2 2 Pengaruh Pemberian Tepung Tulang Terhadap Jumlah Daun Bibit
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata Ujd 5%

Hasil analisis data pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap jumlah daun menunjukkan bahwa pemberian dosis tepung tulang M2 menunjukkan hasil yang terbaik karena memberikan hasil rata-rata jumlah daun terbanyak yaitu 11,22 helai, sedangkan jumlah daun yang paling rendah terdapat pada perlakuan pemberian dosis tepung tulang T0 yaitu sebanyak 9,89 helai. Pada taraf pemberian dosis tepung tulang T1 memberikan hasil rata-rata jumlah daun sebanyak 11,11 helai. Berdasarkan hasil UJD 5%, perlakuan T2 dan T1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan T2 dan T1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan T0.

4.1.3 Diameter Batang

Hasil analisis terhadap jumlah diameter batang tanaman bibit kakao menunjukkan tidak adanya interaksi antar perlakuan pemberian dosis mikoriza dengan pemberian dosis tepung tulang. Akan tetapi pemberian dosis mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis mikoriza terhadap diameter batang dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 4.1.3.1 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Jumlah diameter batang Bibit Kakao

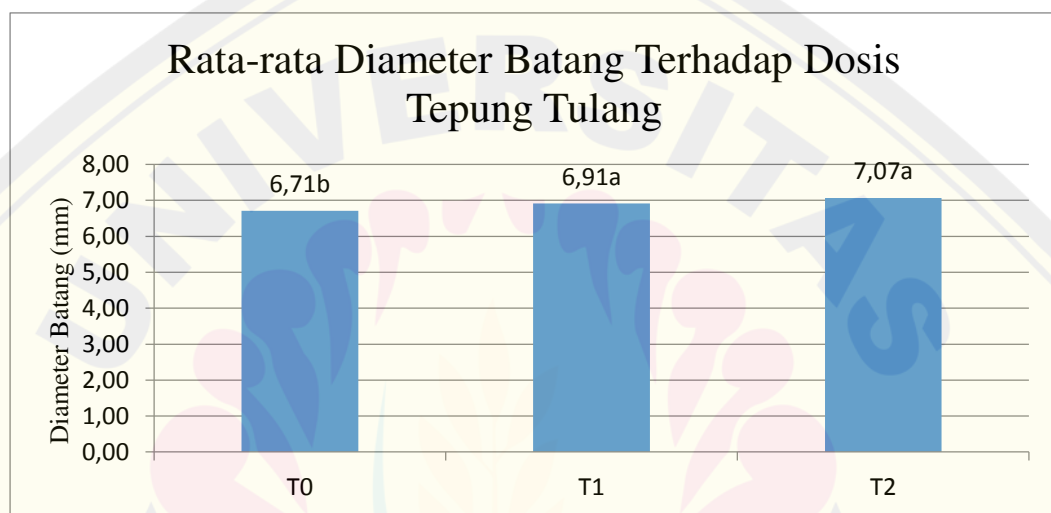


Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata Ujd 5%

Berdasarkan Gambar 4.1.3.1, perlakuan pemberian dosis mikoriza M1 memberikan rata-rata nilai diameter batang tertinggi yaitu sebesar 7,18 mm,

sedangkan perlakuan M0 memberikan hasil nilai diameter batang terendah yaitu sebesar 6,41 mm. Pada taraf lainnya yaitu pada perlakuan M2 memiliki rata-rata nilai diameter batang sebesar 7,18 mm. Berdasarkan hasil UJD 5% perlakuan M1 dan M2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan M1 dan M2 memberikan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan M0.

Pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada variabel diameter batang. Hasil analisis pengaruh pemberian tepung tulang terhadap diameter batang dapat dilihat pada gambar berikut

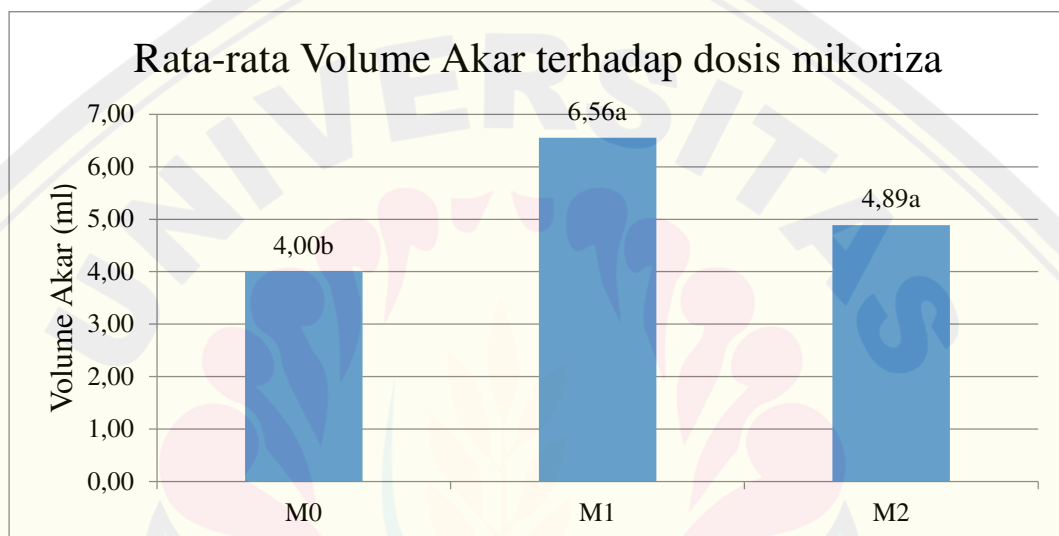


Gambar 4.1.3.2 Pengaruh Pemberian Dosis Tepung tulang Terhadap Jumlah diameter batang Bibit Kakao
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata Ujd 5%.

Hasil analisis data pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap jumlah diameter batang menunjukkan bahwa pemberian dosis tepung tulang T2 menunjukkan hasil yang terbaik karena memberikan hasil rata-rata diameter batang terbesar yaitu 7,07 mm, sedangkan diameter batang yang paling rendah terdapat pada perlakuan pemberian dosis tepung tulang T0 yaitu sebanyak 6,71 mm. Pada taraf pemberian dosis tepung tulang T1 memberikan hasil rata-rata diameter batang sebesar 6,91 mm. Berdasarkan hasil UJD 5%, perlakuan T2 dan T1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan T2 dan T1 memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan T0.

4.1.4 Volume Akar

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis mikoriza dan pemberian dosis tepung tulang tidak menunjukkan adanya interaksi antar perlakuan, namun pengaruh faktor pemberian dosis mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan volume akar, sedangkan pengaruh faktor pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis mikoriza terhadap volume akar dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1.4.1 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Volume Akar Bibit Kakao

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata Ujd 5%

Berdasarkan Gambar 4.1.4.1, perlakuan pemberian dosis mikoriza M1 memberikan rata-rata nilai volume akar tertinggi yaitu sebesar 6,56 mm, sedangkan perlakuan M0 memberikan hasil nilai volume akar terendah yaitu sebesar 4,00 mm. Pada taraf lainnya yaitu pada perlakuan M2 memiliki rata-rata nilai volume akar sebesar 4,89 mm. Berdasarkan hasil UJD 5% perlakuan M1 dan M2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan M1 dan M2 memberikan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan M0.

4.1.5 P Tersedia

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukkan adanya interaksi antara dosis fungi mikoriza dengan pemberian tepung tulang. Hasil analisis interaksi

antara perlakuan fungi mikoriza dengan pemberian tepung tulang terhadap variabel pengamatan P tersedia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1.5 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap P Tersedia

No	Dosis Mikoriza	Dosis Tepung Tulang		
		T0	T1 (20 gram)	T2 (30 gram)
1	M0	16,96b	21,36a	17,16b
		A	A	C
2	M1 (40 gram)	9,58c	18,27a	23,14b
		B	B	A
3	M2 (60 gram)	17,00c	26,42a	20,99b
		A	C	B

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%. Huruf non kapital dibaca horizontal (membandingkan pengaruh dosis POC pada taraf lama fermentasi yang sama), huruf kapital dibaca vertikal (membandingkan pengaruh lama fermentasi pada taraf dosis POC yang sama).

Berdasarkan pada tabel 4.1.5 perlakuan dosis cendawan mikoriza 60 mg/tanaman dan pemberian tepung tulang dosis 30 g/polybag (M2T1) menghasilkan kandungan P tersedia dengan nilai tertinggi sebesar 26,42%, sedangkan perlakuan dengan dosis fungi mikoriza 40 g/polybag dan pemberian tepung tulang dosis 0 g/polybag (M1T0) menghasilkan kandungan P tersedia terendah sebesar 9,58%. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi dosis fungi mikoriza dan tepung tulang memiliki pengaruh yang berbeda sangat nyata pada derajat infeksi mikoriza. Hasil UJD 5% pada pengaruh interaksi dosis fungi mikoriza dan tepung tulang menunjukkan bahwa pada perlakuan M0 yang sama, perlakuan dengan hasil analisis kandungan P tersedia terbaik yaitu pada T1 sebesar 21,36% yang berbeda nyata dengan perlakuan T0 dan T2, tetapi pada perlakuan T0 dan T2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Sementara pada perlakuan M1 yang sama, hasil analisis kandungan P tersedia terbaik terdapat pada perlakuan T2 yaitu sebesar 23,14%, yang berbeda nyata T0 dan T1. Hasil analisis kandungan P tersedia terbaik pada perlakuan M2 yang sama, terdapat pada perlakuan T1 yaitu sebesar 26,42%, yang berbeda nyata dengan perlakuan T0 dan T2. Sementara pada perlakuan T0 yang sama, perlakuan dengan hasil analisis P tersedia terbaik yaitu pada perlakuan M2 sebesar 17,00%,

yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M1, namun pada perlakuan M0 dan M1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil analisis P tersedia pada perlakuan T1 yang sama, perlakuan terbaik terdapat pada M2 yaitu sebesar 26,42% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M1. Sedangkan pada perlakuan T2 yang sama perlakuan dengan hasil analisis P tersedia terbaik terdapat pada M1 yaitu sebesar 23,14% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M2.

4.1.6 Derajat Infeksi Mikoriza

Mikoriza merupakan fungi yang dapat berasosiasi dengan akar tanaman dengan cara saling menguntungkan, beberapa fungi dapat tumbuh dan hidup sebagai parasit pada akar tanaman. Miselium yang berasal dari mikoriza akan membentuk semacam lapisan yang dapat menyelimuti permukaan akar, dan dapat menguntungkan tanaman dan fungi mikoriza. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil statistik derajat infeksi mikoriza dengan penambahan tepung tulang, terdapat interaksi antara perlakuan fungi mikoriza arbuskula dan tepung tulang. Faktor pemberian fungi mikoriza dan tepung tulang memberikan hasil yang berbeda sangat nyata. Hasil uji lanjut Duncan pada pengaruh interaksi dengan pemberian dosis fungi mikoriza dan tepung tulang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1.6 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap Infeksi Akar Bibit Kakao (%)

No	Dosis Mikoriza	Dosis Tepung Tulang		
		T0	T1 (20 gram)	T2 (30 gram)
1	M0	0a	6,63a	4,43a
		C	A	B
2	M1 (40 gram)	78,87a	64,40c	54,4b
		C	B	A
3	M2 (60 gram)	55,50c	89,97a	77,73b
		C	B	A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%. Huruf non kapital dibaca horizontal (membandingkan pengaruh dosis POC pada taraf lama fermentasi

yang sama), huruf kapital dibaca vertikal (membandingkan pengaruh lama fermentasi pada taraf dosis POC yang sama).

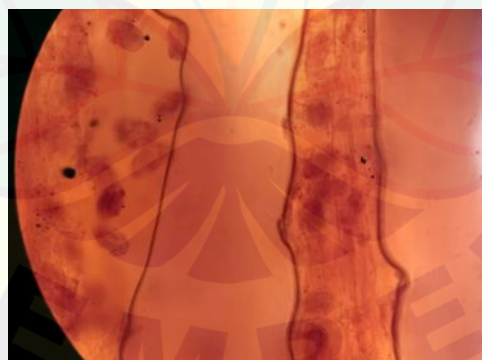
Berdasarkan pada tabel 4.1.6 perlakuan dosis cendawan mikoriza dan pemberian tepung tulang dosis 60 g/polybag (M2T1) menghasilkan derajat infeksi mikoriza dengan nilai tertinggi sebesar 89,7%, sedangkan perlakuan dengan dosis cendawan mikoriza dan pemberian tepung tulang dosis 0 g/polybag (M0T2) menghasilkan derajat infeksi mikoriza terendah sebesar 4,43%. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi dosis fungi mikoriza dan tepung tulang memiliki pengaruh yang berbeda sangat nyata pada derajat infeksi mikoriza. Hasil UJD 5% terdapat interaksi antara dosis fungi mikoriza dan pemberian tepung tulang menunjukkan bahwa pada perlakuan M0 yang sama, perlakuan dengan derajat infeksi mikoriza terbaik yaitu T1 sebesar 6,63% yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan T0 dan T2. Sementara pada perlakuan M1 yang sama, perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan T0 yaitu sebesar 78,87% yang berbeda nyata dengan perlakuan T1 dan T2. Derajat infeksi mikoriza pada perlakuan M2 yang sama, perlakuan dengan derajat infeksi mikoriza terbaik yaitu T1 yaitu sebesar 89,97% yang berbeda nyata dengan perlakuan T0 dan T2. Sementara pada perlakuan T0 yang sama, perlakuan dengan derajat infeksi mikoriza terbaik yaitu M1 sebesar 78,87% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M2. Derajat infeksi mikoriza pada perlakuan T1 yang sama, perlakuan terbaik terdapat pada M2 yaitu sebesar 89,97% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 namun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan M2, dan pada perlakuan T2 yang sama perlakuan dengan derajat infeksi mikoriza terbaik terdapat pada M2 yaitu sebesar 77,73% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 tetapi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan M1.

Pemberian fungi mikoriza pada akar tanaman akan membantu tanaman dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Suharno dkk (2020), fungi mikoriza berperan penting untuk meningkatkan efisiensi dalam penyerapan unsur hara (terutama fosfor) dan berbagai mikronutrien lainnya, selain itu fungi mikoriza mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara yang diserap oleh tanaman,

termasuk pada lahan marginal. Akar tanaman yang bermikoriza akan mengeksplorasi tanah lebih luas sehingga mampu mengambil fosfat yang terikat melalui miselia di rhizosfer akar tanaman. Proses simbiosis akar fungi mikoriza dengan akar tanaman diawali dengan menempelnya spora pada akar tanaman. Sebagian besar spora pada fungi mikoriza berbentuk bulat, dan dapat berkembang biak jika berasosiasi dengan akar tanaman. Spora fungi mikoriza terbentuk pada ujung hifa, spora dapat dibentuk secara tunggal dan berkelompok di dalam sporokarp tergantung dengan jenis fungsinya. Spora dapat hidup didalam tanah dengan waktu yang cukup lama, dan spora dapat dimanfaatkan sebagai inokulum dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Contoh dari akar tanaman yang telah terinfeksi fungi mikoriza dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1.6.1 Akar tidak terinfeksi mikoriza



Gambar 4.1.6 2 Akar terinfeksi mikoriza

4.1.7 Serapan P

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukkan adanya interaksi antara dosis fungi mikoriza dengan pemberian tepung tulang. Hasil analisis interaksi

antara perlakuan fungi mikoriza dengan pemberian tepung tulang terhadap variabel pengamatan serapan P dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1.7 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang Terhadap Serapan P

No	Dosis Mikoriza	Dosis Tepung Tulang		
		T0	T1 (20 gram)	T2 (30 gram)
1	M0	68,22b	121,22a	62,86b
		A	B	C
2	M1 (40 gram)	61,35c	129,18b	231,53a
		A	C	A
3	M2 (60 gram)	96,20b	247,32a	184,49a
		A	A	B

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%. Huruf non kapital dibaca horizontal (membandingkan pengaruh dosis POC pada taraf lama fermentasi yang sama), huruf kapital dibaca vertikal (membandingkan pengaruh lama fermentasi pada taraf dosis POC yang sama).

Berdasarkan pada tabel 4.1.7, perlakuan dosis fungi mikoriza dan pemberian tepung tulang dengan dosis fungi mikoriza 60 g/polybag dan tepung tulang 20 g/polybag (M2T1) menghasilkan jumlah serapan P sebesar 247,32% sedangkan perlakuan perlakuan dengan dosis pemberian fungi mikoriza 40 mg/tanaman dan tepung tulang 0 g/polybag (M1T0) menghasilkan jumlah serapan P terendah yaitu sebesar 61,35%. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara dosis fungi mikoriza dengan pemberian tepung tulang memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada variabel pengamatan serapan P. Hasil UJD 5% pada pengaruh dosis fungi mikoriza dan pemberian tepung tulang menunjukkan bahwa pada perlakuan M0 yang sama, perlakuan dengan serapan P terbaik terdapat pada perlakuan T1 yaitu sebesar 121,22% menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan antara T0 dan T2, tetapi pada perlakuan T0 dan T2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Sementara pada perlakuan M1 yang sama, perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan T2 sebesar 231,53% yang menunjukkan hasil berbeda nyata pada perlakuan T0 dan T1. Pada perlakuan M2 yang sama, perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan

T1 yaitu sebesar 247,32%, yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan T0, tetapi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2. Perlakuan terbaik pada T0 yang sama, perlakuan dengan serapan P terbaik terdapat pada perlakuan M2 yaitu sebesar 96,20% tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M1. Sementara pada perlakuan T1 yang sama perlakuan dengan serapan P terbaik terdapat pada M2 yaitu sebesar 247,32% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M1. Perlakuan dengan serapan P terbaik terdapat pada perlakuan T2 yang sama terdapat pada perlakuan M1 yaitu sebesar 231,53% yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan M2.

4.1.8 Berat Basah Tanaman

Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza dan perlakuan dosis tepung tulang menunjukkan bahwa adanya interaksi antar perlakuan terhadap berat segar bibit kakao. Berikut merupakan hasil UJD 5% pada pengaruh interaksi dosis mikoriza dan pengaruh dosis tepung tulang terhadap jumlah berat segar bibit kakao yang dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4.1.8 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza dan Dosis Tepung Tulang

Terhadap Berat Segar Bibit Kakao

No	Dosis Mikoriza	Dosis Tepung Tulang		
		T0	T1 (20 gram)	T2 (30 gram)
1	M0	26,33a	28,33a	19,67a
		A	B	B
2	M1 (40 gram)	31,33c	42,67a	36,67b
		A	A	A
3	M2 (60 gram)	26,33b	41,00a	49,00a
		A	A	A

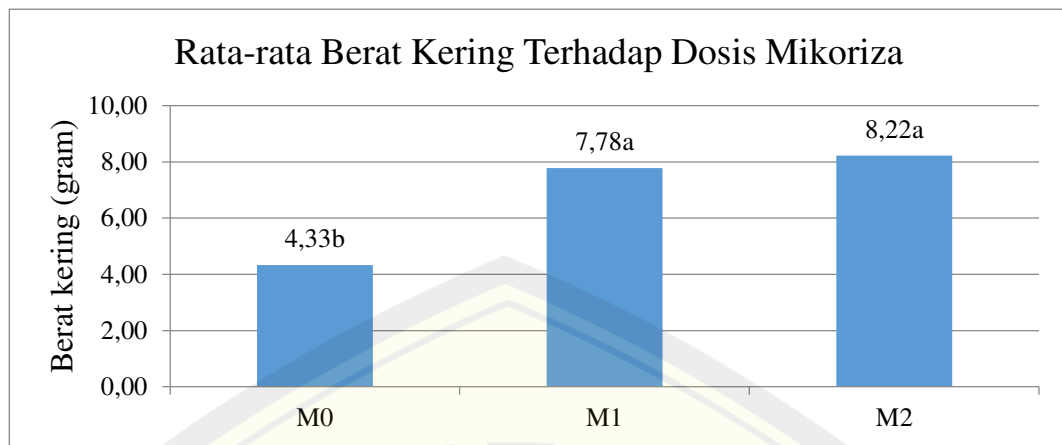
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%. Huruf non kapital dibaca horizontal (membandingkan pengaruh dosis POC pada taraf lama fermentasi yang sama), huruf kapital dibaca vertikal (membandingkan pengaruh lama fermentasi pada taraf dosis POC yang sama).

Berdasarkan pada Tabel 4.1.8, perlakuan pemberian dosis mikoriza dan dosis tepung tulang 40 g/polybag (M2T2) menghasilkan rerata berat segar tanaman sebesar 49,00 g/tanaman, sedangkan perlakuan dosis mikoriza 40

g/polybag dan dosis tepung tulang 0 g/polybag (M1T2) menghasilkan rerata berat segar bibit kakao yaitu sebesar 19,6 g/tanaman. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pemberian dosis mikoriza dan dosis tepung tulang memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada berat segar bibit kakao. Hasil UJD 5% pada pengaruh interaksi perlakuan pemberian dosis mikoriza dan dosis tepung tulang menunjukkan bahwa pada perlakuan M0 yang sama, perlakuan dengan berat segar tanaman terbaik yaitu pada perlakuan T1 sebesar 28,33 g/tanaman namun tidak berbeda nyata pada perlakuan T0 dan T2. Sementara pada perlakuan M1 yang sama, perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan T1 yaitu sebesar 42,67 g/tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan T2, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan T0. Berat segar tanaman pada perlakuan M2 yang sama, untuk perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan T2 yaitu sebesar 49,00 g/tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan T0 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan T1. Perlakuan terbaik pada T0 yang sama terdapat pada perlakuan M1 yaitu sebesar 31,33 g/tanaman yang menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan perlakuan M0 dan M2. Sementara pada perlakuan T1 yang sama, perlakuan dengan berat segar tanaman terbaik yaitu pada perlakuan M1 sebesar 31,33 g/tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 namun pada perlakuan M2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan T2 yang sama, perlakuan dengan hasil berat segar tanaman terbaik yaitu pada perlakuan T2 sebesar 49,00 g/tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan M1.

4.1.9 Berat Kering Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis mikoriza dan pemberian dosis tepung tulang tidak menunjukkan adanya interaksi antar perlakuan, namun pengaruh tunggal pemberian dosis mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis mikoriza terhadap berat kering tanaman dapat dilihat pada gambar berikut

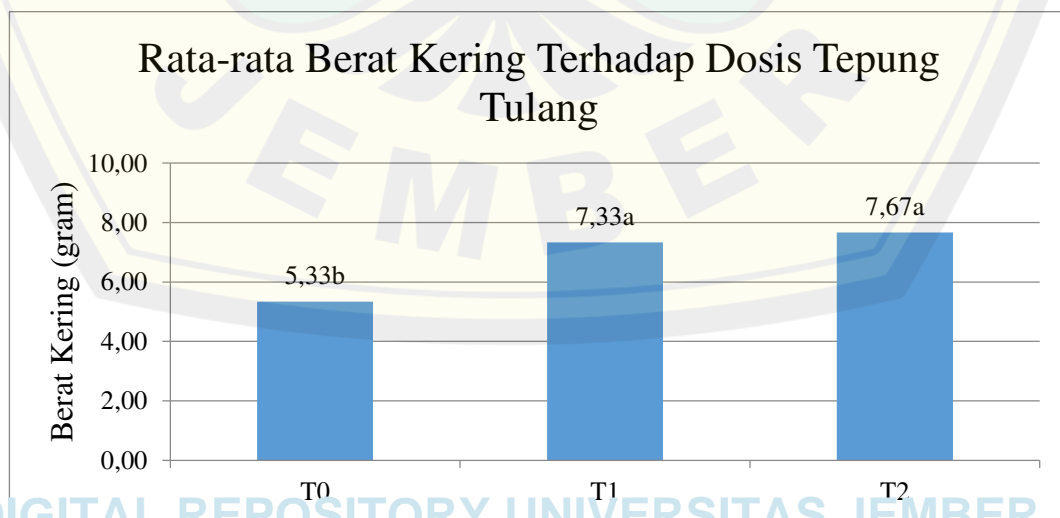


Gambar 4.1.9.1 Pengaruh Pemberian Dosis Mikoriza Terhadap Berat Kering Tanaman Bibit Kakao.

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%.

Berdasarkan Gambar 4.1.9.1 perlakuan pemberian dosis mikoriza M2 memberikan rata-rata jumlah berat kering tanaman tertinggi yaitu 8,22 g sedangkan pada perlakuan pemberian dosis mikoriza M0 memberikan hasil jumlah berat kering tanaman terendah yaitu sebesar 4,33 g/tanaman. Pada taraf perlakuan lainnya yaitu pada perlakuan M1 memiliki rata-rata jumlah berat kering tanaman sebesar 7,78 g/tanaman. Berdasarkan hasil UJD 5% perlakuan M1 dan M2 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan M1 dan M2 memberikan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan M0.

Faktor pemberian dosis tepung tulang menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap berat kering tanaman. Hasil analisis pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap berat kering tanaman dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1.9.2 Pengaruh Pemberian Dosis Tepung Tulang Terhadap Berat Kering Tanaman Bibit Kakao.

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada UJD 5%.

Hasil analisis data pengaruh pemberian dosis tepung tulang terhadap berat kering tanaman menunjukkan bahwa pemberian dosis tepung ulang T2 menunjukkan hasil yang terbaik karena memberikan hasil rata-rata jumlah berat kering tanaman tertinggi yaitu sebesar 7,67 g/tanaman, sedangkan jumlah berat kering tanaman yang terendah terdapat pada pemberian dosis tepung tulang T0 yaitu sebesar 5,33 g/tanaman. pada taraf pemberian dosis tepung tulang T1 memberikan hasil rata-rata jumlah berat kering tanaman sebesar 7,33 g/tanaman. Berdasarkan hasil UJD 5% perlakuan T2 dan T1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan T2 dan T1 memberikan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan T0.

4.2 Pembahasan

Pupuk merupakan suatu bahan yang mengandung berbagai macam bentuk unsur hara, baik yang berbentuk organik atau anorganik yang dibutuhkan oleh tanaman dengan cara menambahkan pupuk ke media tanaman untuk memenuhi kebutuhan unsur hara pada tanaman untuk meningkatkan produksi tanaman. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman adalah dengan cara pemupukan. Pemupukan adalah suatu tindakan yang dilakukan dengan cara memberikan atau menambahkan berbagai macam unsur hara, baik secara langsung maupun tidak langsung dengan tujuan untuk meningkatkan dan memenuhi nutrisi yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Pemilihan bahan tanam yang baik untuk proses pemupukan adalah salah satu faktor yang dapat meningkatkan produksi tanaman. penggunaan pupuk dengan kandungan bahan organik adalah cara yang dapat dilakukan untuk proses pemupukan. Menurut Rajiman. (2020) penggunaan bahan organik dalam proses pemupukan dapat meningkatkan kesuburan tanah, dengan cara menyediakan unsur hara makro dan mikro, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya menahan tanah,

memperbaiki kehidupan biologi tanah, meningkatkan daya menahan air, sehingga tanah mampu menyediakan air menjadi lebih baik.

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan satu dari sekian banyak jenis mikoriza yang dapat berasosiasi dengan sistem perakaran pada tanaman. FMA mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara menginduksi akar yang menyebabkan pembesaran pada sistem akar, sehingga luas pada permukaan akar akan mengabsorpsi unsur hara P menjadi lebih besar. Dengan sistem perakaran yang menjadi lebih besar, oleh karena itu akar akan lebih mudah dalam melakukan penyerapan unsur hara. Pemberian fungi mikoriza arbuskula pada akar tanaman kakao akan membantu dalam memenuhi kebutuhan unsur hara, dengan meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman, yang dapat membantu tanaman kakao dalam membentuk organ-organ pada tanaman menjadi tumbuh lebih sempurna Darlin dkk, (2020).

Tepung tulang merupakan limbah yang dihasilkan dari rumah potong hewan, yang dapat diolah menjadi bahan tanam dalam proses budidaya tanaman. salah satu limbah dari tepung tulang adalah limbah tulang sapi. Menurut Haris dkk, (2016) kandungan yang terdapat dalam tepung tulang sapi yaitu kalsium (Ca) dan fosfor (P), yang merupakan kandungan senyawa tertinggi pada tepung tulang dengan nilai Ca sebesar 7,07% dan P sebesar 2,09%. Penggunaan tepung tulang sapi pada proses pembibitan tanaman kakao adalah sebagai sumber hara P yang alami untuk menggantikan penggunaan pupuk anorganik. Dengan kandungan senyawa kimia yang cukup tinggi pada tepung tulang sapi, maka tepung tulang sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan tanam organik, untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kakao.

4.2.1 Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula dan Penambahan tepung Tulang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bibit kakao

Berdasarkan hasil F hitung ANOVA menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antara pemberian fungi mikoriza arbuskula dan tepung tulang terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bibit kakao. Terdapat hasil yang sangat berbeda nyata pada pemberian perlakuan dosis FMA dan hasil yang berbeda nyata pada pemberian perlakuan tepung tulang. Hasil dengan nilai tertinggi pada variabel

pengamatan tinggi tanaman terdapat pada perlakuan M2 menghasilkan tinggi tanaman sebesar 33,78 cm, sedangkan nilai terendah pada variabel pengamatan tinggi tanaman terdapat pada perlakuan M0 menghasilkan tinggi tanaman sebesar 30,22 cm. Pemberian FMA dengan dosis 60 g/polybag menghasilkan nilai tertinggi pada tinggi tanaman bibit kakao, hal ini dikarenakan akar pada tanaman bibit kakao dapat menyerap unsur hara menjadi lebih banyak. Tanaman yang dapat menyerap unsur hara lebih banyak akan mampu tumbuh lebih tinggi, hal ini bertujuan agar tanaman dapat melakukan proses penyerapan sinar matahari, yang dapat membantu tanaman dalam proses fotosintesis. Menurut Erdayana dkk, (2021), pemberian dosis FMA dengan jumlah yang lebih besar akan meningkatkan kemampuan mikoriza dalam membentuk simbiosis dengan akar bibit kakao, sehingga mikoriza mampu menyerap unsur hara dan air, dan meningkatkan hormon zat pengatur tumbuh yang berguna untuk pertumbuhan tanaman bibit kakao. Menurut Pattirane dkk, (2022), menyatakan bahwa FMA mampu meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro, terutama unsur hara nitrogen dan fosfor yang dapat mendukung proses pertumbuhan vegetatif tanaman.

Pemberian tepung tulang pada tanaman bibit kakao dengan dosis 30 g/polybag menghasilkan nilai tertinggi pada variabel pengamatan tinggi tanaman sebesar 33,72 cm, sedangkan nilai terendah pada variabel pengamatan tinggi tanaman terdapat pada perlakuan T0 menghasilkan tinggi tanaman sebesar 30,61 cm. Kandungan unsur hara P yang terdapat pada tepung tulang dapat membantu tanaman dalam melakukan proses fotosintesis yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Amalia dkk, (2017), berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, tepung tulang mengandung unsur hara P sebesar 17,47%. Unsur hara P bagi tanaman berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan akar dan membentuk sistem perakaran. Sehingga dapat mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi lebih dewasa.

Berdasarkan hasil dari variabel pengamatan jumlah daun, hasil analisa menunjukkan tidak adanya interaksi antara pemberian perlakuan FMA dan pemberian perlakuan tepung tulang. Terdapat hasil yang berbeda nyata pada

faktor tunggal pemberian FMA dan pemberian tepung tulang. Perlakuan M2 menunjukkan hasil yang tertinggi pada variabel pengamatan jumlah daun dengan rerata sebanyak 11,44 helai, sedangkan hasil terendah pada variabel pengamatan jumlah daun terdapat pada perlakuan M0 yaitu sebanyak 9,67 helai. Nilai tersebut dapat berbeda dikarenakan pemberian dari dosis tepung tulang yang diberikan ke media tanam. Jumlah daun merupakan fase vegetatif pada tanaman, sehingga pertumbuhan daun secara merata akan menentukan keberhasilan pada suatu sistem budidaya tanaman. Tepung tulang merupakan bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan tanam dalam proses pemupukan yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pada bagian daun. Menurut Moller dan Schulteis. (2014), menyatakan bahwa kandungan unsur hara yang terdapat dalam tepung tulang memiliki jumlah yang cukup tinggi yaitu nitrogen (N) sebesar 7,5%, Fosfor (P) sebesar 8,78%, dan kalium (K) sebesar 0,22%. Menurut Nassaruddin dan Prawansa. (2014), menyatakan bahwa kandungan unsur hara N dan P dalam jaringan daun sangat diperlukan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan daun selama masa perkembangan tunas, kandungan N dan P akan meningkatkan klorofil pada daun yang berfungsi untuk meningkatkan kapasitas fotosintesis daun – daun dewasa. Kandungan yang terdapat pada FMA yaitu auksin, sitokinin, dan giberelin yang merupakan zat pengatur tumbuh dapat merangsang pembesaran sel. Pada tanaman yang bermikoriza akan menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak, sedangkan tanaman yang tidak bermikoriza akan memiliki jumlah daun yang lebih sedikit. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Akbar dkk. (2022), menyatakan bahwa pemberian FMA pada media tanam bibit kakao memberikan hasil yang berbeda nyata pada variabel pengamatan jumlah daun umur bibit umur 60 HST, menghasilkan nilai tertinggi jumlah daun sebanyak 11,12 helai, sedangkan nilai terendah tanpa pemberian FMA menghasilkan jumlah daun sebanyak 8,79 helai.

Berdasarkan dari hasil ANOVA pemberian dosis FMA memberikan hasil yang berbeda nyata pada variabel pengamatan diameter batang bibit kakao. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan M1 dengan dosis 40 g/polybag menghasilkan jumlah diameter batang sebesar 7,18 cm. Sedangkan hasil terendah pada variabel

pengamatan diameter batang terdapat pada perlakuan M0 dengan nilai jumlah diameter batang sebesar 6,41 cm. Pemberian mikoriza sebagai media tanam dapat meningkatkan jumlah diameter batang, ini dikarenakan mikoriza dapat membantu akar dalam menyerap unsur hara dan kandungan air yang terdapat di dalam tanah menjadi lebih optimal pada fase vegetatif. Menurut Nasrullah dkk. (2015) menyatakan bahwa akar yang telah bersimbiosis FMA akan dapat merangsang pertumbuhan akar dan membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dan air yang bertujuan untuk pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan batang pada tanaman kakao sangat dibutuhkan untuk mengalirkan jaringan (*xylem*) ke seluruh bagian tanaman kakao. Batang yang memiliki jumlah yang lebih besar akan memiliki jaringan (*xylem*) yang lebih banyak dibandingkan dengan batang yang memiliki jumlah yang lebih kecil. Semakin tinggi dosis FMA yang diberikan pada tanaman, akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman., hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Darlin dkk. (2020), yang menyatakan bahwa pemberian mikoriza pada bibit kakao memberikan hasil yang berbeda nyata pada diameter batang pada perlakuan M2 dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 4,19 mm dengan umur bibit 42 HST sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan M0 dengan jumlah diameter batang sebesar 3,35 mm pada umur bibit yang sama.

Pemberian tepung tulang pada dosis yang berbeda memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap variabel pengamatan diameter batang bibit kakao. Hasil dengan nilai terbaik pada variabel pengamatan diameter batang dengan pemberian perlakuan tepung tulang terdapat pada perlakuan T2 menghasilkan diameter batang sebesar 7,07 mm. Nilai terendah pada variabel pengamatan diameter batang terhadap pemberian tepung tulang terdapat pada perlakuan T0, menghasilkan jumlah diameter batang sebesar 6,71 mm. pemberian tepung tulang dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao, hal ini dikarenakan kandungan senyawa organik pada tepung dapat menambah unsur hara yang terdapat didalam tanah. kandungan unsur hara yang cukup akan membantu tanaman dalam melakukan proses fotosintesis, dan membantu tanaman dalam penyerapan air. Selain itu penambahan tepung tulang pada tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah, yaitu pada tekstur tanah. Tanah yang memiliki tekstur yang baik akan dapat

menyimpan unsur hara dan air yang terdapat didalam tanah. Menurut Rajiman. (2020), menyatakan bahwa bahan organik mempunyai peran dalam memperbaiki sifat fisika dan kesuburan tanah, selain itu bahan organik memiliki potensi hara yang lengkap dan dibutuhkan oleh tanaman, yaitu unsur hara N,P, dan K.

Volume akar merupakan faktor yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, dan dapat menggambarkan daerah sebaran akar serta metabolisme yang terjadi pada suatu tanaman. berdasarkan hasil F hitung ANOVA menunjukkan bahwa pemberian FMA pada variabel pengamatan volume akar memberikan hasil yang berbeda nyata, sedangkan pemberian tepung tulang pada variabel pengamatan volume menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hasil perlakuan pemberian FMA terbaik pada variabel pengamatan volume akar terdapat pada perlakuan M1 menghasilkan volume akar sebanyak 6,56 ml. Tingginya volume akar pada pemberian FMA dikarenakan adanya perbedaan dosis pemberian FMA pada tanaman. Akar merupakan bagian dari tanaman yang berfungsi sebagai penyerap nutrisi unsur hara dan kandungan air pada tanah. Selanjutnya nutrisi akan terserap oleh bagian lain dari tanaman, sebagai bahan pendukung dalam proses pertumbuhan tanaman. Menurut Kurniawan D. (2021), menyatakan bahwa pemberian dosis mikoriza yang cukup tinggi akan menyebabkan peningkatan aktivitas mikoriza di dalam tanah, tingginya aktivitas mikoriza dapat meningkatkan penyebaran akar semakin luas, sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap volume akar. Semakin banyak jumlah akar yang dihasilkan maka akan dapat meningkatkan volume akar pada tanaman, tingginya volume akar pada tanaman dapat membantu tanaman dalam proses penyerapan unsur hara.

Berat kering pada tanaman merupakan hasil dari proses asimilasi CO₂ yang terjadi pada tanaman selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. berat kering menjadi faktor penting dalam pengukuran dan pertumbuhan tanaman, karena hasil dari berat kering dapat mengetahui berapa jumlah senyawa organik yang terdapat dalam berat kering tanaman. Hasil fotosintesis yang terjadi pada tanaman akan menambah tinggi dari tanaman, semakin tinggi tanaman maka berat kering tanaman akan semakin jumlahnya. Menurut Lizawati dkk. (2014), menyatakan bahwa semakin besar jumlah berat kering pada tanaman akan

menunjukkan adanya proses fotosintesis yang terjadi, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan proses perkembangan sel jaringan semakin tinggi dan cepat. Berdasarkan dari hasil grafik pengamatan berat kering tanaman pada variabel pengamatan berat kering tanaman dengan perlakuan pemberian FMA menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan M2 menghasilkan jumlah berat kering tanaman sebesar 8,22 gram. Sedangkan hasil terendah pada variabel pengamatan berat kering tanaman terdapat pada perlakuan M0 yang menghasilkan jumlah berat kering tanaman sebesar 4.33 gram. Peningkatan jumlah bobot kering tanaman dipengaruhi oleh perbedaan dosis FMA yang diberikan pada tanaman. Tinggi jumlah dosis FMA yang diberikan ke tanaman maka akan menghasilkan jumlah spora yang lebih banyak, dan spora yang terdapat didalam tanah akan dapat menginfeksi akar tanaman. Akar yang telah terinfeksi oleh FMA akan dapat menyerap unsur hara dengan jangkauan serapan yang lebih luas. Menurut Talanca H. (2010), menyatakan bahwa akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara P yang terdapat di dalam tanah, sedangkan akar yang tidak bermikoriza akan sulit untuk menjangkau serapan unsur hara pada tanah. Akar yang bermikoriza akan mempunyai metabolisme energi yang lebih besar, sehingga dapat menyerap unsur hara dengan jumlah yang lebih besar. Selain itu akar yang terinfeksi FMA mempunyai eksudat akar yang sangat berpengaruh terhadap perubahan dalam rhizosfer yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Tanaman yang dapat menyerap unsur hara dalam jumlah yang lebih besar, maka dapat membantu proses fotosintesis pada tanaman. Menurut Wijaya dkk. (2022), menyatakan bahwa akar yang terinfeksi mikoriza akan menghasilkan miselium eksternal yang lebih luas, sehingga akar akan dapat menyerap kandungan nutrisi dan air. Tingginya kandungan unsur hara dan air pada tanaman akan meningkatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih optimal.

Berdasarkan hasil grafik 4.2.9.2 pada variabel pengamatan berat kering tanaman terhadap pemberian dosis FMA menghasilkan nilai tertinggi berat kering tanaman pada perlakuan T2 sebesar 7,67 gram. Sedangkan nilai terendah pada variabel pengamatan berat kering tanaman terdapat pada perlakuan T0 sebesar 5,33 gram. Terjadinya peningkatan berat kering tanaman disebabkan oleh

pemberian tepung tulang sebagai penyedia unsur hara pada tanaman. tepung tulang merupakan bahan organik yang berasal dari limbah tulang sapi. Semakin tinggi dosis tepung tulang yang diberikan pada tanah akan memperbanyak ketersediaan unsur hara pada tanah. bahan organik mempunyai peran untuk memperbaiki sifat fisik tanah serta menambah kesuburan tanah, selain itu bahan organik mengandung unsur hara yang cukup dan dibutuhkan oleh tanaman. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Deydier dkk. (2005) yang menyatakan limbah dari tulang sapi dapat dimanfaatkan menjadi tepung tulang, kandungan unsur hara yang terdapat pada tepung tulang yaitu kalium (K) sebesar 2,5% dan magnesium (Mg) sebesar 0,8%. Kandungan unsur hara K sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk membantu proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis. Tingginya proses fotosintesis pada tanaman akan membantu tanaman dalam proses penyerapan air dan unsur hara. Semakin banyak kandungan air dan unsur hara maka kandungan senyawa organik akan bertambah jumlahnya.

4.2.2 Pengaruh Interaksi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pemberian Tepung Tulang Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao

Berdasarkan tabel F hitung ANOVA terdapat interaksi antara jenis FMA dengan dosis tepung tulang terhadap variabel pengamatan infeksi akar bibit kakao. FMA mempunyai kemampuan untuk menyerap unsur hara dengan jangkauan sebaran yang lebih luas melalui akar. Tepung tulang merupakan bahan organik yang dapat menyediakan unsur hara yang diserap oleh akar sebagai kandungan nutrisi oleh tanaman untuk proses pertumbuhan. Tepung tulang mengandung unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman yaitu unsur hara P dan K. Menurut Rajiman. (2020) menyatakan bahwa bahan organik yang berasal dari tepung tulang mempunyai kandungan unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman untuk proses pertumbuhan.

Berdasarkan Tabel 4.1.6 pada variabel pengamatan derajat infeksi akar tanaman, dengan pemberian dosis FMA dan tepung tulang, nilai tertinggi terdapat pada perlakuan M2T1 yaitu sebesar 89,97%. Pada perlakuan M2T1 dosis FMA yang diberikan merupakan dosis tertinggi yaitu sebesar 60 g/polybag dan dikombinasikan dengan pemberian dosis tepung tulang sebanyak 30 g/polybag.

Penggunaan FMA dilakukan untuk membantu akar dalam menyerap unsur hara dengan jangkauan serapan yang lebih luas. Pemberian dosis FMA yang lebih tinggi memberikan hasil yang terbaik, dibandingkan dengan dosis FMA yang rendah. FMA yang telah menginfeksi akar, akan mengubah morfologi akar dengan cara menginduksi hipertrofi akar, sehingga terdapat pembesaran pada akar yang bertujuan untuk menyerap unsur hara pada tanah menjadi lebih luas. Menurut Kurniawan D. Dkk, (2017) menyatakan bahwa Mikoriza yang telah berasosiasi dengan akar tanaman adalah suatu bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikoriza dapat memberikan berbagai macam zat pengatur tumbuh seperti auksin, sitokinin, dan giberelin terhadap inang tanaman. senyawa-senyawa tersebut berfungsi untuk mengatur proses pembelahan sel pada tanaman, pertumbuhan tanaman, dan proses fisiologi seperti metabolisme dan pengendalian translokasi unsur hara. FMA dapat memperlambat proses penuaan pada akar, sehingga akar akan memiliki waktu yang lebih panjang dalam melakukan penyerapan unsur hara dan air.

Penambahan tepung tulang sebagai bahan organik digunakan untuk menyediakan unsur hara pada tanah, kandungan bahan organik tepung tulang sangat dibutuhkan oleh FMA untuk proses perkembangan spora mikoriza. Tepung tulang digunakan sebagai penyedia unsur hara yang akan diserap oleh akar, semakin tinggi dosis tepung tulang yang diberikan, maka kandungan unsur hara akan semakin banyak jumlahnya. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Muzlifa dkk. (2019) menyatakan bahwa kadar bahan organik yang terdapat didalam tanah akan mendukung pertumbuhan dan aktivitas FMA dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Selain itu penggunaan bahan organik tepung tulang sebagai media tanam dalam proses pemupukan dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah.

Berdasarkan hasil data F hitung ANOVA pada variabel pengamatan kandungan P tersedia tanaman terdapat interaksi antara pemberian dosis FMA dengan dosis tepung tulang. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan M2T1 dengan dosis FMA 60 g/polybag dan dosis tepung tulang 20 g/polybag menghasilkan jumlah P tersedia sebesar 26,42%. Sedangkan untuk hasil terendah terdapat pada

perlakuan MIT0 dengan dosis FMA 40 g/polybag dan dosis tepung tulang 0 g/polybag menghasilkan jumlah P tersedia sebesar 9,58%. Tingginya nilai kandungan P tersedia pada tanah dipengaruhi oleh pemberian dosis tepung tulang yang berbeda pada setiap media tanam. Sedangkan untuk perlakuan tanpa pemberian tepung tulang menghasilkan nilai terendah untuk kandungan P tersedia pada tanaman. Menurut Nusantara AD dkk. (2013) menyatakan bahwa semakin tinggi dosis tepung tulang maka akan semakin banyak sumber hara yang akan disediakan. Selain itu tepung tulang mengandung kandungan unsur hara P yang lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk buatan. Kandungan unsur hara P pada tepung tulang mampu menambah kandungan unsur hara yang terdapat didalam tanah. Penambahan FMA dengan tepung tulang dapat meningkatkan kandungan P tersedia pada tanah. FMA dapat melarutkan P yang terfiksasi melalui aktivitas enzim fosfatase sehingga dapat meningkatkan P tersedia untuk tanaman. Asam fosfatase yang terdapat FMA dapat mengubah kandungan P-inorganik menjadi P-organik pada daerah permukaan sel sehingga menjadi tersedia pada tanaman. Menurut Smith dkk. (2003), menyatakan bahwa FMA merupakan komponen yang sangat penting dalam membantu akar untuk menyerap unsur hara, akar yang telah bersimbiosis dengan FMA dapat meningkatkan pertumbuhan unsur hara P pada tanah. Tepung tulang yang berasal dari bahan organik akan memberikan keuntungan untuk aktivitas FMA yang dapat menambah kandungan P tersedia.

Berdasarkan tabel F hitung ANOVA pada variabel pengamatan serapan P pada jaringan tanaman terdapat interaksi antara perlakuan pemberian dosis FMA dengan tepung tulang. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan M2T1 dengan dosis FMA 60 g/polybag dan tepung tulang 20 g/polybag, menghasilkan jumlah serapan P jaringan tanaman sebanyak 247,32%. Sedangkan untuk hasil terendah terdapat pada perlakuan MIT0 dengan dosis FMA 40 g/tanaman dan tepung tulang 0 g/tpolybag. Tingginya nilai serapan P pada jaringan tanaman dipengaruhi oleh dosis FMA dan tepung tulang yang berbeda pada setiap tanaman. sedangkan nilai serapan P jaringan tanaman yang terendah disebabkan oleh tidak adanya pemberian dosis tepung tulang pada media tanam. FMA terbukti mampu meningkatkan serapan P pada tanaman. pemanfaatan FMA dapat digunakan untuk

memperoleh keuntungan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara, terutama untuk unsur hara P. Sementara tepung tulang berperan sebagai penambah unsur hara P yang terdapat didalam tanah. menurut Djenatou dkk. (2020), menyatakan bahwa spora yang terdapat pada FMA akan berkecambah dan melakukan simbiosis dengan akar tanaman muda, sehingga interaksi tersebut akan menghasilkan pasokan zat nutrisi dan pelindung konstan untuk FMA yang bertujuan untuk menghidupkan tanaman inang sehingga tanaman dapat tumbuh menjadi lebih baik. FMA dapat membantu tanaman dalam mendapat unsur hara P tidak hanya dari sumber an-organik tetapi juga bisa dari sumber organik. Menurut Simanungkalit dkk. (2006), menyatakan bahwa hifa yang terdapat pada FMA akan meluas dan menyebar dari permukaan akar, sehingga hifa akan membantu tanaman untuk melintasi zona yang tidak dapat menyerap unsur hara P pada tanah. semakin tinggi nilai serapan P pada tanaman, maka akan dapat menguntungkan tanaman dalam melakukan proses pertumbuhan, terutama pada tahap awal pembibitan.

Pemberian dosis FMA dengan dosis tepung tulang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bibit kakao. pertumbuhan tanaman diikuti dengan bertambahnya bobot dari tanaman tersebut, sehingga semakin tinggi pertumbuhan tanaman maka akan berpengaruh terhadap hasil produksi. Berdasarkan hasil tabel F hitung ANOVA pada variabel pengamatan berat segar tanaman bibit kakao terdapat interaksi antara dosis pemberian FMA dengan tepung tulang. Hasil tertinggi terdapat pada perlakuan M2T2 dengan dosis FMA 60 g/polybag dan dosis tepung tulang 20 g/polybag, menghasilkan nilai tertinggi pada variabel berat segar tanaman sebanyak 49 g/tanaman. Sedangkan untuk hasil terendah terdapat pada perlakuan M0T2 dengan dosis FMA 0 g/polybag dan tepung tulang 30 g/polybag. Rendahnya berat segar tanaman pada perlakuan M0T2 dipengaruhi oleh tidak adanya pemberian FMA pada media tanam, sehingga akar pada tanaman tidak dapat menyerap unsur hara dengan jangkauan yang lebih luas. Tingginya nilai berat segar tanaman dipengaruhi oleh pemberian dosis FMA dan tepung tulang yang berbeda pada setiap media tanam. Menurut Hartini. (2020), menyatakan bahwa pemberian FMA pada media tanam memberikan hasil bobot

segar tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainya. Pemberian FMA pada akar tanaman, akan dapat membantu akar dalam menyerap unsur hara N, P, dan K untuk disalurkan ke tanaman sebagai nutrisi dalam meningkatkan proses pertumbuhan tanaman. Tanaman yang memiliki kandungan unsur hara yang cukup akan semakin cepat tumbuh dan dapat berkembang secara maksimal. Tepung tulang digunakan sebagai bahan organik yang mengandung unsur hara P untuk diberikan ke tanaman. Unsur hara P dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan vegetatif terutama dalam merangsang perkembangan akar tanaman. Menurut Widowati dkk. (2020), menyatakan bahwa FMA mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan nutrisi terkhusus P bagi tanaman bibit kakao, sehingga keefektifan dari penggunaan FMA dapat dilihat dari proses pertumbuhan tanaman. Berdasarkan dari hasil tabel interaksi terlihat bahwa pemberian FMA dan tepung tulang sangat berpengaruh terhadap berat basah tanaman bibit kakao, sehingga akan menguntungkan tanaman dalam proses pertumbuhan untuk mendapatkan hasil produksi yang tinggi.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Terdapat interaksi antara pemberian dosis fungi mikoriza arbuskula dan dosis tepung tulang terhadap berat segar, derajat infeksi akar, p tersedia, dan serapan P tanaman bibit kakao. Kombinasi perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi dosis fungi mikoriza arbuskula 60 g/polybag dengan dosis tepung tulang 30 g/polybag dengan hasil berat segar, derajat infeksi akar, P tersedia, dan serapan P tanaman bibit kakao.
2. Dosis fungi mikoriza arbuskula sebesar 60 g/polybag memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, dan berat kering bibit kakao. Sementara pada dosis fungi mikoriza arbuskula sebesar 40 g/polybag memberikan pengaruh terhadap diameter batang bibit kakao.
3. Dosis tepung tulang sebesar 30 g/polybag memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan berat kering tanaman bibit kakao.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar menggunakan perlakuan dengan pemberian fungi mikoriza arbuskula sebesar 60 g/polybag, dan pemberian tepung tulang sebesar 30 g/polybag sebagai rekomendasi untuk membantu proses budidaya bibit kakao dikarenakan memiliki hasil yang paling baik bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar T.H., Proborini m.W., Defiani M.R. 2022. Aplikasi Spora Endomikoriza, Kompos Dan Trichoderma Spp. Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*). 9 (1): 49 – 59.
- Amalia V., et all., 2017. Isolasi dan Karakteristik Hidroksiapatit Dari Limbah Tulang Hewan. *Journal of Chemistry*. 5 (4): 114 – 119.
- Amiroh F. G., Rachmaniyah., Eko W.S.B. 2017. Uji Coba Penambahan Tepung Tulang Ikan Tuna pada Kompos Terhadap Tanaman Jagung Tahun 2017(Studi Kandungan Unsur Hara Kalsium Yang Diserap Tanaman Jagung). 15 (2): 61 – 66.
- Angela., Efendi E. 2015. Pengelolaan Pemangkasan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Di Cilacap, Jawa Tengah. *Bul Agrohorti* 3 (3): 285 – 293.
- Ariyanti M., M A Soleh., Y.Maxsielly. 2017. Respon Pertumbuhan Tanaman Aren (*Arenga pinnata merr.*) dengan Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik berbeda dosis. *Jurnal Kultivasi*, 16 (1): 271 – 278.
- Bolly Y., Wahyuni Y. 2021. Efektifitas Penggunaan Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Sambung Pucuk (*Theobroma cacao L.*) Di Kabupaten Sikka. *AGRICA*. 14 (1): 83 90.
- Darlin., Lapanjang A., Adrianton. 2020 Pengaruh Mikoriza dan Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair (POC) Terhadap Pertumbuhan Bibit kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Agrotekbis*. 8 (3): 676 – 685.
- Deydier E., Gullet R., Sarda S., Sharrock S. 2005. Physical and Chemical Characterisation of Crude Meat and Bone Meal Combustion Residue : “Waste or War Material?”. *Jurnal of Hazardous Materials*. 21 (1): 141 – 148.
- Djenatou P ., Ndooh J. P. N. Kosma P. Mangaptche E. L. N. 2020. Evaluation of the Inoculation Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth of Cocoa Seedlings (*Theobroma cacao L.*) in the Nursery. *International Journal of Sciences*. 9 (7): 6 – 13.
- Elkas B.D., Nurhidayah T., Nurbaiti. 2017. Pengaruh Pemberian Kompos Jerami Padi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) *Jom Faperta*. 4 (1): 1 – 14.

- Erdayana M. Syukri. Iswahyudi. 2021. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Pada Tanah Marginal Yang Diberikan Mikoriza. *AGROSAMADURA*. 2 (8): 9 – 18.
- Eviati ., Sulaeman. 2012. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, Dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian : Bogor.
- Halid E. 2017. Uji Efektivitas Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) Terhadap Cekaman kekeringan Bibit kakao Klon Lokal. *Agrokompleks*. 16 (1): 33 – 37.
- Haris A. Fadli A. Yenti S.R. 2016. Sintesis Hidroksiapatit Dari Limbah Tepung Tulang Sapi Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Rasio Ca.P dan Konsentrasi H₃PO₄. *JOM FTEKNIK*. 2 (3): 1 – 10.
- Hartini. 2020. Eksplorasi Potensi Gulma Siam (*Chromolaena odorata*) Sebagai Kompos Dan Jamur Mikoriza Arbuskula (JMA) Terhadap Pertumbuhan Bibit kakao. 6 (1): 7 – 13.
- Hasiholan A., Armaini., Yoseva S. 2017. Pengaruh Perbedaan Dosis Limbah Cair Bioetanol (Vinase) Terfermentasi Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) *Jom Faperta*. 4 (2): 1 – 15.
- Hastuti P.B ., Astuti M., Kurniadhi A. 2007. Pengaruh Pemberian Kompos Limbah Kubis dan Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Buletin Ilmiah*. 14 (2): 6 – 13.
- Kurniawan D., Hanum C., Siregar L.A.M. 2017. Morfosiologi Akar Melalui Interval Penyiraman , Pemberian Mikoriza Dan Modifikasi Media Tanam Pada Pembibitan Kakao (*Theobroma cacao L.*). 4 (3): 209 – 218.
- Kurniawan D., Juniarsih T., Harahap F.S. Inokulasi Mikoriza Pada Media Tanam Campuran Kompos Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*. 23 (2) : 119 – 123.
- Lizawati et all. 2014. Pengaruh Pemberian Kombinasi Isolat Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*) Yang Ditanam Pada Tanah Bekas Tambang Batu Bara. 7 (1): 14 – 21.
- Laude S., Kadir S., Lamus A., Rahim A., Darling R. 2020. Pengolahan Kakao Secara Terpadu di Desa Tomoli Selatan kecamatan Toribulu Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1 (2): 45 – 51.

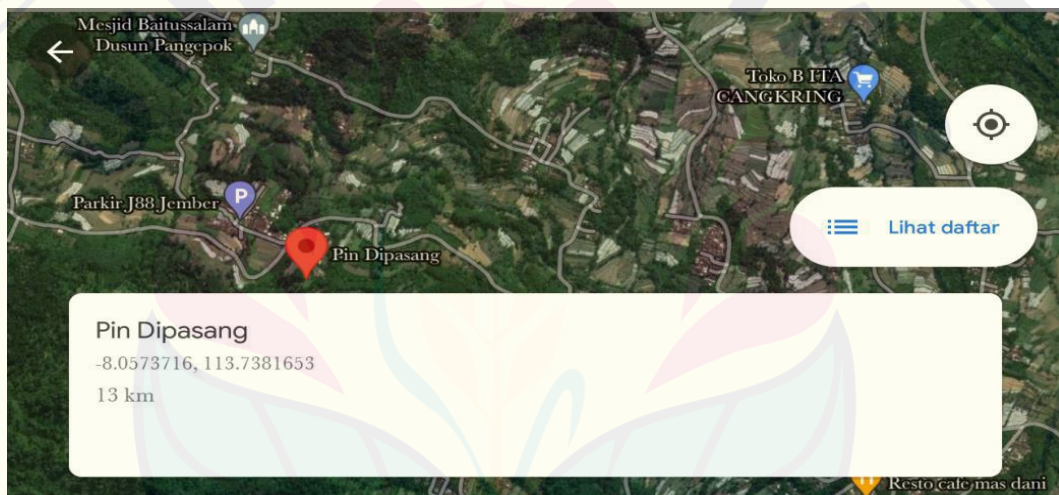
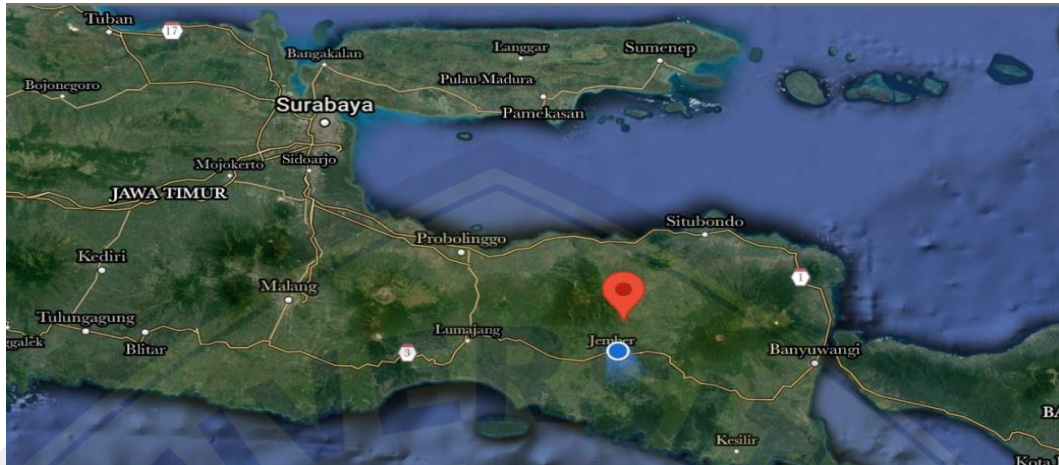
- Limbongan J. 2012. Karakteristik Morfologis dan Anatomis Klon Harapan Tahan Penggerek Buah Kakao Sebagai Sumber Bahan Tanam. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31 (1): 14 – 20.
- Maulida I et all., 2016. Pemanfaatan Tepung Darah, Tepung Tulang dan Lumpur IPAL dari Industri Pengolahan Ikan untuk Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomea reptana*). *Lentera Bio*. 5 (1): 36 – 42.
- Mazaya M., Susatyo E. B., Prasetya A.T. 2013. Pemanfaatan Tulang Ikan Kakap Untuk meningkatkan Kadar Fosfor Pupuk Cair Limbah Tempe. *Indonesia Journal of Chemical Science*. 2 (1): 7 – 11.
- Miska M. E., Junaedi A., Wachjar A., Mansur I. 2016. Karakteristik Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Rhizosfer Aren (*Arenga Pinnata*) (*Wrmbr Merr.*) Dari Jawa Barat Dan Banten. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7 (1): 18 – 23.
- Moller K., Schultheib U. 2014. Archives of Agronomy and Soil Science. Departemen of Fertilization and Soil Dynamic, Institute of Crop Science, Universitas Hohenheim : Germany.
- Mulyaningsih R., Sunarto W., Prasetya A.T. 2013. Peningkatan NPK Pupuk Organik Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam. *Jurnal Sain teknologi*. 11 (1): 73 – 82
- Mulyaningsih r., Sunarto W., Prasetya A.T. 2013. Peningkatan NPK Pupuk Organik Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam. *Jurnal Sain teknologi*. 11 (1): 73 – 82.
- Munawar A., 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. PT. Penerbit IPB Press. Bogor.
- Muzlifa R., Fikrinda., Jufri Y. 2019. Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula dan Kompos Limbah Kakao Terhadap Kolonisasi Mikoriza, dan Pertumbuhan Bibit kakao pada Ultisol. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 4 (4): 657 – 665.
- Nasaruddin., Parawansa I.N.R. 2014. Aplikasi A. Chroococcum dan Mikoriza A Terhadap Pertumbuhan, Pembangunan dan Efektifitas Serapan Hara Kakao Klonal. *Jurnal Agrisistem*. 10 (1): 70 – 91.
- Nasaruddin., Ridawan I. 2014. Effectivity of Azobacter chroococcum and Arbuscular mycorrhiza fungi on Physiological Characteristics and Growth of Cocoa seedlings. 1 (1): 1 – 6.
- Nasrullah., Nurhayati., Marliah A. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk NPK (16:16:16) dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Media Tumbuh Subsoil. 12 (2): 56 – 64.

- Nusantara A.D., Kusmana., Mansur I., Darusman L.K., Soemardi. 2011. Performa Fungi Mikoriza Arbuskula dan *Pueraira Phaseoloides* yang Dipupuk Tepung Tulang dengan Ukuran dan Dosis Berbeda. *Media Peternakan*. 34 (2): 126 – 132.
- Nusantara A. D., Bertham Y. H., Mansur H. I. 2012. Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. SEAMEO BIOTROP : Bogor.
- Pambudi F.H., Sa' diyah, Juliastuti S.R., Hendrianie N. 2012. Peran *Mikroorganisme Azobacter Chroococcuum, Pseudomonas putida*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Pupuk Cair dari Limbah Cair Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits* 1 (1): 1 – 4.
- Pattirane M.C., Mahulette A.S., Marasabessy. 2022. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Pada Berbagai Dosis Pemberian Rock Phosphate dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). *Jurnal Agrohut*. 12 (2): 77 – 86.
- Pulungan A. S. 2018. Tinjauan Ekologi Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Biosains*. 4 (1): 17 – 22.
- Rajiman 2020. Pengantar Pemupukan. CV Budi Utama : D.I. Yogyakarta.
- Salampessy M.N., Mardji D., Sutisna M. 2008. Pengaruh Jamur Endomikoriza, Intensitas Cahaya dan Kandungan Air Tanah Terhadap Pertumbuhan Semai Gaharu (*Aquilaria MalaCCensis Lamk.*) di Persemaian. *Jurnal kehutanan Tropika*. 1 (1): 63 – 73.
- Same M. 2011. Serapan Phospat dan Pertumbuhan Bibit Kelapa sawit pada Tanah Ultisol Akibat Cendawan Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 11 (2): 69 – 76.
- Siregar T.H et all 2021. Panduan Praktis Budidaya Kakao. Penebar Swadaya : Depok.
- Sudiarti D. 2018. Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Terhadap Pertumbuhan Kedelai Edamame (*Glycine max*). *Jurnal SaintHealth*. 2 (2): 5 – 11.
- Suharno, Tanjung R.H.R, Sufaati S 2020. Fungi Mikoriza Arbuskula Mempercepat Rehabilitas Lahan Tambang. Universitas Gadjah Mada : D.I. Yogyakarta.

- Supriyanto., Darmadji P., Susanti L. 2014. Studi Pembuatan Teh Daun Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Sebagai Minuman Penyegar. Agritech. 34 (4): 422 – 429.
- Smith S.E., Smith F.A., Jakobsen I. 2003. Mycorrhizal Fungi Can Dominate Phosphate Supply to Plants Irrespective of Growth Responses. Plant Physiology. 133 (1): 16 – 20.
- Simanungkalit R.D.M., et all. 2006. Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati Organic Fertilizier And Biofertilizier. Balai Besar Litbang Sumberdaya, Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : Bogor.
- Ura R., Paembonan S . A., Umar. A. 2015. Karakteristik Fungi Arbuskular Mikoriza Genus Glomus Pada Akar Beberapa Jenis Pohon Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea. Jurnal Alam dan Lingkungan. 6 (11): 16 – 21.
- Talanca H. 2010. Status Cendawan Mikoriza Vesikular – Arbuskular (MVA) Pada Tanaman. Prosiding Pekan Serealia Nasional. 29 (3): 353 – 357.
- Wajhar A., Kadarisma L. 2007. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik Cair dan Pupuk Anorganik dan Pupuk Anorganik Serta Frekuensi Aplikasinya terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*) Belum Menghasilkan. Bul. Agron. 35 (3): 212 - 216.
- Widowati et all. 2020. Pengaruh Pupuk Hayati Berbasis Jamur Mikoriza Arbuskular dan Rhizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*). 8 (1): 33 – 41.
- Wijaya A., Nurahmi E., Mayani N. 2022. Pengaruh Jenis Media Tanam dan Dosis Mikoriza Campuran Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*) Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 7 (1): 57 – 64.
- Yuliyanto I., Utoyo., Riniarti. 2016. Karakteristik Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Beberapa Rhizosfer Tanaman Perkebunan. Jurnal Agro Industri Perkebunan. 4 (2): 97 – 105.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



Lokasi Pengambilan Tanah



Persiapan Lahan



Proses Pengeringan Tanah



Penimbangan Tanah



Persiapan Media Tanam



Proses Pengayakan tanah



Proses Pengisian Media Tanam



Benih Kakao



Benih Bibit Kakao



Pupuk Hayati Mikoriza



Tepung Tulang Sapi



Penimbangan Mikoriza



Penimbangan Tepung Tulang



Pemberian Mikoriza



Pemberian Tepung Tulang



Penanaman Bibit kakao



Penyiraman Media Tanam



Kemunculan Daun Pertama



Pengukuran Tinggi Tanaman



Pengukuran Diameter Batang



Bibit Kakao Umur 3 Bulan



Perbandingan Pertumbuhan Bibit kakao



Kontrol



Tanaman Bermikoriza 40 g



Tanaman Bermikoriza 60 g



Bertepung Tulang 20 g



Bertepung Tulang 30 g



Bermikoriza 40 g
Tepung Tulang 20 g



Bermikoriza 40 g
Tepung Tulang 30 g



Bermikoriza 60 g
Tepung Tulang 20 g



Bermikoriza 60 g
Tepung Tulang 30 g



Pengambilan Sampel Tanah



Pemisahan Akar Dari Tanah



Penimbangan Berat Segar tanaman



Penimbangan Berat Segar Akar



Pengukuran Volume Akar



Pengovenan Bibit Tanaman kakao



Penimbangan Berat Kering tanaman



Persiapan Analisis Infeksi Mikoriza



Pemberian Larutan KOH 10%



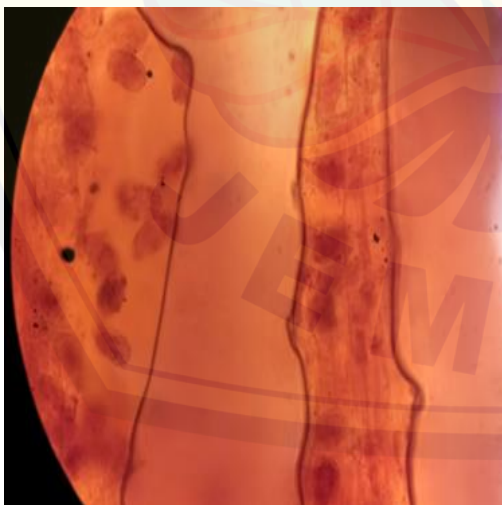
Larutan KOH Dididihkan Selama 10 Menit



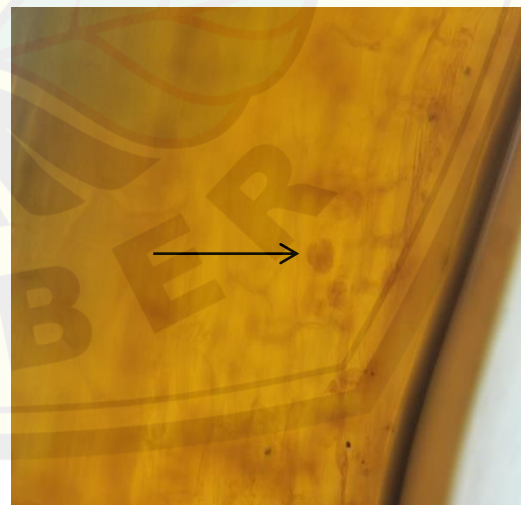
Pemberian HCL 1% Selama 3 Menit



Akar Yang Tidak Terinfeksi Mikoriza



Akar Yang Terinfeksi Mikoriza



Spora Pada Akar Tanaman

Lampiran 2. Hasil Analisis Laboratorium Tanah

(Hasil Analisa Pupuk Tanah dari Jaringan Tanaman)

ptpn xi
PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XI
PUSLIT SUKOSARI
LABORATORIUM FISIKA DAN KIMIA TANAH
Jalan Raya Wonorejo – Jatiroto KM.9 Lumajang 67355

FORMULIR
HASIL ANALISA
No.Sampel 65

Tanggal Terima : 24 Mei 2022
 Tanggal Analisa : 30 Mei – 09 Juni 2022
 Jumlah Sampel/ Contoh : 1 Sampel
 Jenis Contoh : Tanah
 Nama Pengirim : Denis Ariawan
 Instansi : -
 No Surat : -
 Alamat : Jln. Brantas 25 No 23 2A Kec. Sumpersari Kab Jember
 Hasil Analisa :

No.	Jenis	Hasil Analisa					
		KA (%)	pH H ₂ O	Corg (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O Cmol(+)/Kg
1	Tanah	17,62	6,5	1,9	0,10	52	1,87

Sumber: Hasil Analisis di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Puslit Sukosari
 Keterangan:
 Hasil analisa tersebut diatas hanya berlaku bagi contoh yang dikirim.
 Demikian untuk menjadi maklum.

Lumajang, 09 Juni 2022

 NANIK TRISMADI, SP
 Manager Puslit

Lampiran 3. Analisis Data Variabel Pengamatan

P Tersedia Pada Tanaman

Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	17,21	17,08	16,6	50,89	16,96
	T1	21,87	21,45	20,75	64,07	21,36
	T2	17,26	17,08	17,13	51,47	17,16
M1	T0	9,1	9,32	10,33	28,75	9,58
	T1	18,75	17,61	18,44	54,80	18,27
	T2	23,88	23,4	22,13	69,41	23,14
M2	T0	17,35	16,64	17	50,99	17,00
	T1	29,01	25,37	24,89	79,27	26,42
	T2	19,32	18,27	20,11	57,70	19,23
Jumlah		173,75	166,22	167,38	507,35	18,79
Rata-rata		19,31	18,47	18,60		

Analisis Sidik Ragam							
SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	534,6	66,826	74,42	2,51	3,71	**
Dosis mikoriza	2	69,3	34,629	38,57	3,55	6,01	**
Dosis tepung tulang	2	268,1	134,063	149,31	3,55	6,01	**
Interaksi A x B	4	197,2	49,306	54,91	2,93	4,58	**
Galat	18	16,16	0,898				
Total	26	550,77					
FK	9533,48		CV	0,05043			

Tabel 2 Arah Total P Tersedia

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	50,89	64,07	51,47	166,43
M1	28,75	54,8	69,41	152,96
M2	50,99	79,27	57,7	187,96
Total	130,63	198,14	178,58	507,35

Tabel 2 Arah Rata-rata P Tersedia

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	16,96	21,36	17,16	18,49
M1	9,58	18,27	23,14	17,00
M2	17,00	26,42	19,23	20,88
Rata-rata	14,51	22,02	19,84	56,37

Nilai UJD 5% Interaksi Dosis FMA dan Dosis Tepung Tulang

P	2	3
Sd	0,54708	0,54708
SSR (α, p, v)	2,971	3,12
UJD	1,62538	1,7069

A. Pengujian Pengaruh Sederhana Faktor Dosis FMA (M0)

M0		T0		M2		M0		M1		Notasi
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M0	M1	M0	M1	M0	M1	
1	M2	17	0	ns	0	ns	0	ns	0	A
2	M0	16,96	0,04	ns	0	ns	0	ns	0	A
3	M1	9,58	7,42	*	7,38	*	0	ns	0	B

B. Pengaruh Pengujian Sederhana Faktor Dosis FMA (M1)

M1		T1							
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M0	M1	Notasi			
			26,42	21,36	18,27				
1	M2	26,42	0	ns	0	A			
2	M0	21,36	5,06	*	0	ns	0	B	
3	M1	18,27	8,15	*	3,09	*	0	ns	C

C. Pengaruh Pengujian Sederhana Faktor Dosis FMA (M2)

M2		T2							
No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi			
			23,14	19,23	17,16				
1	M1	23,14	0	ns	0	a			
2	M2	19,23	3,91	*	0	ns	0	b	
3	M0	17,16	5,98	*	2,07	*	0	ns	c

D. Pengaruh Pengujian Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T0)

T0		M0							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi			
			21,36	17,16	16,96				
1	T1	21,36	0	ns		a			
2	T2	17,16	4,2	*	0	ns		b	
3	T0	16,96	4,4	*	0,2	ns	0	ns	b

E. Pengaruh Pengujian Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T1)

T1		M1							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi			
			23,14	18,27	9,58				
1	T1	23,14	0	ns	0	a			
2	T2	18,27	4,87	*	0	ns	0	b	
3	T0	9,58	13,56	*	8,69	*	0	ns c	

F. Pengaruh Pengujian Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T2)

T2		M2							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi			
			26,42	19,23	17				
1	T1	26,42	0	ns	0	a			
2	T2	19,23	7,19	*	0	ns	0	b	
3	T0	17	9,42	*	2,23	*	0	ns c	

Derajat Infeksi Mikoriza

Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	0	0	0	0,00	0,00
	T1	10	6,6	3,3	19,90	6,63
	T2	0	0	13,3	13,30	4,43
M1	T0	80	76,6	80	236,60	78,87
	T1	66,6	63,3	63,3	193,20	64,40
	T2	50	60	53,3	163,30	54,43
M2	T0	56,6	56,6	53,3	166,50	55,50
	T1	86,6	90	93,3	269,90	89,97
	T2	73,3	76,6	83,3	233,20	77,73
Jumlah		423,10	429,70	443,10		
Rata-rata		47,01	47,74	49,23	1295,90	48,00

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	29633,6	3704,2	230,792	2,5102	3,70542188	**
Dosis mikoriza	2	26827,6	13413,8	835,751	3,5546	6,01290483	**
Dosis tepung tulang	2	436,561	218,28	13,6	3,5546	6,01290483	**
Interaksi A x B	4	2369,47	592,367	36,9076	2,9277	4,57903597	**
Galat	18	288,9	16,05				
Total	26	29922,5					
FK	62198,40		CV	0,08347			

Tabel 2 Arah Total Derajat Infeksi Akar

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	0	19,9	13,3	33,2
M1	236,6	193,2	163,3	593,1
M2	166,5	269,9	233,2	669,6
Total	403,1	483	409,8	1295,9

Tabel 2 Arah Rata-rata Derajat Infeksi Akar

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	0,00	6,63	4,43	3,69
M1	78,87	64,40	54,43	65,90
M2	55,50	89,97	77,73	74,40
Rata-rata	44,79	53,67	45,53	143,99

Nilai UJD 5% Interaksi Dosis FMA dan Tepung Tulang

P		2	3
Sd		2,31301	2,31301
SSR (α, p, v)		2,971	3,12
UJD		6,87194	7,21658

A. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M0)

M0	T0	Rata-rata			M0	Notasi
No	Perlakuan	M1	M2	M0		
		78,87	55,5	0		
1	M1	78,87	0	ns	A	
2	M2	55,5	23,37	* 0 ns	B	
3	M0	0	78,87	* 55,5 * 0 ns	C	

B. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M1)

M1		T1							
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0			Notasi	
			89,97	64,4	6,63				
1	M2	89,97	0	ns	0			A	
2	M1	64,4	25,57	*	0	ns	0	B	
3	M0	6,63	83,34	*	57,77	*	0	ns	C

C. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M2)

M2		T2							
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0			Notasi	
			77,73	54,43	4,43				
1	M2	77,73	0	ns	0			A	
2	M1	54,43	23,3	*	0	ns	0	B	
3	M0	4,43	73,3	*	50	*	0	ns	C

D. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T0)

T0		M0							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0			Notasi	
			6,63	4,43	0				
1	T1	6,63	0	ns				a	
2	T2	4,43	2,2	ns	0	ns		a	
3	T0	0	6,63	ns	4,43	ns	0	ns	a

E. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T1)

T1		M1						
No	Perlakuan	Rata-rata	T0	T2	T1	Notasi		
			78,87	64,4	54,4			
1	T0	78,87	0	ns		0	a	
2	T2	64,4	14,47	*	0	ns	b	
3	T1	54,43	24,44	*	9,97	*	c	

F. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T2)

T2		M2						
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi		
			89,97	77,73	55,5			
1	T1	89,97	0	ns		0	a	
2	T2	77,73	12,24	*	0	ns	b	
3	T0	55,5	34,47	*	22,23	*	c	

Serapan P Jaringan Tanaman

Serapan P Bibit kakao						
Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	86,05	85,4	33,2	204,65	68,22
	T1	131,22	128,7	103,75	363,67	121,22
	T2	51,78	85,4	51,39	188,57	62,86
M1	T0	45,5	55,92	82,64	184,06	61,35
	T1	168,75	52,83	165,96	387,54	129,18
	T2	262,68	210,6	221,3	694,58	231,53
M2	T0	86,75	99,84	102	288,59	96,20
	T1	290,1	202,96	248,9	741,96	247,32
	T2	231,84	200,97	120,66	553,47	184,49
Jumlah		1354,67	1122,62	1129,80	3607,09	133,60
Rata-rata		150,52	124,74	125,53		

Analisis Sidik Ragam							
SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	123548	15443,5	11,3082	2,510158	3,7054219	**
Dosis mikoriza	2	38686,8	19343,4	14,1638	3,554557	6,0129048	**
Dosis tepung tulang	2	46126,2	23063,1	16,8875	3,554557	6,0129048	**
Interaksi A x B	4	38734,7	9683,68	7,09069	2,927744	4,579036	**
Galat	18	24582,4	1365,69				
Total	26	148130					
FK	481892,53		CV	0,27662			

Tabel 2 arah Total Serapan P

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	204,65	363,67	188,57	756,89
M1	184,06	387,54	694,58	1266,18
M2	288,59	741,96	553,47	1584,02
Total	677,3	1493,17	1436,62	3607,09

Tabel 2 Arah Rata-rata Serapan P

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	68,22	121,22	62,86	84,10
M1	61,35	129,18	231,53	140,69
M2	96,20	247,32	184,49	176,00
Rata-rata	75,26	165,91	159,62	400,79

Nilai UJD 5% Interaksi Dosis FMA dan Tepung Tulang

P	2	3
Sd	12,3184	12,3184
SSR (α, p, v)	2,971	3,12
UJD	36,598	38,4334

A. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M0)

M0	T0	Rata-rata		M0			M1			Notasi
No	Perlakuan	M2	M0	M0	M1	M0	M1	M0	M1	
		96,2	68,2	61,35						
1	M2	96,2	0	ns						A
2	M0	68,22	27,98	ns	0	ns				A
3	M1	61,35	34,85	ns	6,87	ns	0	ns		A

B. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M1)

M1		T1							
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0	Notasi			
			247,32	129	121,2				
1	M2	247,32	0	ns		0	A		
2	M1	129,18	118,14	*	0	ns	0	B	
3	M0	121,22	126,1	*	7,96	ns	0	ns	C

C. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M2)

M2		T2							
No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi			
			231,53	184	62,86				
1	M1	231,53	0	ns		0	A		
2	M2	184,49	47,04	*	0	ns	0	B	
3	M0	62,86	168,67	*	122	*	0	ns	C

D. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T0)

T0		M0							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T0	T2	Notasi			
			121,22	68,2	62,86				
1	T1	121,22	0	ns			a		
2	T0	68,22	53	*	0	ns	b		
3	T2	62,86	58,36	*	5,36	ns	0	ns	b

E. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T1)

T1		M1							
No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi			
			231,53	129	61,35				
1	T2	231,53	0	ns		0	a		
2	T1	129,18	102,35	*	0	ns	0	b	
3	T0	61,35	170,18	*	67,8	*	0	ns	c

F. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T2)

T2		M2							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi			
			247,32	184	96,2				
1	T1	247,32	0	ns		0	a		
2	T2	184,49	62,83	ns	0	ns	0	a	
3	T0	96,2	151,12	*	88,3	*	0	ns	b

Berat Basah Tanaman

Bobot Basar Bibit kakao						
Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung Tulang	1	2	3		
M0	T0	30	29	20	79,00	26,33
	T1	28	33	24	85,00	28,33
	T2	15	21	23	59,00	19,67
M1	T0	25	30	39	94,00	31,33
	T1	49	36	43	128,00	42,67
	T2	47	19	44	110,00	36,67
M2	T0	28	23	28	79,00	26,33
	T1	42	34	47	123,00	41,00
	T2	51	54	42	147,00	49,00
Jumlah		315,00	279,00	310,00	904,00	33,48
Rata-rata		35,00	31,00	34,44		

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	2148,1	268,51	4,9588	2,5102	3,705	**
Dosis mikoriza	2	1038,7	519,37	9,5917	3,5546	6,013	**
Dosis tepung tulang	2	427,85	213,93	3,9508	3,5546	6,013	ns
Interaksi A x B	4	681,48	170,37	3,1464	2,9277	4,579	*
Galat	18	974,67	54,148				
Total	26	3122,7					
FK	30267,26		CV	0,2198			

Tabel 2 Arah Bobot Basah Total

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	79	85	59	223
M1	94	128	110	332
M2	79	123	147	349
Total	252	336	316	904

Tabel 2 Arah Bobot Basah Rata - rata

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	26,33	28,33	19,67	24,78
M1	31,33	42,67	36,67	36,89
M2	26,33	41,00	49,00	38,78
Rata-rata	28,00	37,33	35,11	100,44

Nilai UJD 5% Interaksi Dosis FMA dan Tepung Tulang

P	2	3
Sd	2,45285	2,45285
SSR (α, p, v)	2,971	3,12
UJD	7,28741	7,65288

A. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M0)

M0		T0		Rata-rata		M1		M0		M2		Notasi
No	Perlakuan											
					31,33		26,33		26,33			
1	M1	31,33	0	ns								A
2	M0	26,33	5	ns	0	ns						A
3	M2	26,33	5	ns	0	ns	0	ns	0	ns		A

B. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M1)

M1		T1							
No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi			
			42,67	41	28,33				
1	M1	42,67	0	ns		0	A		
2	M2	41	1,67	ns	0	ns	0	A	
3	M0	28,33	14,34	*	12,67	ns	0	ns	B

C. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis FMA (M2)

M2		T2							
No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0	Notasi			
			49	36,67	19,67				
1	M2	49	0	ns		0	A		
2	M1	36,67	12,33	ns	0	ns	0	A	
3	M0	19,67	29,33	*	17	*	0	ns	B

D. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T0)

T0		M0							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T0	T2	Notasi			
			28,33	26,33	19,67				
1	T1	28,33	0	ns			a		
2	T0	26,33	2	ns	0	ns	a		
3	T2	19,67	8,66	ns	6,66	ns	0	ns	a

E. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T1)

T1		M1							
No	Perlakuan	Rata-rata	T1	T2	T0	Notasi			
			42,67	36,67	31,33				
1	T1	42,67	0	ns		0	a		
2	T2	36,67	6	*	0	ns	0	b	
3	T0	31,33	11,34	*	5,34	*	0	ns	c

F. Pengujian Faktor Sederhana Faktor Dosis Tepung Tulang (T2)

T2		M2							
No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi			
			49	41	26,33				
1	T2	49	0	ns		0	a		
2	T1	41	8	ns	0	ns	0	a	
3	T0	26,33	22,67	*	14,67	ns	0	ns	b

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman Bibit Kakao						
Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	29	29	31,5	89,50	29,83
	T1	30	32	29	91,00	30,33
	T2	31,5	30	30	91,50	30,50
M1	T0	28	32,5	33,5	94,00	31,33
	T1	33	32	30	95,00	31,67
	T2	30	32,5	32,5	95,00	31,67
M2	T0	30	31,5	30,5	92,00	30,67
	T1	35	35,5	33,5	104,00	34,67
	T2	38,5	35	34,5	108,00	36,00
Jumlah		285,00	290,00	285,00	860,00	31,85
Rata-rata		31,67	32,22	31,67		

Analisis Sidik Ragam							
SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	105,24	13,16	4,82	2,51	3,71	**
Mikoriza	2	58,07	29,04	10,63	3,55	6,01	**
Tepung Tulang	2	21,91	10,95	4,01	3,55	6,01	*
Interaksi A x B	4	25,26	6,31	2,31	2,93	4,58	ns
Galat	18	49,17	2,73				
Total	26	154,41					
FK	27392,6		CV	0,05189			

Tabel 2 Arah Total Tinggi Tanaman Bibit Kakao

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza			Total
	T0	T1	T2	
M0	89,50	91,00	91,50	272
M1	94,00	95,00	95,00	284
M2	92,00	104,00	108,00	304
Total	275,5	290	294,5	860

Tabel 2 Arah Rata - Rata Tinggi Tanaman Bibit Kakao

Jenis Biochar	Dosis Mikoriza			Total
	T0	T1	T2	
M0	29,83	30,33	30,50	30,2222
M1	31,33	31,67	31,67	31,5556
M2	30,67	34,67	36,00	33,7778
Total	30,611	32,2222	32,7222	95,5556

Pengaruh Faktor Tunggal Dosis Mikoriza

SD Interaksi	0,55091		
Nilai UJD 5%			
P	2	3	
Sd	0,55	0,55	
SSR (α, p, v)	2,97	3,12	
UJD	1,64	1,719	

No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0	Notasi			
			33,78	31,56	30,22				
1	M2	33,78	0,00	ns		a			
2	M1	31,56	2,22	**	0,00	ns	b		
3	M0	30,22	3,56	**	1,33	ns	0,00	ns	b

No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi			
			32,7222	32,22	30,61				
1	T2	32,7222	0	ns		a			
2	T1	32,2222	0,5	ns	0	ns	a		
3	T0	30,6111	2,11111	*	1,611	ns	0	ns	b

Jumlah Daun

Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	10	9	10	29,00	9,67
	T1	11	10	9	30,00	10,00
	T2	9	10	9	28,00	9,33
M1	T0	11	9	10	30,00	10,00
	T1	12	12	11	35,00	11,67
	T2	11	11	13	35,00	11,67
M2	T0	9	10	11	30,00	10,00
	T1	12	12	11	35,00	11,67
	T2	13	13	12	38,00	12,67
Jumlah		98,00	96,00	96,00	290,00	10,74
Rata-rata		10,89	10,67	10,67		

Analisis Sidik Ragam							
SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	33,185	4,148	6,222	2,510	3,705	**
Dosis mikoriza	2	16,074	8,037	12,056	3,555	6,013	**
Dosis tepung tulang	2	9,852	4,926	7,389	3,555	6,013	**
Interaksi A x B	4	7,259	1,815	2,722	2,928	4,579	ns
Galat	18	12	0,67				
Total	26	45,19					
FK	3114,81		CV	0,076			

Tabel 2 Arah Jumlah Daun Total

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	29	30	28	87
M1	30	35	35	100
M2	30	35	38	103
Total	89	100	101	290

Tabel 2 Arah Jumlah Daun Rata - rata

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	9,67	10,00	9,33	9,67
M1	10,00	11,67	11,67	11,11
M2	10,00	11,67	12,67	11,44
Rata-rata	9,89	11,11	11,22	32,22

Pengaruh Faktor Tunggal Dosis Mikoriza

SD Interaksi	0,27217		
Nilai UJD 5%			
P		2	3
Sd		0,27217	0,27217
SSR (α, p, v)		2,971	3,12
UJD		0,8086	0,84916

No	Perlakuan	Rata-rata	M2	M1	M0	Notasi			
			11,44	11,11	9,67				
1	M2	11,44	0,00	ns		a			
2	M1	11,11	0,33	ns	0,00	ns	a		
3	M0	9,67	1,78	**	1,44	**	0,00	ns	b

No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi			
			11,2222	11,11	9,89				
1	T2	11,2222	0	ns		a			
2	T1	11,1111	0,11111	ns	0	ns	a		
3	T0	9,88889	1,33333	**	1,222	**	0	ns	b

Diameter Batang

Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	6,3	6,3	6,2	18,8	6,27
	T1	6,8	6,5	6,2	19,5	6,50
	T2	6,4	6,5	6,5	19,4	6,47
M1	T0	7	7,2	6,9	21,1	7,03
	T1	7,5	6,8	7,1	21,4	7,13
	T2	7,6	7,3	7,2	22,1	7,37
M2	T0	7,1	6,2	7,2	20,5	6,83
	T1	7	7,1	7,2	21,3	7,10
	T2	7,5	7,2	7,4	22,1	7,37
Jumlah		63,2	61,1	61,9	186,2	6,90
Rata-rata		7,02	6,79	6,88		

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notas i
Perlakuan	8	3,90	0,48	7,044	2,510	3,705	**
Dosis mikoriza	2	3,20	1,60	23,139	3,555	6,013	**
Dosis tepung tulang	2	0,57	0,28	4,128	3,555	6,013	*
Interaksi A x B	4	0,12	0,03	0,455	2,928	4,579	ns
Galat	18	1,24	0,06				
Total	26	5,15					
FK	1284,0			0,03816			
	9		CV	1			

Tabel 2 Arah Jumlah Diamter Batang Total

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	18,8	19,5	19,4	57,7
M1	21,1	21,4	22,1	64,6
M2	20,5	21,3	22,1	63,9
Total	60,4	62,2	63,6	186,2

Tabel 2 Arah Jumlah Diameter Batang Rata-rata

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	6,27	6,50	6,47	6,41
M1	7,03	7,13	7,37	7,18
M2	6,83	7,10	7,37	7,10
Rata-rata	6,71	6,91	7,07	20,69

Pengaruh Faktor Tunggal Dosis Mikoriza

SD Interaksi	0,08772385		
Nilai UJD 5%			
P		2	3
Sd		0,087724	0,087724
SSR (α, p, v)		2,971	3,12
UJD		0,260628	0,273698

No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi			
		7,18	7,10	6,41					
1	M1	7,18	0	ns		a			
2	M2	7,10	0,08	ns	0	ns	a		
3	M0	6,41	0,77	**	0,69	**	0	ns	b

No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi			
		7,07	6,91	6,71					
1	T2	7,07	0	ns		a			
2	T1	6,91	0,16	ns	0	ns	a		
3	T0	6,71	0,36	**	0,20	ns	0	ns	b

Volume Akar

Volume Akar						
Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	5	5	2	12,00	4,00
	T1	4	6	4	14,00	4,67
	T2	4	4	2	10,00	3,33
M1	T0	6	8	8	22,00	7,33
	T1	10	2	4	16,00	5,33
	T2	6	9	6	21,00	7,00
M2	T0	2	2	4	8,00	2,67
	T1	6	5	7	18,00	6,00
	T2	7	8	3	18,00	6,00
Jumlah		50,00	49,00	40,00	139,00	5,15
Rata-rata		5,56	5,44	4,44		

Analisis Sidik Ragam							
SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	62,074	7,759	1,905	2,510	3,705	ns
Dosis mikoriza	2	30,296	15,15	3,718	3,555	6,013	*
Dosis tepung tulang	2	3,1852	1,593	0,391	3,555	6,013	ns
Interaksi A x B	4	28,593	7,148	1,755	2,928	4,579	ns
Galat	18	73,333	4,074				
Total	26	135,41					
FK	715,59		CV	0,39207			

Tabel 2 arah Volume Akar Total

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	12	14	10	36
M1	22	16	21	59
M2	8	18	18	44
Total	42	48	49	139

Tabel 2 Arah Volume Akar Rata - rata

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	4,00	4,67	3,33	4,00
M1	7,33	5,33	7,00	6,56
M2	2,67	6,00	6,00	4,89
Rata-rata	4,67	5,33	5,44	15,44

Pengaruh Faktor Tunggal Dosis Mikoriza

SD Interaksi	0,67281		
Nilai UJD 5%			
P		2	3
Sd		0,67281	0,67281
SSR (α, p, v)		2,971	3,12
UJD		1,99892	2,09917

No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi
			6,56	4,89	4,00	
1	M1	6,56	0,00	ns		a
2	M2	4,89	1,67	ns	0,00	a
3	M0	4,00	2,56	*	0,89	ns

No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi
			5,4444	5,333	4,67	
1	T2	5,44444	0	ns		a
2	T1	5,33333	0,1111	ns	0	a
3	T0	4,66667	0,7778	ns	0,667	a

Berat Kering Tanaman

Kombinasi Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata
Dosis Mikoriza	Dosis Tepung tulang	1	2	3		
M0	T0	5	5	2	12,00	4,00
	T1	6	6	5	17,00	5,67
	T2	3	4	3	10,00	3,33
M1	T0	5	6	8	19,00	6,33
	T1	9	3	9	21,00	7,00
	T2	11	9	10	30,00	10,00
M2	T0	5	6	6	17,00	5,67
	T1	10	8	10	28,00	9,33
	T2	12	11	6	29,00	9,67
Jumlah		66,00	58,00	59,00	183,00	6,78
Rata-rata		7,33	6,44	6,56		

Analisis Sidik Ragam

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	notasi
Perlakuan	8	142,7	17,83	5,177	2,510	3,705	**
Dosis mikoriza	2	81,56	40,78	11,839	3,555	6,013	**
Dosis tepung tulang	2	28,67	14,33	4,161	3,555	6,013	*
Interaksi A x B	4	32,44	8,111	2,355	2,928	4,579	ns
Galat	18	62	3,444				
Total	26	204,7					
FK	1240,33		CV	0,27382			

Tabel 2 Arah Bobot kering Total

Dosis Mikoriza	Dosis tepung tulang			Total
	T0	T1	T2	
M0	12	17	10	39
M1	19	21	30	70
M2	17	28	29	74
Total	48	66	69	183

Tabel 2 Arah Bobot kering Rata - rata

Dosis mikoriza	Dosis tepung tulang			Rata-rata
	T0	T1	T2	
M0	4,00	5,67	3,33	4,33
M1	6,33	7,00	10,00	7,78
M2	5,67	9,33	9,67	8,22
Rata-rata	5,33	7,33	7,67	20,33

Pengaruh Faktor Tunggal Dosis Mikoriza

SD Interaksi	0,61864		
Nilai UJD 5%			
P		2	3
Sd		0,61864	0,61864
SSR (α, p, v)		2,971	3,12
UJD		1,83798	1,93016

No	Perlakuan	Rata-rata	M1	M2	M0	Notasi
			7,78	8,22	4,33	
1	M1	7,78	0,00	ns		a
2	M2	8,22	-0,44	ns	0,00	ns
3	M0	4,33	3,44	*	3,89	* 0,00 ns

No	Perlakuan	Rata-rata	T2	T1	T0	Notasi
			7,66667	7,33	5,33	
1	T2	7,66667	0	ns		a
2	T1	7,33333	0,33333	ns	0	ns
3	T0	5,33333	2,33333	*	2	* 0 ns