

**KOMBINASI PUPUK NPK MUTIARA 16:16:16 DAN PUPUK
HAYATI *Trichoderma* sp. UNTUK PERTUMBUHAN BIBIT
KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DI POLYBAG**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

HARIS MUNANDAR

2000854211028

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

KOMBINASI PUPUK NPK MUTIARA 16:16:16 DAN PUPUK HAYATI
Trichoderma sp. UNTUK PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO
(*Theobroma cacao L.*) DI POLYBAG

SKRIPSI

Oleh:

HARIS MUNANDAR

2000854211028

Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Studi Tingkat Sarjana Pada Program
Studi Agroteknologi Universitas Batanghari Jambi

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

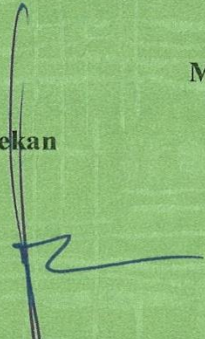

Hj. Yulistia Nengsih, SP., MP
NIDN : 1029046901


Ir. Ridawati Marpaung, MP
NIDN : 0026016801

Menyetujui :

Dekan

Ketua Program Studi Agroteknologi


Dr. H. Rudi Hartawan, SP., MP
NIDN : 0028107001


Ir. Nasamsir, MP
NIDN : 0002046401

Skripsi Ini Telah Diuji Dan Dipertahankan Tim Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : 21 Februari 2025

Jam : 13.30 WIB

Tempat : Ruang Ujian Skripsi Fakultas Pertanian

TIM PENGUJI

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP	Ketua	
2.	Ir. Ridawati Marpaung, MP	Sekretaris	
3.	Ir. Nasamsir, MP	Anggota	
4.	Drs. H. Hayata, MP	Anggota	
5.	Dr. H. Rudi Hartawan, SP., MP	Anggota	

Jambi, 21 Februari 2025

Ketua Tim Penguji

Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP

NIDN : 1029046901

SURAT PERNYATAAN

Nama : Haris Munandar
NIM : 2000854211028
Program Studi : Agroteknologi
Dosen Pembimbing : Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP / Ir. Ridawati Marpaung, MP
Judul Skripsi : Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Dan Pupuk Hayati
Trichoderma sp. Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao

(*Theobroma cacao* L.) Di Polybag

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini saya buat sendiri, bukan hasil buatan orang lain atau bukan hasil plagiat. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dari Fakultas Pertanian Universitas Batanghari Jambi. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jambi, Februari 2025

Mahasiswa Yang Bersangkutan



Haris Munandar

NIM : 2000854211028

INTISARI

Haris Munandar, NIM : 2000854211028, Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Di Polybag. Dibawah bimbingan Ibu Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP dan Ibu Ir. Ridawati Marpaung, MP.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi dosis pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) di polybag. Penelitian ini dilakukan di Desa Mudung Darat RT 08, Kecamatan Maro Sebo, Kabupaten Muaro Jambi. Dimulai dari bulan Oktober 2024 sampai dengan Januari 2025.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan rancangan perlakuan kombinasi dosis pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* yaitu t_0 (kontrol), t_1 (NPK 15 g), t_2 (*Trichoderma sp.* 30 g), t_3 (NPK 3,75 g + *Trichoderma sp.* 22,5 g), t_4 (NPK 7,5 g + *Trichoderma sp.* 15 g) dan t_5 (NPK 11,25 g + *Trichoderma sp.* 7,5 g). Perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 18 unit satuan percobaan. Setiap satuan unit percobaan terdiri dari 4 tanaman dan 3 tanaman dijadikan sampel, sehingga jumlah keseluruhan tanaman sebanyak 72 bibit kakao.

Berdasarkan data hasil penelitian dan analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun total, namun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah tajuk akar, indeks kualitas bibit dan kadar air tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Di Polybag”. Skripsi penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana di Program Studi Agroteknologi Universitas Batanghari Jambi.

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya Bapak Iskandar, SE dan Ibu Ixa Munisa, S.Pd dan keluarga besar saya atas doa dan dukungan, kesabaran, kasih sayang yang telah diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ir. Ridawati Marpaung, MP selaku dosen pembimbing II yang tidak bosan-bosannya memberi arahan dan bantuan dalam pengerjaan skripsi saya.
2. Dosen tim penguji Bapak Ir. Nassamsir, MP, Bapak Drs. H. Hayata, MP dan Bapak Dr. H. Rudi Hartawan, SP., MP. Semua dosen di fakultas pertanian atas ilmu, saran, dan pengarahan yang diberikan.
3. Terima kasih teman-teman seperjuangan Agroteknologi yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, kemurahan kasih-Nya dan perlindungan-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Di Polybag”. Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan sarjana di program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Batanghari.

Dalam menyusun skripsi ini, penulis sebagai manusia biasa dengan segala kekurangan dan keterbatasan. Sepenuhnya tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang penulis temukan dalam penyusunannya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ibu Hj. Yulistiati Nengsih, SP., MP sebagai dosen pembimbing I dan Ibu Ir. Ridawati Marpaung, MP sebagai dosen pembimbing II yang sudah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik yang membangun serta saran dari pembaca demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Jambi, Februari 2025

Haris Munandar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	iii
INTISARI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	5
1.3. Kegunaan Penelitian.....	5
1.4. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Gambaran Umum Tanaman Kakao.....	6
2.1.1. Akar.....	6
2.1.2. Batang	7
2.1.3. Bunga	7
2.1.4. Daun.....	7
2.1.5. Buah	8
2.2. Syarat Tumbuh Kakao.....	8
2.3. Pembibitan Tanaman Kakao.....	9
2.4. Tanah Ultisol	9
2.5. Pupuk NPK Mutiara 16:16:16.....	10
2.6. Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1. Waktu Dan Tempat.....	12
3.2. Alat Dan Bahan	12
3.3. Rancangan Penelitian	12
3.4. Pelaksanaan Penelitian	13
3.4.1. Persiapan Lahan Penelitian.....	13

3.4.2.	Persiapan Bibit	13
3.4.3.	Persiapan Media Tanam Dan Pemberian Perlakuan	14
3.4.4.	Pemeliharaan	14
3.5.	Parameter Yang Diamati	15
3.5.1.	Tinggi Tanaman (cm)	15
3.5.2.	Diameter Batang Bibit (mm)	15
3.5.3.	Bobot Kering Tajuk (g)	15
3.5.4.	Bobot Kering Akar (g).....	15
3.5.5.	Nisbah Tajuk Akar	16
3.5.6.	Luas Daun Total (cm ²)	16
3.5.7.	Indeks Kualitas Bibit (IK)	16
3.5.8.	Kadar Air Tanah (%).....	17
3.5.9.	Analisis Kimia Tanah	17
3.6.	Analisis Data	18
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1.	Hasil Penelitian	19
4.1.1.	Tinggi Tanaman (cm)	19
4.1.2.	Diameter Batang Bibit (mm)	20
4.1.3.	Bobot Kering Tajuk (g)	21
4.1.4.	Bobot Kering Akar (g).....	22
4.1.5.	Nisbah Tajuk Akar	23
4.1.6.	Luas Daun Total (cm ²)	24
4.1.7.	Indeks Kualitas Bibit (IK)	25
4.1.8.	Kadar Air Tanah (%).....	26
4.1.9.	Analisis Kimia Tanah	27
4.2.	Pembahasan	27
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1.	Kesimpulan.....	34
5.2.	Saran	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN.....	38
	RIWAYAT HIDUP	82

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Rata-Rata Tinggi Tanaman Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).....	19
2.	Rata-Rata Diameter Batang Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).	20
3.	Rata-Rata Bobot Kering Tajuk Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).....	21
4.	Rata-Rata Bobot Kering Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).....	22
5.	Rata-Rata Nisbah Tajuk Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).....	23
6.	Rata-Rata Luas Daun Total Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).	24
7.	Rata-Rata Indeks Kualitas Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).	25
8.	Rata-Rata Kadar Air Tanah Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i> Pada Umur (12 MST).	26
9.	Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal dan Akhir Penelitian.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Denah percobaan RAL	38
2.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata tinggi tanaman bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	40
3.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata diameter batang bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	43
4.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	46
5.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata bobot kering akar bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	49
6.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata nisbah tajuk akar bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	52
7.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata luas daun total bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	55
8.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata indeks kualitas bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	58
9.	Analisis statistika data pengamatan rata-rata kadar air tanah bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> (12 MST).....	61
10.	Dokumentasi penelitian.....	64
11.	Hasil analisis kimia tanah awal	69
12.	Hasil analisis kimia tanah akhir	70
13.	Kriteria penilaian sifat kimia tanah	71

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Pupuk NPK Mutiara 16:16:16	64
2.	Pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i>	64
3.	Naungan bibit kakao	64
4.	Pencampuran pupuk hayati <i>Trichoderma sp.</i> dan tanah ultisol	64
5.	Pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16	65
6.	Pengukuran tinggi tanaman.....	65
7.	Pengukuran diameter batang bibit.....	65
8.	Penyiangan gulma	65
9.	Pengukuran luas daun total	66
10.	Pemisahan tajuk dan akar.....	66
11.	Sampel tanah yang akan diukur kadar air tanah.....	66
12.	Pengovenan tajuk dan akar.....	66
13.	Pengovenan kadar air tanah	67
14.	Tajuk dan akar setelah di oven.....	67
15.	Penimbangan tajuk.....	67
16.	Penimbangan akar	67
17.	Penimbangan kadar air tanah	68
18.	Gambaran areal penelitian.....	68

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen kakao (*Theobroma cacao* L.) terbesar ketiga di dunia setelah pantai Gading dan Ghana. Tanaman kakao memiliki bagian yang dapat memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia. Biji kakao tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dan minuman, tetapi juga sebagai bahan baku obat. Manfaat biji kakao dalam pengobatan adalah untuk mengobati penyakit lambung. Kulit buah kakao segar dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi, domba, kuda, dan hewan ternak lainnya. Kulit biji atau kulit arinya dapat dimanfaatkan sebagai pakan unggas setelah terlebih dahulu digiling menjadi tepung. Pohon kakao yang sudah tua dan tidak produktif dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan arang (Cahyono, 2010).

Luas areal perkebunan kakao di Indonesia terus mengalami penurunan. Pada tahun 2018, luas areal perkebunan kakao mencapai 1,61 juta hektar dan mengalami penurunan sebesar 11,79 persen pada tahun 2022 menjadi 1,42 juta hektar. Luas perkebunan tanaman kakao di provinsi Jambi pada tahun 2020 mencapai 2.700 Ha dan mengalami peningkatan di tahun 2021 sebesar 2.800 Ha. Kemudian di tahun 2022 luas perkebunan tanaman kakao di provinsi Jambi mengalami penurunan yang hanya tersisa 2.500 Ha dan pada tahun 2023 luas perkebunan tanaman kakao mengalami stagnan yang hanya mencapai 2.500 Ha dengan produktivitas panen sebanyak sekitar 900 ton (Badan Pusat Statistik, 2023).

Pemilihan bahan tanam (bibit) merupakan hal yang penting dalam menentukan keberhasilan budidaya tanaman kakao. Dalam pembibitan tanaman kakao dibutuhkan media tanah yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanah yang sering digunakan sebagai media tanam di pembibitan termasuk pembibitan kakao adalah tanah ultisol merupakan jenis tanah yang tergolong tua. Tanah ini telah mengalami proses pembentukan tanah yang berkelanjutan. Salah satu faktor yang menyebabkan tanah ini menua adalah proses pelapukan mineral yang ada di dalam tanah dan pencucian basa. Proses pencucian dan pelapukan yang terjadi meninggalkan mineral-mineral yang sukar melapuk sehingga menyebabkan tanah menjadi masam dan kekurangan unsur hara (Hardjowigeno, 2003).

Usaha lain untuk menjadikan tanaman tumbuh sehat dan subur juga harus didukung oleh pemenuhan unsur hara tanaman. Terpenuhi unsur hara nutrisi tanaman, dapat dilakukan melalui usaha pemupukan yang dapat diberikan dengan pemberian pupuk organik dan juga pupuk anorganik. Pemberiaan pupuk anorganik secara terus menerus bukanlah tindakan yang bijaksana dalam menuju pertanian yang berkelanjutan. Penggunaan pupuk anorganik mesti dibarengi dengan penambahan pupuk yang berasal dari materi makhluk hidup untuk mengolah kembali kondisi pada kimia tanah, biologi tanah dan fisik tanah guna memenuhi kebutuhan tanaman akan nutrisi (Yahya *et al.*, 2022).

Salah satu fungsi dari pemupukan adalah meningkatkan dan menjaga kesuburan tanah, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk mendorong pertumbuhan, meningkatkan produksi, dan meningkatkan kualitas hasil. Penggunaan pupuk anorganik memberikan efek reaksi cepat bagi tanaman, namun dalam jangka

panjang akan mengeraskan tanah dan menurunkan kesuburannya (Dermiyati, 2015). Permasalahan ini perlu diatasi dengan mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan beralih ke pupuk organik yang lebih murah dan ramah lingkungan (Syukur, 2005).

Penggunaan pupuk anorganik dapat memberikan hasil yang lebih maksimal bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu pupuk anorganik yang digunakan petani adalah pupuk NPK mutiara 16:16:16 yang merupakan salah satu pupuk anorganik bersifat majemuk yang memiliki unsur hara makro 16% N, 16% P_2O_5 dan 16% K_2O (Fahmi *et al.*, 2014). Pupuk ini sangat baik untuk mendukung masa pertumbuhan tanaman. Selain itu keuntungannya adalah unsur hara yang disumbangkan dapat memenuhi kebutuhan hara tanaman (Sinaga, 2019).

Peranan pupuk anorganik tidak sepenuhnya dapat digantikan oleh pupuk hayati. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melakukan pemupukan dengan pupuk kombinasi antara pupuk anorganik dan pupuk hayati. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk NPK dari dosis anjuran dapat meningkatkan produksi tanaman (Fadiluddin, 2009).

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme tanah yang berfungsi menguraikan bahan-bahan kimia yang sulit diserap menjadi bentuk yang mudah diserap tanaman (Parnata, 2010). Pupuk hayati juga mempunyai fungsi untuk menyuburkan dan memperbaiki struktur tanah, menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen, dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik tanpa mengurangi produktivitas tanaman (Azizah *et al.*, 2021). Pupuk hayati sangat efektif dalam menyediakan unsur hara dan memperbaiki sifat tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Menurut Yelianti (2011), penggunaan pupuk hayati bagi tanaman sangat bermanfaat karena dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia

sehingga mengurangi biaya produksi. Salah satu pupuk hayati yang digunakan pada pembibitan kakao adalah *Trichoderma sp.*

Peran pupuk *Trichoderma sp.* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma sp.* memberikan respon yang sama dengan auksin dalam meningkatkan perpanjangan akar tanaman kakao. *Trichoderma sp.* juga dapat menghasilkan fitohormon Etilen (ET) dan *Indole acetic acid* (IAA), yang berperan dalam keberlangsungan ketahanan pertumbuhan tanaman terhadap pengendalian penyakit dan kondisi yang dapat merugikan. *Trichoderma sp.* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman, hasil produksi tanaman (Herlina & Pramesti, 2009).

Menurut hasil penelitian Setiadi *et al.* (2021) menunjukkan pemberian 375 g/polybag pupuk kotoran sapi dan 15 g/polybag pupuk NPK Mutiara 16:16:16 secara interaksi memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun dan berat basah pada pertumbuhan bibit kakao.

Hasil penelitian Jufri (2023) menunjukkan bahwa *Trichoderma sp.* dengan dosis 30 g/tanaman memberikan pengaruh lebih baik terhadap tinggi tanaman, luas daun dan berat basah akar pada bibit tanaman kakao.

Hasil penelitian Simatupang (2023) menunjukkan bahwa terdapat interaksi pemberian baglog jamur tiram dan *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata pada jumlah daun tanaman kakao dengan perlakuan tanah 50% : limbah baglog 50% + *Trichoderma sp.* 20 g/tanaman, namun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi, diameter batang, bobot basah brangkasan.

Berdasarkan penelitian diatas maka penulis tertarik melakukan penelitian tentang “Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Di Polybag”.

1.2. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh kombinasi dosis pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) di polybag.

1.3. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* untuk pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) di polybag.

1.4. Hipotesis

H0 : Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan bibit kakao di Polybag.

H1 : Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kakao di Polybag.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Tanaman Kakao

Kakao atau *Theobroma cacao* L. merupakan spesies tumbuhan suku *Sterculiaceae*. Secara umum, terdapat tiga jenis atau varietas utama kakao yang dikenal di dunia yaitu *Forastero*, *Criollo*, dan *Trinitario*. Ketiga varietas ini berbeda dalam aspek genetik, morfologi, dan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Dalam susunan taksonomi, tanaman kakao termasuk ke dalam : divisi: *spermatophyta*, subdivisi: *Angiospermae*, Kelas: *Dicotyledoneae*, Subkelas: *dialypetalae*, ordo: *malvales*, familia: *sterculiaceae*, genus: *Theobroma*, dan spesies: *Theobroma cacao* L. (Jumriah, 2023).

2.1.1. Akar

Kakao adalah tanaman dengan *surface root feeder*, artinya sebagian besar akar lateralnya berkembang dekat permukaan tanah, pada kedalaman tanah 0 - 30 cm. Jangkauan jelajah akar lateral dinyatakan jauh di luar proyeksi tajuk. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya ruwet. Tanaman kakao yang diperbanyak secara generatif memiliki akar tunggang atau radix primaria dengan panjang akar mencapai 8 meter secara horizontal dan 15 meter secara vertikal. Sedangkan yang diperbanyak secara vegetatif pada awalnya membentuk akar serabut yang banyak, lalu berkembang dan setelah dewasa baru berubah menjadi dua akar yang mirip dengan akar tunggang, sehingga tanaman dapat tumbuh tegak, kuat dan tidak mudah roboh (Matatula *et al.*, 2022).

2.1.2. Batang

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi yang relatif tetap. Jika dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman umur tiga tahun mencapai 1,8 – 3,0 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,50 – 7,0 meter. Tinggi tanaman tersebut beragam, dipengaruhi oleh intensitas naungan serta faktor-faktor tumbuh yang tersedia. Tanaman kakao bersifat *dimorfisme*, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut dengan tunas *ortotrop* atau tunas air (wiwilan atau chupon), sedangkan tunas yang arah pertumbuhannya ke samping disebut dengan *plagiotrop* (cabang kipas atau fan) (Nur *et al.*, 2021).

2.1.3. Bunga

Kakao memiliki bunga sempurna yang terdiri dari daun kelopak (*calyx*) dengan jumlah 5 helai dan benang sari (*androecium*) 10 helai. Bunga kakao memiliki diameter 1,5 cm dan tumbuhnya secara berkelompok pada bantalan bunga. Bunga tumbuh dari bantalan bunga yang terletak pada cabang (disebut *ramiflora*) atau pada batang (disebut *cauliflora*). Tanaman kakao bersifat *kauliflori*, artinya bunga tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Tempat tumbuh bunga tersebut semakin lama semakin membesar dan menebal atau biasa disebut dengan bantalan bunga (*cushion*) (Matatula *et al.*, 2022).

2.1.4. Daun

Sama dengan sifat percabangannya, daun kakao juga bersifat *dimorfisme*. Pada tunas *ortotrop*, tangkai daunnya panjang, yaitu 7,5-10 cm sedangkan pada tunas

plagiotrop panjang tangkai daunnya hanya sekitar 2,5 cm. Tangkai daun bentuknya silinder dan bersisik halus, bergantung pada tipenya. Salah satu sifat khusus daun kakao yaitu adanya dua persendian (*articulation*) yang terletak di pangkal dan ujung tangkai daun. Dengan persendian ini dilaporkan daun mampu membuat gerakan untuk menyesuaikan dengan arah datangnya sinar matahari (Nur *et al.*, 2021).

2.1.5. Buah

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak akan berwarna kuning. Sementara itu, buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga. Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Pada tipe *criollo* dan *trinitario* alur kelihatan jelas, kulit buahnya tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Sebaliknya, pada tipe *forastero*, permukaan kulit halus; tipis, tetapi liat. Buah akan masak setelah berumur enam bulan (Matatula *et al.*, 2022).

2.2. Syarat Tumbuh Kakao

Sejumlah faktor iklim dan tanah menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman. Lingkungan alami tanaman kakao adalah hutan tropis. Dengan demikian curah hujan, suhu udara dan sinar matahari menjadi bagian dari faktor iklim yang menentukan. Begitu pula dengan faktor fisik dan kimia tanah yang erat kaitannya dengan daya tembus dan kemampuan akar menyerap hara. Ditinjau dari wilayah penanamannya, kakao ditanam pada daerah-daerah yang berada pada 10° LU-10° LS. Namun demikian, penyebaran kakao umumnya berada di antara 7° LU-18° LS. Hal ini erat kaitannya dengan distribusi curah hujan dan jumlah penyinaran matahari sepanjang tahun. Kakao

juga masih toleran pada daerah 20° LU-20° LS. Sehingga Indonesia yang berada pada 5° LU-10° LS masih sesuai untuk pertanaman kakao. Ketinggian tempat di Indonesia yang ideal untuk penanaman kakao adalah < 800 m dari permukaan laut (Nur *et al.*, 2021).

2.3. Pembibitan Tanaman Kakao

Bibit yang baik (klon unggul) dan sehat akan menjamin produksi yang baik pula. Sulit bagi petani bila mereka tidak memiliki bibit yang diperlukan untuk melakukan rehabilitasi. Karenanya, pembangunan fasilitas pembibitan sendiri akan memberikan beberapa manfaat. Petani dapat mengatur klon apa yang diinginkan. Petani dapat mengatur waktu pertumbuhan bibit disesuaikan dengan kepentingan petani dalam melakukan rehabilitasi. Dapat menjadi tambahan pendapatan petani dengan menjual klon-klon yang telah terbukti unggul. Dapat digunakan kapan saja, dan tidak tergantung dengan yang sumber lain (Nur *et al.*, 2021).

2.4. Tanah Ultisol

Tanah ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas, mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo *et al.* 2004). Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung. Ultisol dapat berkembang dari berbagai bahan induk, dari yang bersifat masam hingga basa. Namun sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam (Prasetyo & Suriadikarta, 2006).

2.5. Pupuk NPK Mutiara 16:16:16

Pupuk NPK mutiara merupakan pupuk majemuk yang mengandung sebagian dari unsur makro yaitu unsur N, P dan K. Pemberian pupuk NPK dalam budidaya tanaman diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Oleh sebab itu, sosialisasi pada masyarakat petani untuk menggunakan pupuk berimbang perlu dilakukan. Penggunaan pupuk NPK tepat waktu dan tepat guna untuk budidaya tanaman perlu dilakukan. Perlu diketahui pemberian dosis optimum pupuk NPK untuk budidaya tanaman (Paiman & Ardiyanto, 2019).

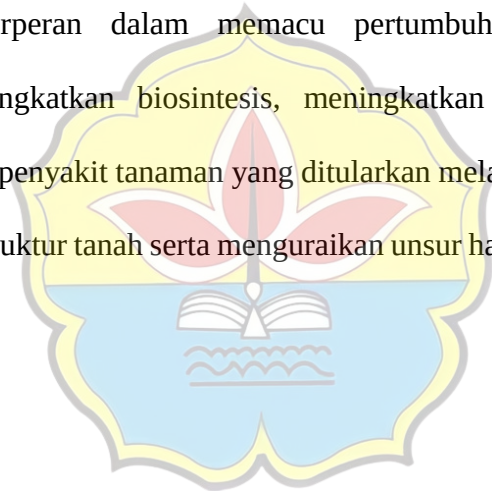
Pemberian pupuk NPK pada tanaman akan menambah unsur hara makro yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium didalam tanah. Pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman memerlukan unsur-unsur hara untuk pembentukan karbohidrat, protein, lemak dan persenyawaan organik lainnya. Unsur N diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar. Unsur P berperan dalam pembentukan generatif untuk mempercepat pembentukan bunga dan buah, mempercepat pemasakan buah dan biji, merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar dan membantu pembentukan protein. Sedangkan unsur K berperan untuk membantu pembentukan protein, karbohidrat dan gula dan membantu pengangkutan gula dari daun ke buah (Mulyani, 2008).

2.6. Pupuk Hayati *Trichoderma sp.*

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah dan biofungisida adalah jamur *Trichoderma sp.*. Mikroorganisme ini adalah jamur penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan. *Trichoderma sp.* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai

agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma sp.* dapat menghambat pertumbuhan serta penyebaran racun jamur penyebab penyakit bagi tanaman seperti cendawan *Rigidiforus lignosus*, *Fusarium oxysporum*, *Rizoctonia solani*, *Fusarium monilifome*, *Sclerotium rolfsii* dan *Sclerotium rilfisil* (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur, 2017).

Peran *Trichoderma sp.* sangat penting sebagai faktor biologis untuk memecah bahan-bahan organik seperti N yang terdapat dalam senyawa kompleks. Senyawa organik yang dihasilkan oleh *Trichoderma sp.* dalam proses dekomposisi berbagai bahan organik berperan dalam memacu pertumbuhan, mempercepat proses pembungaan, meningkatkan biosintesis, meningkatkan hasil produksi tanaman, mencegah serangan penyakit tanaman yang ditularkan melalui tanah, menggemburkan dan memperbaiki struktur tanah serta menguraikan unsur hara yang terikat dalam tanah (Putri *et al.*, 2018).



III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Desa Mudung Darat RT 08, Kecamatan Maro Sebo, Kabupaten Muaro Jambi. Dimulai dari bulan Oktober 2024 sampai dengan Januari 2025.

3.2. Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kamera, jangka sorong, alat tulis, timbangan digital, dan oven listrik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit tanaman kakao jenis F1 (hibrida) berumur 3 bulan tinggi sekitar 30 cm daun sekitar 3 helai yang berasal dari penangkaran Tri jalan lintas Jambi-Palembang km 16 RT 3 dusun Catur Karya desa Pondok Meja Mestong kabupaten Muaro Jambi, pupuk NPK mutiara 16:16:16, pupuk hayati *Trichoderma sp.* yang berasal dari laboratorium BPTPH (Balai Perlindungan Tanaman Pangan Dan Hortikultura), tanah ultisol, polybag dan air.

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor. Rancangan perlakuan yang diberikan adalah kombinasi dosis pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk *Trichoderma sp.* meliputi :

- t_0 : Tanpa pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk *Trichoderma sp.* + 3 kg media tanam
- t_1 : 100% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (15 g) + 3 kg media tanam
- t_2 : 100% pupuk *Trichoderma sp.* (30 g) + 3 kg media tanam
- t_3 : 25% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (3,75 g) + 75% pupuk *Trichoderma sp.* (22,5 g) + 3 kg media tanam

t₄ : 50% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (7,5 g) + 50% pupuk *Trichoderma sp.* (15 g) + 3 kg media tanam

t₅ : 75% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (11,25 g) + 25% pupuk *Trichoderma sp.* (7,5 g) + 3 kg media tanam

Penelitian ini terdiri dari 3 ulangan, sehingga terdapat 18 unit satuan percobaan dengan masing-masing satuan percobaan terdiri 4 polybag. Satu polybag terdiri dari satu tanaman sehingga total seluruh tanaman adalah sebanyak $4 \times 3 \times 6 = 72$ bibit. Setiap satuan percobaan digunakan 3 tanaman sebagai sampel. (layout penelitian lampiran 1)

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Lahan Penelitian

Persiapan tempat penelitian dilakukan dengan cara mengukur lahan dengan ukuran 4 x 2 m, setelah itu dibersihkan dari gulma dan sampah, gulma disiangi memakai cangkul, sampah dipungut dan dibuang keluar areal penelitian. Pembuatan naungan dibuat menggunakan kayu dan atap, dengan ukuran 6,5 x 5,5 m, ketinggian 1,5 m (dibuat sama tinggi). Paranet yang digunakan berukuran 60% (Wahyudi *et al.*, 2022).

3.4.2. Persiapan Bibit

Tanaman dalam penelitian ini adalah bibit tanaman kakao jenis F1 (hibrida) yang berumur 3 bulan dengan ciri-ciri tinggi sekitar 30 cm dan jumlah daun sekitar 3 helai daun, yang berasal dari penangkaran Tri, jalan lintas Jambi-Palembang km 16 RT 3 dusun Catur Karya desa Pondok Meja Mestong kabupaten Muaro Jambi.

3.4.3. Persiapan Media Tanam Dan Pemberian Perlakuan

Media tanam yang digunakan adalah tanah ultisol yang diperoleh dari sekitar lokasi penelitian. Ciri-ciri tanah ultisol berwarna kekuningan memiliki tekstur tanah yang liat dan menggumpal. Tanah terlebih dahulu dibersihkan dari bahan-bahan lain seperti rumput daun bebatuan. Untuk perlakuan t_0 media tanam seberat 3 kg tidak diberi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk *Trichoderma sp.*, hanya tanah ultisol. Pemberian pupuk *Trichoderma sp.* sesuai perlakuan diberikan dengan cara dicampurkan dengan media tanam lalu diaduk rata dan dimasukkan ke dalam polybag, kemudian dibiarkan selama 1 minggu. Setelah 1 minggu bibit kakao ditanam dengan cara membuat lobang tanam pada media tanam, kemudian dilakukan penyiraman. Setelah 5 hari tanam bibit kakao diberi perlakuan pupuk NPK mutiara 16:16:16 dengan dosis sesuai perlakuan. Untuk perlakuan t_1 diberikan 15 g pupuk NPK mutiara 16:16:16 dengan cara dibuat lubang pada media tanam dengan kedalaman sekitar 2-3 cm, kemudian ditutup dengan tanah, begitu juga untuk perlakuan t_3 , t_4 , dan t_5 .

3.4.4. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi penyiraman, dilakukan sekali dalam sehari. Apabila turun hujan tidak dilakukan penyiraman. Volume air yang disiramkan dengan jumlah yang sama berdasarkan pengukuran kebutuhan air pada media tanam. Penyiangan gulma dilakukan secara manual di dalam dan sekitar polybag tumbuh gulma dan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di area tersebut.

3.5. Parameter Yang Diamati

3.5.1. Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari leher akar sampai ujung batang tanaman menggunakan meteran. Untuk kestabilan pengukuran dibantu dengan ajir. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan di awal dan akhir penelitian.

3.5.2. Diameter Batang Bibit (mm)

Pengukuran diameter batang bibit dilakukan dengan cara diameter bibit diukur pada ketinggian 3 cm dari pangkal bibit dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir penelitian.

3.5.3. Bobot Kering Tajuk (g)

Perhitungan bobot kering tajuk dengan cara memisahkan tajuk tanaman dengan akar. Selanjutnya bagian tajuk dibersihkan dengan air yang mengalir dan dikering anginkan. Kemudian bagian tajuk tanaman dikeringkan dalam oven pada suhu 100° C selama 24 jam, kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital. Pengovenan dan penimbangan diulang sampai diperoleh bobot konstan. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.

3.5.4. Bobot Kering Akar (g)

Perhitungan bobot kering akar dengan cara memisahkan akar dari tajuk tanaman. Selanjutnya bagian akar dibersihkan dengan air yang mengalir dan dikeringkan. Kemudian bagian akar tanaman dikering anginkan diukur dengan cara mengeringkan bagian akar di dalam oven pada suhu 100° C selama 24 jam, kemudian diukur dengan menimbang seluruh bagian akar tanaman menggunakan timbangan

digital. Pengovenan dan penimbangan diulang sampai diperoleh bobot konstan. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian.

3.5.5. Nisbah Tajuk Akar

Nisbah tajuk akar dihitung dengan menggunakan bobot kering tajuk dan bobot kering akar. Pengukuran nisbah tajuk akar dilakukan pada akhir penelitian. Nisbah tajuk akar dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NTA = \frac{BKT}{BKA}$$

Keterangan:

NTA = Nisbah tajuk akar

BKT = Bobot kering tajuk

BKA = Bobot kering akar

3.5.6. Luas Daun Total (cm²)

Pengukuran luas daun bibit tanaman diukur pada akhir penelitian dengan menggunakan alat *leaf area meter*.

3.5.7. Indeks Kualitas Bibit (IK)

Indeks kualitas (IK) dihitung pada akhir penelitian dengan menggunakan data bobot kering tajuk, bobot kering akar, tinggi tanaman dan diameter batang dengan rumus sebagai berikut :

$$IK = \frac{\text{Bobot Kering Tajuk} + \text{Bobot Kering Akar}}{\left(\frac{\text{Tinggi Tanaman}}{\text{Diameter Tanaman}} \right) + \left(\frac{\text{Bobot Kering Tajuk}}{\text{Bobot Kering Akar}} \right)}$$

Nilai IK minimal sebagai syarat bibit dipindahkan kelapangan adalah 0,09 dan diindikasikan bibit semakin baik bila nilai IK terus meningkat.

3.5.8. Kadar Air Tanah (%)

Perhitungan kadar air dilakukan pada satu media tanah pada setiap perlakuan dan ulangan tanah yang akan dihitung kadar airnya tidak dilakukan penyiraman selama 5 hari. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan kadar air sebagai berikut : wadah kosong ditimbang untuk mengetahui berat kosong wadah (w_1), setelah berat wadah diperoleh masukkan sampel tanah sebanyak 10 g, berat basah sampel tanah (w_2) disamakan untuk semua sampel kemudian dioven pada suhu 105°C selama 24 jam. Selanjutnya dikeluarkan dari oven dan di dinginkan, kemudian ditimbang berat keringnya (w_3) setelah itu tanah dikeluarkan dari wadah dan dibersihkan. Selanjutnya ditetapkan kadar airnya dan dapat dihitung dengan rumus :

$$W = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} \times 100\%$$

Keterangan :

w = Kadar air tanah (%)

w_1 = Berat wadah kosong

w_2 = Berat wadah + tanah basah

w_3 = Berat wadah + tanah kering (oven)

$w_2 - w_3$ = Berat air (water weight)

$w_3 - w_1$ = Berat tanah kering (dry soil weight)

3.5.9. Analisis Kimia Tanah

Analisis tanah dilakukan pada awal dan akhir penelitian terhadap kimia tanah terdiri dari pH tanah, kandungan N,P, dan K. Analisis pH tanah dilakukan dengan pH meter, kandungan N tanah dianalisis dengan metode Kjeldahl, kandungan P dianalisis dengan metode Bray dan kandungan K dianalisis dengan metode tersedia. Analisis

tanah dilakukan di laboratorium Jambi Lestari dan laboratorium BPSIP (balai penerapan standar instrumen pertanian).

3.6. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis statistika menggunakan *analysis of variance* (Anova) dengan taraf signifikan 5% untuk mengetahui pengaruh nyata perlakuan. Apabila uji F menunjukkan beda nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) 5%. Apabila dalam penelitian diperoleh koefisien keragaman >15% maka data dilakukan transformasi dengan $\sqrt{x + 0,5}$.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap luas daun total, namun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah tajuk akar, indeks kualitas bibit dan kadar air tanah.

4.1.1. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bibit kakao (Lampiran 2). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Tinggi Tanaman Bibit Kakao (cm)	Notasi
t ₀ (Kontrol)	41,26	a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	45,74	ab
t ₁ (NPK 15 g)	46,09	ab
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	48,80	ab
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	52,88	ab
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	54,09	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t_0 berbeda tidak nyata dengan perlakuan t_1 , t_2 , t_3 dan t_5 , tetapi perlakuan t_0 berbeda nyata dengan perlakuan t_4 . Rata-rata nilai tinggi tanaman tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 54,09 cm dan terendah pada perlakuan t_0 sebesar 41,26 cm, terjadi peningkatan tinggi tanaman sebesar 31,09 % dibandingkan dengan t_0 .

4.1.2. Diameter Batang Bibit (mm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang bibit kakao (Lampiran 3). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Diameter Batang Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Diameter Batang Bibit Kakao (mm)	Notasi
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	7,48	a
t_0 (Kontrol)	7,49	a
t_1 (NPK 15 g)	7,92	a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	8,01	a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	8,07	a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	8,46	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai diameter batang bibit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 8,46 mm dan terendah pada perlakuan t_5 sebesar 7,48 mm, terjadi peningkatan diameter batang bibit sebesar 13,10 % dibandingkan dengan t_0 .

4.1.3. Bobot Kering Tajuk (g)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering tajuk bibit kakao (Lampiran 4). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Bobot Kering Tajuk Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Bobot Kering Tajuk Bibit Kakao (g)		Notasi
	Data Asli	Data Transformasi	
t_0 (Kontrol)	5,89	2,52	a
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	6,46	2,63	a
t_1 (NPK 15 g)	7,72	2,85	a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	8,12	2,93	a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	9,10	3,07	a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	9,48	3,14	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.*

berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai bobot kering tajuk tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 3,14 g dan terendah pada perlakuan t_0 sebesar 2,52 g, terjadi peningkatan bobot kering tajuk sebesar 60,95 % dibandingkan dengan t_0 .

4.1.4. Bobot Kering Akar (g)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering akar bibit kakao (Lampiran 5). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Bobot Kering Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Bobot Kering Akar Bibit Kakao (g)		Notasi
	Data Asli	Data Transformasi	
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	2,57	1,73	a
t_0 (Kontrol)	2,75	1,79	a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	2,90	1,84	a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	3,02	1,87	a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	3,19	1,89	a
t_1 (NPK 15 g)	3,93	2,07	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata bobot kering akar bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai bobot kering akar tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_1 yaitu sebesar 2,07 g dan terendah pada perlakuan t_5

sebesar 1,73 g, terjadi peningkatan bobot kering akar sebesar 52,91 % dibandingkan dengan t_0 .

4.1.5. Nisbah Tajuk Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap nisbah tajuk akar bibit kakao (Lampiran 6). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Nisbah Tajuk Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Nisbah Tajuk Akar Bibit Kakao	Notasi
t_1 (NPK 15 g)	1,41	a
t_0 (Kontrol)	1,42	a
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	1,54	a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	1,60	a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	1,64	a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1,68	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata nisbah tajuk akar bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai nisbah tajuk akar tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 1,68 dan terendah pada perlakuan t_1 sebesar 1,41, terjadi peningkatan nisbah tajuk akar sebesar 19,14 % dibandingkan dengan t_0 .

4.1.6. Luas Daun Total (cm²)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap luas daun total bibit kakao (Lampiran 7). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Luas Daun Total Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Luas Daun Total Bibit Kakao (cm ²)		Notasi
	Data Asli	Data Transformasi	
t ₀ (Kontrol)	414,70	20,34	a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	554,16	23,54	ab
t ₁ (NPK 15 g)	679,70	26,06	abc
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	822,35	28,38	bc
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	969,65	31,05	c
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1067,01	32,35	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata luas daun total bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t₀ berbeda tidak nyata dengan perlakuan t₅ dan t₁, tetapi perlakuan t₀ berbeda nyata dengan perlakuan t₂, t₃ dan t₄. Rata-rata nilai luas daun total tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 32,35 cm² dan terendah pada perlakuan t₀ sebesar 20,34 cm², terjadi peningkatan luas daun total sebesar 157,29 % dibandingkan dengan t₀.

4.1.7. Indeks Kualitas Bibit (IK)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap indeks kualitas bibit kakao (Lampiran 8). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata Indeks Kualitas Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Indeks Kualitas Bibit Kakao		Notasi
	Data Asli	Data Transformasi	
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	1,11	1,27	a
t ₀ (Kontrol)	1,17	1,29	a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	1,19	1,30	a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	1,20	1,30	a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1,21	1,31	a
t ₁ (NPK 15 g)	1,33	1,35	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata indeks kualitas bibit kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai indeks kualitas bibit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₁ yaitu sebesar 1,35 dan terendah pada perlakuan t₅ sebesar 1,27, terjadi peningkatan indeks kualitas bibit sebesar 19,81 % dibandingkan dengan t₀.

4.1.8. Kadar Air Tanah (%)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air tanah bibit kakao (Lampiran 9). Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-Rata Kadar Air Tanah Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Kadar Air Tanah Bibit Kakao (%)		Notasi
	Data Asli	Data Transformasi	
t ₁ (NPK 15 g)	20,86	4,61	a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	20,92	4,62	a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	25,21	5,03	a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	27,12	5,23	a
t ₀ (Kontrol)	27,50	5,28	a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	28,92	5,40	a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata kadar air tanah kakao terhadap perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai kadar air tanah tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 5,40 % dan terendah pada perlakuan t₁ sebesar 4,61 %, terjadi peningkatan kadar air tanah sebesar 38,63 % dibandingkan dengan t₀.

4.1.9. Analisis Kimia Tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal dan Akhir Penelitian.

No	Sifat Kimia Tanah	Tanah Awal	Akhir Penelitian					
			t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
1	pH (H ₂ O)	4,51 (M)	4,81 (M)	4,55 (M)	4,68 (M)	4,72 (M)	4,06 (SM)	4,89 (M)
2	N Total (%)	0,0244 (SR)	0,012 (SR)	0,007 (SR)	0,019 (SR)	0,011 (SR)	0,009 (SR)	0,001 (SR)
3	P Bray (ppm)	23,99 (S)	6,26 (SR)	91,86 (ST)	13,59 (R)	11,64 (R)	100,03 (ST)	42,29 (ST)
4	K-dd (Cmol(+)/kg)	0,51 (S)	0,06 (SR)	0,03 (SR)	0,07 (SR)	0,01 (SR)	0,07 (SR)	0,08 (SR)

Keterangan : SM (Sangat Masam) M (Masam) S (Sedang)
R (Rendah) SR (Sangat Rendah) ST (Sangat Tinggi)
T (Tinggi)

Pada tabel 9 hasil analisis sifat kimia tanah akhir menunjukkan secara umum terjadi peningkatan nilai pH di akhir penelitian, tetapi masih dalam kriteria tanah masam. Jumlah N total terjadi penurunan untuk semua perlakuan dibandingkan jumlah N total awal. Jumlah P menunjukkan fluktuasi untuk berbagai perlakuan. Jumlah K terjadi penurunan untuk semua perlakuan dibandingkan jumlah K awal.

4.2. Pembahasan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap luas daun total, namun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah tajuk akar, indeks kualitas bibit dan kadar air tanah.

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 31,09 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai tinggi tanaman yang tertinggi. Hal ini di duga adanya peran *Trichoderma sp.* dalam memperbaiki struktur tanah dan peran pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dalam menyediakan unsur hara. Penambahan pupuk *Trichoderma sp.*, dapat memperbaiki struktur tanah, struktur tanah yang baik mengakibatkan penyerapan unsur hara menjadi lebih baik, sehingga kebutuhan unsur hara untuk proses pertumbuhan bibit kakao dapat terpenuhi. Menurut Ramdhan *et al.* (2022) *Trichoderma sp.* dapat membantu proses dekomposisi atau penyediaan unsur hara yang terkandung dalam tanah. Selanjutnya menurut Putri *et al.* (2018) menjelaskan peran *Trichoderma sp.* sangat penting sebagai faktor biologis untuk memecah bahan-bahan organik seperti N yang terdapat dalam senyawa kompleks. Senyawa organik yang dihasilkan oleh *Trichoderma sp.* dalam proses dekomposisi berbagai bahan organik berperan dalam memacu pertumbuhan, mempercepat proses pembungaan, meningkatkan biosintesis, meningkatkan hasil produksi tanaman, mencegah serangan penyakit tanaman yang ditularkan melalui tanah, menggemburkan dan memperbaiki struktur tanah serta menguraikan unsur hara yang terikat dalam tanah. Unsur hara makro yang terkandung pada pupuk NPK Mutiara 16:16:16 terutama unsur N berperan sebagai unsur yang membentuk zat hijau daun (klorofil) yang sangat penting dalam proses fotosintesis. Selain itu nitrogen juga berperan sebagai pembentukan protein, lemak dan berbagai senyawa organik lainnya. Unsur hara makro ini juga merangsang pertumbuhan

vegetatif tanaman secara keseluruhan termasuk dalam pembentukan tinggi tanaman (Dianita & Abdullah, 2011).

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan diameter batang bibit sebesar 13,10 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai diameter batang bibit yang tertinggi. Hal ini diduga *Trichoderma sp.* memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan tanah dengan melakukan dekomposisi terhadap bahan organik sehingga membuat unsur hara tersedia bagi tanaman (Herlina & Dewi, 2010). Selanjutnya pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dapat menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman kakao. Peningkatan diameter batang yang terjadi ini juga tidak lepas dari kegiatan pembelahan sel yang terus terjadi sebagai respon terpenuhinya kebutuhan unsur hara. Peningkatan diameter batang disebabkan oleh adanya sel meristem lateral yang membelah dari arah luar ke dalam. Menurut Nasution *et al.* (2013) bahwa unsur hara P dan K sangat berperan dalam meningkatkan diameter batang tanaman. Proses perkembangan diameter batang dipengaruhi oleh pembelahan sel di daerah kambium, pembentukan jaringan xylem dan floem, serta kandungan unsur hara untuk mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao.

Peningkatan luas daun total dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara seperti unsur N, P dan K. Pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan luas daun total sebesar 59,04 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai luas daun total yang tertinggi. Hal ini diduga perlakuan t_4 dapat

mencukupi ketersediaan unsur N, P dan K sehingga mempengaruhi pertambahan luas daun kakao. *Trichoderma sp.* selain sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Disamping kemampuan sebagai pengendali hayati, *Trichoderma sp.* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman (Amin *et al.*, 2015). Menurut Sutedjo (2000) nitrogen berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman dan meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan.

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 24,60 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai bobot kering tajuk yang tertinggi. Hal ini ditunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang bibit dan luas daun total merupakan pertumbuhan tertinggi di perlakuan t_4 sehingga menghasilkan bobot kering tajuk yang tertinggi. Bobot kering tajuk tanaman dipengaruhi keseimbangan antara proses fotosintesis dan proses respirasi (Sarif *et al.*, 2017).

Pada perlakuan t_1 (pupuk NPK 15 g) menunjukkan nilai bobot kering akar yang tertinggi. Hal ini diduga karena media tanam yang digunakan hanya diberikan NPK tanpa pemberian *Trichoderma sp.* sehingga struktur tanah lebih keras dan akar tanaman akan berkembang dengan cepat pada kondisi tanah yang keras. Akar akan menjadi lebih panjang dengan sel-sel lebih padat pada zona meristematik, sel-sel

membesar diujung akar merambat ke lebih banyak area untuk mendapatkan lebih banyak nutrisi.

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan nisbah tajuk akar sebesar 19,14 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai nisbah tajuk akar yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tajuk lebih tinggi dari pertumbuhan akar dengan nilai nisbah tajuk akar sebesar 1,68. Sejalan pendapat Sitompul (1995) dalam Nursanti (2010) nisbah tajuk akar sangat ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan, semakin besar bobot kering tajuk maka semakin besar nilai rasio tajuk akarnya dan sebaliknya bila bobot kering akar semakin besar maka nilai rasio tajuk akar akan semakin kecil.

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan indeks kualitas bibit sebesar 6,29 % dibandingkan dengan t_0 . Nilai indeks kualitas bibit berkisar 1,11 sampai 1,33 menunjukkan nilai indeks kualitas bibit di atas nilai indeks kualitas standar yaitu 0,09. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bibit kakao siap untuk dipindahkan ke lapangan. Menurut Hendromono & Durahim (2004) dalam Irawan & Hidayah (2017) bahwa bibit yang memiliki nilai indeks kualitas minimal 0,09 akan memiliki daya tahan hidup yang tinggi apabila dipindah ke lapangan. Hal ini dikarenakan bahwa indeks kualitas bibit dipengaruhi oleh tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk dan bobot kering akar, semakin besar nilai hasilnya maka semakin tinggi angka indeks kualitas bibitnya (Sastrawan *et al.*, 2019).

Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dapat meningkatkan kadar air tanah sebesar 17,13 % dibandingkan dengan t_0 . Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai kadar air tanah yang tertinggi. Hal ini diduga fungsi *Trichoderma sp.* membantu memperbaiki struktur tanah dan mengikat air dalam media tanam. Ketersediaan air sangat penting dengan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman pada proses metabolisme. Tanaman memberikan respon terhadap ketersediaan air yang ada dengan meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang (Manan *et al.*, 2015).

Hasil analisis sifat kimia tanah menunjukkan nilai pH tanah awal meningkat pada akhir penelitian walaupun masih kategori masam. Hal ini diduga pemberian kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan *Trichoderma sp.* dapat memperbaiki struktur tanah dan membantu proses dekomposisi berbagai bahan organik sehingga pH dalam tanah menjadi meningkat.

Kandungan unsur N 0,0244 % menurun menjadi 0,019 %. Hal ini dikarenakan komponen *Trichoderma sp.* memecahkan unsur N dalam senyawa kompleks, sehingga ketersediaan nitrogen digunakan untuk pertumbuhan bibit kakao.

Kandungan unsur P 23,99 ppm meningkat menjadi 100,03 ppm. Hal ini dikarenakan NPK mutiara 16:16:16 mengandung fosfor dan *Trichoderma sp.* membantu penyerapan fosfor dalam pertumbuhan akar sehingga kedua kombinasi dapat meningkatkan unsur fosfor dalam tanah.

Kandungan unsur K 0,51 cmol(+)/kg menurun menjadi 0,08 cmol(+)/kg. Hal ini dikarenakan NPK mutiara 16:16:16 mengandung kalium dan *Trichoderma sp.*

membantu penyerapan kalium, sehingga ketersediaan kalium digunakan untuk pertumbuhan bibit kakao.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap luas daun total, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah tajuk akar, indeks kualitas bibit dan kadar air tanah.
2. Perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t₄ (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g), dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 31,09 %, diameter batang bibit sebesar 13,10 %, bobot kering tajuk sebesar 60,95 %, nisbah tajuk akar sebesar 19,14 %, luas daun total sebesar 157,29 % dan kadar air tanah sebesar 38,63 % dibandingkan dengan t₀.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penulis menyarankan untuk kegiatan penelitian bibit tanaman kakao menggunakan dosis perlakuan NPK mutiara 16:16:16 7,5 g + *Trichoderma sp.* 15 g (t₄)

DAFTAR PUSTAKA

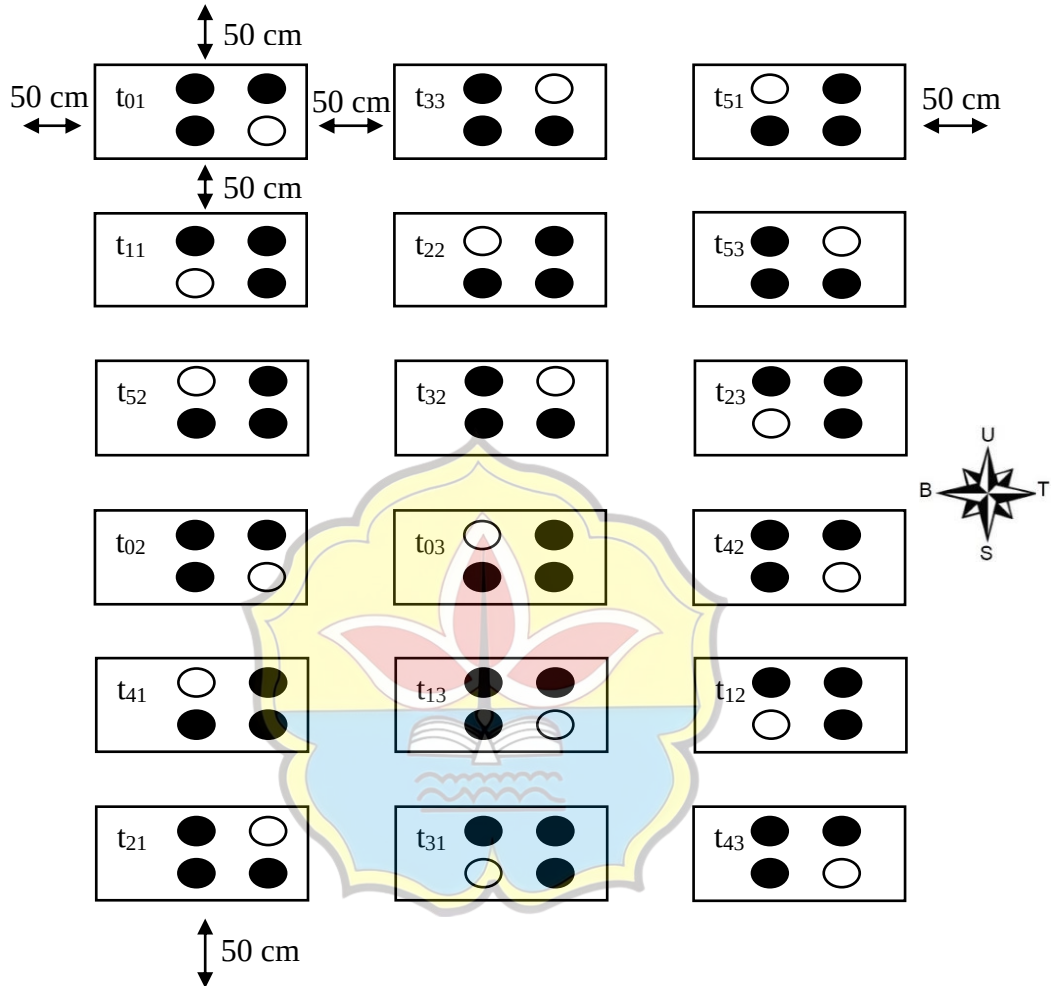
- Amin, F., Adiwirman, & Yoseva, S. 2015. Studi Waktu Aplikasi Pupuk Kompos Leguminosa dengan Bioaktivator *Trichoderma sp.* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L). Jom Faperta, 2(1).
- Azizah, P. N., Sunawan, & Arfarita, N. 2021. Aplikasi Lapang Pupuk Hayati VP3 Dibandingkan Dengan Empat Macam Pupuk Hayati Yang Beredar Di Pasaran Terhadap Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). Folium : Jurnal Ilmu Pertanian, 5(1), 26.
- Badan Pusat Statistik. 2023. BPS Perkebunan Provinsi Indonesia. In (BPS - Statistics Indonesia).
- Cahyono, B. 2010. Buku Terlengkap Sukses Bertanam Kakao. In Jurnal Malikussaleh Mengabdi (Vol. 2, Issue 1).
- Dermiyati. 2015. Sistem Pertanian Organik Berkelanjutan. Plantaxia. Yogyakarta, 8(1), 87.
- Dianita, R., & Abdullah, L. 2011. Effect of Dietary Thyme (*Thymus vulgaris*) and Mint (*Menthe piperita*) on Some Blood Parameters of Broiler Chickens. 1(March), 1288–1290.
- Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur. 2017. Manfaat *Trichoderma sp* & Cara Pembiakkannya. In Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur (p. 1).
- Fadiluddin, M. 2009. Efektivitas Formula Pupuk Hayati Dalam Memacu Serapan Hara, Produksi, Dan Kualitas Hasil Jagung Dan Padi Gogo Di Lapang. SoilREns, 14(2), 33–37.
- Fahmi, N., Syamsuddin, & Marliah, A. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) merril). Jurusan Agroteknologi Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 53–62.
- Hardjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo., 45(1), 69.
- Herlina, L., & Dewi, P. 2010. Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma Harzianum* Dalam Meningkatkan Pertumbuhan. Jurnal Sains Dan Teknologi, 8(2), 11–25.
- Herlina, L., & Pramesti, D. 2009. Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma sp.* dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang., 21(1), 1–9.
- Irawan, A., & Hidayah, H. N. 2017. Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Dan Mutu Bibit Cempaka Wasian (*Magnolia Tsiampaca* (Miq.) Dandy) Di Persemaian. 11(1), 92–105.

- Jufri, F. A. 2023. Pengaruh *Trichoderma* sp. Dan Pupuk Daun POC Terhadap Perkecambahan Dan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). International Journal of Technology, 47(1), 100950.
- Jumriah, L. 2023. Pasca Panen Kakao Dan Produk Olahan Coklat.
- Manan, A., Machfudz, A., & Asri, W. 2015. Pengaruh Volume Air dan Pola Vertikultur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). Journal of Universitas Muhamadiyah Sidoarjo, 61(3), 301–333.
- Matatula, A. J., Mahulette, A. S., & Tanasale, V. L. 2022. Budidaya Tanaman Perkebunan Kakao. In Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.
- Mulyani, S. M. 2008. Pupuk Dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta.
- Nasution, N., Islan, & Saputra, S. I. 2013. Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Dengan Aplikasi *Trichoderma* Sp Dan Pupuk Majemuk. 1–8.
- Nur, I. P., Sugiyarto, Aji, P. C., Luluk, E., & Maulana, H. 2021. Pasca Panen Kakao & Pembuatan Sabun Kecantikan. 1–93.
- Nursanti, I. 2010. Tanggap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Aplikasi Pupuk Organik Berbeda Dosis. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi., 26(1), 13–17.
- Paiman, & Ardiyanto. 2019. Peran Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. Universitas PGRI Yogyakarta, 117, 1–35.
- Parnata. 2010. Meningkatkan Hasil Panen Dengan Pupuk Organik.
- Prasetyo, B. H., & Suriadikarta, D. A. 2006. Karakteristik Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Litbang Pertanian, 25(2), 39–47.
- Putri, L. A., Jamillah, J., & Haryoko, W. 2018. Pengaruh Pupuk Organik Cair Dan *Trichoderma* sp Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Melon (*Cucumis melo*). Jurnal BiBieT, 3(1), 17.
- Ramdhan, M., Nafia'ah, H. H., & Swardana, A. 2022. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.). JAGROS : Jurnal Agroteknologi Dan Sains (Journal of Agrotechnology Science), 6(1), 52.
- Sarif, P., Hadid, A., & Wahyudi, I. 2017. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. Jurnal Agrotekbis, 3(5), 585–591.

- Sastrawan, R., Barcia, F., & Uker, D. 2019. Persepsi Masyarakat Terhadap Program Percetakan Sawah Baru Di Desa Air Kering Kecamatan Padang Guci Hilir Kabupaten Kaur Dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 99–112.
- Setiadi, H., Wahyudi, & Marlina, G. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Sapi Dan Pupuk NPK Mutiara (16:16:16) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L). *Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UNIKS*, 10(2), 185–198.
- Simatupang, Y. 2023. Pengaruh Pemanfaatan Limbah Media Tanam Jamur Tiram Dan *Trichoderma sp.* Pada Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). 75.
- Sinaga, R. A. R. 2019. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). 66.
- Sutedjo, M. M. 2000. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta., 27(2), 58–66.
- Syukur, A. 2005. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Terhadap Sifat-Sifat Tanah Dan Pertumbuhan Caisin Di Tanah Pasir Pantai. *Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan*, 5(1), 30–38.
- Wahyudi, Ezward, C., & Haitami, A. 2022. Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) Pada Ukuran Wadah Tanam Polybag Yang Berbeda. *Jurnal Agro Indragiri*, 9(1), 1–7.
- Yahya, D. P. A., Hendarto, K., Yelli, F., & Widyastuti, R. A. D. 2022. Response of Biofertilizer Application and Alkali Supplement Fertilizer on the Growth and Yield of Curly Red Chili (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 11(1), 15.
- Yelianti, U. 2011. Respon Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) terhadap pemberian Pupuk Hayati dengan Berbagai Agen Hayati. 4(3), 410–419.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah percobaan RAL



Keterangan :

t₀₁ : Tanpa pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk *Trichoderma sp.* + 3 kg media tanam pada perlakuan 0 ulangan 1

t₁₁ : Pemberian 100% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (15 g) + 3 kg media tanam pada perlakuan 1 ulangan 1

t₂₁ : Pemberian 100% pupuk *Trichoderma sp.* (30 g) + 3 kg media tanam pada perlakuan 2 ulangan 1

t₃₁ : Pemberian 25% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (3,75 g) + 75% pupuk *Trichoderma sp.* (22,5 g) + 3 kg media tanam pada perlakuan 3 ulangan 1

t₄₁ : Pemberian 50% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (7,5 g) + 50% pupuk *Trichoderma sp.* (15 g) + 3 kg media tanam pada perlakuan 4 ulangan 1

t₅₁ : Pemberian 75% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (11,25 g) + 25% pupuk *Trichoderma sp.* (7,5 g) + 3 kg media tanam pada perlakuan 5 ulangan 1

● = Tanaman sampel

○ = Tanaman cadangan



Lampiran 2. Analisis statistika data pengamatan rata-rata tinggi tanaman bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma* sp. (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	35,73	45,43	42,63	123,79	41,26
t ₁	57,1	40,4	40,77	138,27	46,09
t ₂	48,17	50,1	48,13	146,40	48,80
t ₃	42,57	54,33	61,73	158,63	52,88
t ₄	49,43	54,67	58,17	162,27	54,09
t ₅	46,1	42,33	48,8	137,23	45,74
Grand Total				866,59	
Rerata umum					48,14

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 866,59^2 : (3 \times 6)$$

$$= 41.721,01$$

$$JKT = T (Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (35,73^2 + 45,43^2 + 42,63^2 + \dots + 48,8^2) - 41.721,01$$

$$= 827,349$$

$$JKP = (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK$$

$$= (123,79^2 + 138,27^2 + 146,40^2 + 158,63^2 + 162,27^2 + 137,23^2) : (3) - 41.721,01$$

$$= 346,527$$

$$JKE = JKT - JKP$$

$$= 827,349 - 346,527$$

$$= 480,822$$

$$KTP = JKP : DBP$$

$$= 346,527 : 5$$

$$= 69,305$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 480,822 : 12 \\
 &= 40,068
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 69,305 : 40,068 \\
 &= 1,730
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata tinggi tanaman bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	346,527	69,305	1,730 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	480,822	40,068		
Total	17	827,35			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{40,068}}{48,14} \times 100\% \\
 &= 13,14 \%
 \end{aligned}$$

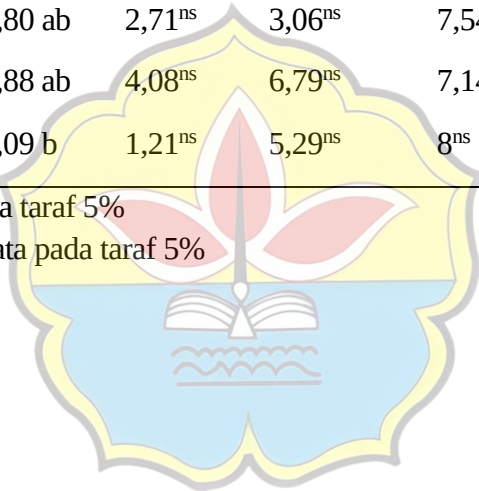
$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{40,068}{3}} \\
 &= 3,65
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap tinggi tanaman bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	11,24	11,77	12,08	12,30	12,44	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₀	41,26 a					
t ₅	45,74 ab	4,48 ^{ns}				
t ₁	46,09 ab	0,35 ^{ns}	4,83 ^{ns}			
t ₂	48,80 ab	2,71 ^{ns}	3,06 ^{ns}	7,54 ^{ns}		
t ₃	52,88 ab	4,08 ^{ns}	6,79 ^{ns}	7,14 ^{ns}	11,62 ^{ns}	
t ₄	54,09 b	1,21 ^{ns}	5,29 ^{ns}	8 ^{ns}	8,35 ^{ns}	12,83*

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%



Lampiran 3. Analisis statistika data pengamatan rata-rata diameter batang bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	6,33	8,53	7,6	22,46	7,49
t ₁	8,17	8,33	7,27	23,77	7,92
t ₂	7,43	7,3	9,47	24,20	8,07
t ₃	6,7	8,5	8,83	24,03	8,01
t ₄	7,37	8,83	9,17	25,37	8,46
t ₅	7,1	7,2	8,13	22,43	7,48
Grand Total				142,26	
Rerata umum					7,90

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 142,26^2 : (3 \times 6)$$

$$= 1.124,32$$

$$JKT = T (Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (6,33^2 + 8,53^2 + 7,6^2 + \dots + 8,13^2) - 1.124,32$$

$$= 13,259$$

$$JKP = (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK$$

$$= (22,46^2 + 23,77^2 + 24,20^2 + 24,03^2 + 25,37^2 + 22,43^2) : (3) - 1.124,32$$

$$= 2,101$$

$$JKE = JKT - JKP$$

$$= 13,259 - 2,101$$

$$= 11,158$$

$$KTP = JKP : DBP$$

$$= 2,101 : 5$$

$$= 0,420$$

$$KTE = JKE : DBE$$

$$= 11,158 : 12$$

$$= 0,930$$

$$F \text{ Hitung} = KTP : KTE$$

$$= 0,420 : 0,930$$

$$= 0,452$$

Analisis ragam rata-rata diameter batang bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	2,101	0,420	0,452 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	11,158	0,930		
Total	17	13,259			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$KK = \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,930}}{7,90} \times 100\%$$

$$= 12,20 \%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{KTE}{U}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,930}{3}}$$

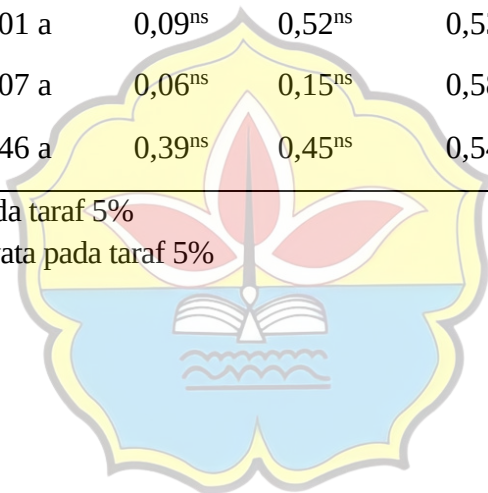
$$= 0,55$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap diameter batang bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	1,69	1,77	1,82	1,85	1,87	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₅	7,48 a					
t ₀	7,49 a	0,01 ^{ns}				
t ₁	7,92 a	0,43 ^{ns}	0,44 ^{ns}			
t ₃	8,01 a	0,09 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,53 ^{ns}		
t ₂	8,07 a	0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,59 ^{ns}	
t ₄	8,46 a	0,39 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,98 ^{ns}

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%



Lampiran 4. Analisis statistika data pengamatan rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	4,79	6,78	6,09	17,66	5,89
t ₁	9,49	7,83	5,83	23,15	7,72
t ₂	8,48	6,33	9,56	24,37	8,12
t ₃	5,62	10,08	11,6	27,30	9,10
t ₄	7,36	8,62	12,45	28,43	9,48
t ₅	6,68	5,41	7,3	19,39	6,46
Grand Total				140,30	
Rerata umum					7,79

Analisis statistika data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pengamatan rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	2,30	2,70	2,57	7,57	2,52
t ₁	3,16	2,89	2,52	8,56	2,85
t ₂	3	2,61	3,17	8,78	2,93
t ₃	2,47	3,25	3,48	9,21	3,07
t ₄	2,80	3,02	3,60	9,42	3,14
t ₅	2,68	2,43	2,79	7,90	2,63
Grand Total				51,44	
Rerata umum					2,86

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 51,44^2 : (3 \times 6)$$

$$= 147$$

$$JKT = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (2,30^2 + 2,70^2 + 2,57^2 + \dots + 2,79^2) - 147$$

$$= 2,296$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK \\
 &= (7,57^2 + 8,56^2 + 8,78^2 + 9,21^2 + 9,42^2 + 7,90^2) : (3) - 147 \\
 &= 0,871
 \end{aligned}$$

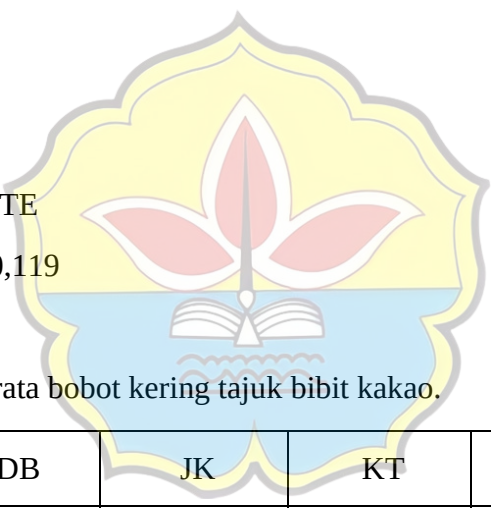
$$\begin{aligned}
 JKE &= JKT - JKP \\
 &= 2,296 - 0,871 \\
 &= 1,425
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= JKP : DBP \\
 &= 0,871 : 5 \\
 &= 0,174
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 1,425 : 12 \\
 &= 0,119
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 0,174 : 0,119 \\
 &= 1,467
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao.



SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	0,871	0,174	1,467 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	1,425	0,119		
Total	17	2,296			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,119}}{2,86} \times 100\% \\
 &= 12,06 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,119}{3}} \\
 &= 0,19
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma* sp. dengan dosis yang berbeda terhadap bobot kering tajuk bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	0,58	0,61	0,62	0,64	0,64	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₀	2,52 a					
t ₅	2,63 a	0,11 ^{ns}				
t ₁	2,85 a	0,22 ^{ns}	0,33 ^{ns}			
t ₂	2,93 a	0,08 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,41 ^{ns}		
t ₃	3,07 a	0,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,55 ^{ns}	
t ₄	3,14 a	0,07 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,62 ^{ns}

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Lampiran 5. Analisis statistika data pengamatan rata-rata bobot kering akar bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	1,97	3,88	2,40	8,25	2,75
t ₁	4,40	5,46	1,94	11,80	3,93
t ₂	2,30	2,63	3,78	8,71	2,90
t ₃	1,45	3,88	4,23	9,56	3,19
t ₄	2,26	3,07	3,74	9,07	3,02
t ₅	1,95	1,93	3,83	7,71	2,57
Grand Total				55,10	
Rerata umum					3,06

Analisis statistika data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pengamatan rata-rata bobot kering akar bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	1,57	2,09	1,70	5,37	1,79
t ₁	2,21	2,44	1,56	6,22	2,07
t ₂	1,67	1,77	2,07	5,51	1,84
t ₃	1,40	2,09	2,17	5,66	1,89
t ₄	1,66	1,89	2,06	5,61	1,87
t ₅	1,57	1,56	2,08	5,20	1,73
Grand Total				33,57	
Rerata umum					1,87

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 33,57^2 : (3 \times 6)$$

$$= 62,60$$

$$JKT = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (1,57^2 + 2,09^2 + 1,70^2 + \dots + 2,08^2) - 62,60$$

$$= 1,463$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK \\
 &= (5,37^2 + 6,22^2 + 5,51^2 + 5,66^2 + 5,61^2 + 5,20^2) : (3) - 62,60 \\
 &= 0,198
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKE &= JKT - JKP \\
 &= 1,463 - 0,198 \\
 &= 1,266
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= JKP : DBP \\
 &= 0,198 : 5 \\
 &= 0,040
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 1,266 : 12 \\
 &= 0,105
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 0,040 : 0,105 \\
 &= 0,375
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata bobot kering akar bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	0,198	0,040	0,375 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	1,266	0,105		
Total	17	1,463			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,105}}{1,87} \times 100\% \\
 &= 17,32 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,105}{3}} \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap bobot kering akar bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410
LSR	0,55	0,58	0,59	0,60	0,61
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata			
t ₅	1,73 a				
t ₀	1,79 a	0,06 ^{ns}			
t ₂	1,84 a	0,05 ^{ns}	0,11 ^{ns}		
t ₄	1,87 a	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}	
t ₃	1,89 a	0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,16 ^{ns}
t ₁	2,07 a	0,18 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,28 ^{ns}
				0,34 ^{ns}	

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Lampiran 6. Analisis statistika data pengamatan rata-rata nisbah tajuk akar bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	1,46	1,29	1,51	4,26	1,42
t ₁	1,43	1,18	1,61	4,22	1,41
t ₂	1,79	1,48	1,53	4,80	1,60
t ₃	1,77	1,55	1,60	4,93	1,64
t ₄	1,69	1,60	1,75	5,03	1,68
t ₅	1,71	1,56	1,34	4,61	1,54
Grand Total				27,85	
Rerata umum					1,55

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 27,85^2 : (3 \times 6)$$

$$= 43,09$$

$$JKT = T (Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (1,46^2 + 1,29^2 + 1,51^2 + + 1,34^2) - 43,09$$

$$= 0,478$$

$$JKP = (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK$$

$$= (4,26^2 + 4,22^2 + 4,80^2 + 4,93^2 + 5,03^2 + 4,61^2) : (3) - 43,09$$

$$= 0,195$$

$$JKE = JKT - JKP$$

$$= 0,478 - 0,195$$

$$= 0,283$$

$$KTP = JKP : DBP$$

$$= 0,195 : 5$$

$$= 0,039$$

$$KTE = JKE : DBE$$

$$= 0,283 : 12$$

$$= 0,024$$

$$F \text{ Hitung} = KTP : KTE$$

$$= 0,039 : 0,024$$

$$= 1,658$$

Analisis ragam rata-rata nisbah tajuk akar bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	0,195	0,039	1,658 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	0,283	0,024		
Total	17	0,478			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$KK = \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,024}}{1,55} \times 100\%$$

$$= 9,99 \%$$

$$Sy = \sqrt{\frac{KTE}{U}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,024}{3}}$$

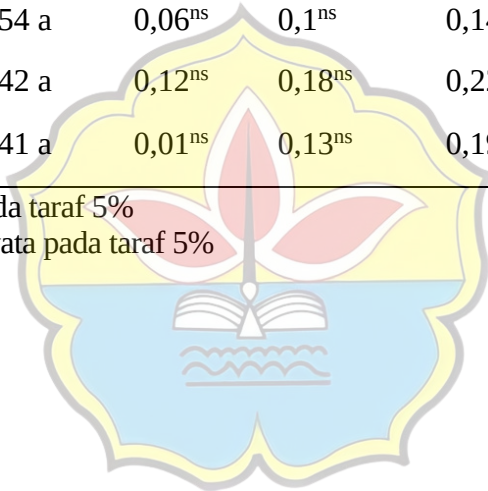
$$= 0,08$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap nisbah tajuk akar bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₄	1,68 a					
t ₃	1,64 a	0,04 ^{ns}				
t ₂	1,60 a	0,04 ^{ns}	0,08 ^{ns}			
t ₅	1,54 a	0,06 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,14 ^{ns}		
t ₀	1,42 a	0,12 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,26 ^{ns}	
t ₁	1,41 a	0,01 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,27 ^{ns}

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%



Lampiran 7. Analisis statistika data pengamatan rata-rata luas daun total bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	390,06	486,60	367,45	1244,10	414,70
t ₁	620,23	759,68	659,18	2039,09	679,70
t ₂	923,69	508,25	1035,12	2467,05	822,35
t ₃	759,86	1112,52	1036,57	2908,94	969,65
t ₄	736,88	996,66	1467,50	3201,04	1067,01
t ₅	543,33	595,29	523,87	1662,49	554,16
Grand Total				13522,72	
Rerata umum					751,26

Analisis statistika data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pengamatan rata-rata luas daun total bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	19,76	22,07	19,18	61,01	20,34
t ₁	24,91	27,57	25,68	78,17	26,06
t ₂	30,40	22,56	32,18	85,14	28,38
t ₃	27,57	33,36	32,20	93,14	31,05
t ₄	27,15	31,58	38,31	97,05	32,35
t ₅	23,32	24,41	22,90	70,63	23,54
Grand Total				485,14	
Rerata umum					26,95

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 485,14^2 : (3 \times 6)$$

$$= 13.075,60$$

$$JKT = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (19,76^2 + 22,07^2 + 19,18^2 + \dots + 22,90^2) - 13.075,60$$

$$= 458,764$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK \\
 &= (61,01^2 + 78,17^2 + 85,14^2 + 93,14^2 + 97,05^2 + 70,63^2) : (3) - 13.075,60 \\
 &= 313,858
 \end{aligned}$$

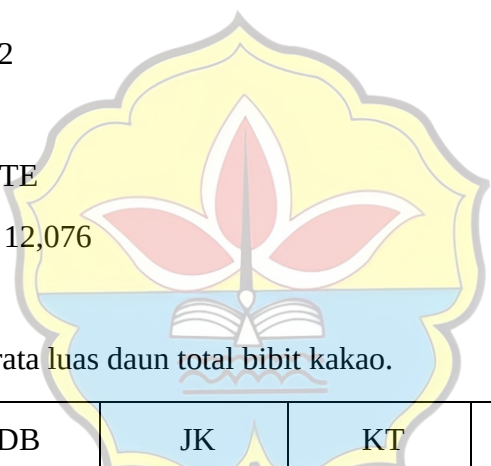
$$\begin{aligned}
 JKE &= JKT - JKP \\
 &= 458,764 - 313,858 \\
 &= 144,906
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= JKP : DBP \\
 &= 313,858 : 5 \\
 &= 62,772
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 144,906 : 12 \\
 &= 12,076
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 62,772 : 12,076 \\
 &= 5,198
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata luas daun total bibit kakao.



SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	313,858	62,772	5,198*	3,11
Galat Percobaan	12	144,906	12,076		
Total	17	458,764			

(*) Berpengaruh nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{12,076}}{26,95} \times 100\% \\
 &= 12,89 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{12,076}{3}} \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap luas daun total bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	6,16	6,45	6,62	6,74	6,82	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₀	20,34 a					
t ₅	23,54 ab	3,2 ^{ns}				
t ₁	26,06 abc	2,52 ^{ns}	5,72 ^{ns}			
t ₂	28,38 bc	2,32 ^{ns}	4,84 ^{ns}	8,04*		
t ₃	31,05 c	2,67 ^{ns}	4,99 ^{ns}	7,51*	10,71*	
t ₄	32,35 c	1,3 ^{ns}	3,97 ^{ns}	6,29 ^{ns}	8,81*	12,01*

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Lampiran 8. Analisis statistika data pengamatan rata-rata indeks kualitas bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	1,03	1,35	1,12	3,50	1,17
t ₁	1,34	1,60	1,04	3,98	1,33
t ₂	1,09	1,09	1,40	3,58	1,19
t ₃	0,92	1,33	1,35	3,60	1,20
t ₄	1,06	1,22	1,34	3,62	1,21
t ₅	1,01	1,02	1,31	3,34	1,11
Grand Total				21,62	
Rerata umum					1,20

Analisis statistika data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pengamatan rata-rata indeks kualitas bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	1,24	1,36	1,27	3,87	1,29
t ₁	1,36	1,45	1,24	4,05	1,35
t ₂	1,26	1,26	1,38	3,90	1,30
t ₃	1,19	1,35	1,36	3,90	1,30
t ₄	1,25	1,31	1,36	3,92	1,31
t ₅	1,23	1,23	1,34	3,81	1,27
Grand Total				23,45	
Rerata umum					1,30

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 23,45^2 : (3 \times 6)$$

$$= 30,55$$

$$JKT = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (1,24^2 + 1,36^2 + 1,27^2 + \dots + 1,34^2) - 30,55$$

$$= 0,083$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK \\
 &= (3,87^2 + 4,05^2 + 3,90^2 + 3,90^2 + 3,92^2 + 3,81^2) : (3) - 30,55 \\
 &= 0,011
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKE &= JKT - JKP \\
 &= 0,083 - 0,011 \\
 &= 0,072
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= JKP : DBP \\
 &= 0,011 : 5 \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 0,072 : 12 \\
 &= 0,006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 0,002 : 0,006 \\
 &= 0,373
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata indeks kualitas bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	0,011	0,002	0,373 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	0,072	0,006		
Total	17	0,083			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,006}}{1,30} \times 100\% \\
 &= 5,95 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,006}{3}} \\
 &= 0,04
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* dengan dosis yang berbeda terhadap indeks kualitas bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₅	1,27 a					
t ₀	1,29 a	0,02 ^{ns}				
t ₂	1,30 a	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}			
t ₃	1,30 a	0 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}		
t ₄	1,31 a	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	
t ₁	1,35 a	0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Lampiran 9. Analisis statistika data pengamatan rata-rata kadar air tanah bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	22,70	27,71	32,10	82,51	27,50
t ₁	19,76	25,31	17,51	62,58	20,86
t ₂	34,95	20,77	19,90	75,63	25,21
t ₃	35,50	23	22,85	81,35	27,12
t ₄	24,07	25,31	37,36	86,75	28,92
t ₅	23	22,40	17,37	62,77	20,92
Grand Total				451,60	
Rerata umum					25,09

Analisis statistika data transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ pengamatan rata-rata kadar air tanah bibit kakao umur 3 bulan yang diberikan pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* (12 MST).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
t ₀	4,82	5,31	5,71	15,84	5,28
t ₁	4,50	5,08	4,24	13,83	4,61
t ₂	5,95	4,61	4,52	15,08	5,03
t ₃	6	4,85	4,83	15,68	5,23
t ₄	4,96	5,08	6,15	16,19	5,40
t ₅	4,85	4,79	4,23	13,86	4,62
Grand Total				90,48	
Rerata umum					5,03

$$FK = \text{Grand Total}^2 : (\text{ulangan} \times \text{perlakuan})$$

$$= 90,48^2 : (3 \times 6)$$

$$= 454,81$$

$$JKT = T (Y_{ij}^2) - FK$$

$$= (4,82^2 + 5,31^2 + 5,71^2 + \dots + 4,23^2) - 454,81$$

$$= 5,780$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= (TA^2) : (\text{ulangan}) - FK \\
 &= (15,84^2 + 13,83^2 + 15,08^2 + 15,68^2 + 16,19^2 + 13,86^2) : (3) - 454,81 \\
 &= 1,740
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKE &= JKT - JKP \\
 &= 5,780 - 1,740 \\
 &= 4,040
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTP &= JKP : DBP \\
 &= 1,740 : 5 \\
 &= 0,348
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KTE &= JKE : DBE \\
 &= 4,040 : 12 \\
 &= 0,337
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ Hitung} &= KTP : KTE \\
 &= 0,348 : 0,337 \\
 &= 1,034
 \end{aligned}$$

Analisis ragam rata-rata kadar air tanah bibit kakao.

SK	DB	JK	KT	F Hit	F Tabel 5 %
Perlakuan	5	1,740	0,348	1,034 ^{ns}	3,11
Galat Percobaan	12	4,040	0,337		
Total	17	5,780			

(ns) Berpengaruh tidak nyata pada taraf α 5%

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTE}}{Y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,337}}{5,03} \times 100\% \\
 &= 11,54 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sy &= \sqrt{\frac{KTE}{U}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,337}{3}} \\
 &= 0,33
 \end{aligned}$$

Hasil uji DNMRT pengaruh pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma* sp. dengan dosis yang berbeda terhadap indeks kualitas bibit kakao.

Jarak Nyata Terkecil	2	3	4	5	6	
SSR	3,081	3,225	3,312	3,370	3,410	
LSR	1,01	1,06	1,09	1,09	1,12	
Perlakuan	rata-rata	Beda dua rata-rata				
t ₁	4,61 a	0,01 ^{ns}				
t ₅	4,62 a					
t ₂	5,03 a	0,41 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,62 ^{ns}		
t ₃	5,23 a	0,2 ^{ns}	0,61 ^{ns}			
t ₀	5,28 a	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,67 ^{ns}	
t ₄	5,40 a	0,12 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,79 ^{ns}

(*) Berbeda nyata pada taraf 5%

(ns) Berbeda tidak nyata pada taraf 5%

Lampiran 10. Dokumentasi penelitian



Gambar 1. Pupuk NPK Mutiara 16:16:16



Gambar 2. Pupuk hayati *Trichoderma* sp.



Gambar 3. Naungan bibit kakao



Gambar 4. Pencampuran pupuk hayati *Trichoderma* sp. dan tanah ultisol



Gambar 5. Pemberian pupuk NPK
Mutuara 16:16:16



Gambar 6. Pengukuran tinggi tanaman



Gambar 7. Pengukuran diameter batang
bibit



Gambar 8. Penyiangan gulma



Gambar 9. Pengukuran luas daun total



Gambar 10. Pemisahan tajuk dan akar



Gambar 11. Sampel tanah yang akan diukur kadar air tanah



Gambar 12. Pengovenan tajuk dan akar



Gambar 13. Pengovenan kadar air tanah



Gambar 14. Tajuk dan akar setelah di oven



Gambar 15. Penimbangan tajuk



Gambar 16. Penimbangan akar



Gambar 17. Penimbangan kadar air tanah



Gambar 18. Gambaran areal penelitian



Lampiran 11. Hasil analisis kimia tanah awal



LABORATORIUM LINGKUNGAN
PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL
(Jalint Lab)



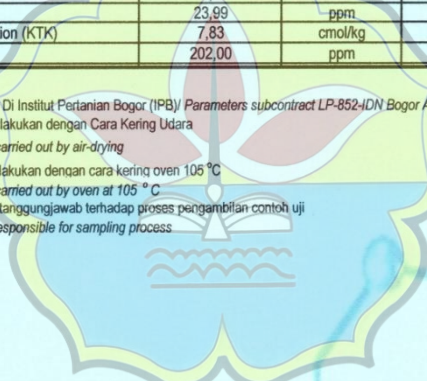
LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2401066T
NIKO PANGESTU

Identifikasi Laboratorium/ <i>Laboratory Identification</i>	Identifikasi Contoh Uji/ <i>Sample Identification</i>	Matriks/ <i>Matrix</i>	Tanggal Pengambilan/ <i>Date of Sampling</i>
LAB-JLI-2401066T-1/1	TN-1 (Tanah Ultisol)	Tanah	13/01/2024

NO	PARAMETER	HASIL / RESULT	SATUAN/ UNIT	METODE/ METHOD
		TN-1		
I KIMIA/ CHEMICAL				
1	pH H ₂ O	4,51	-	IKM.JLI-123 (pH meter)
2	pH KCl	3,83	-	IKM.JLI-123 (pH meter)
3	C-Organik	0,2837	%	IKM.JLI-124 (Spektrofotometer)
4	Total Nitrogen	0,0244	%	IKM.JLI-125 (Spektrofotometer)
5	Rasio C/N	11,62	-	IKM.JLI-119 (Kalkulasi)
6	P-Tersedia (Bray I)	23,99	ppm	IKM.JLI-126 (Spektrofotometri)
7	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	7,83	cmol/kg	IKM.LI-132 (Spektrofotometer)
8	KDD - Kalium (K) ⁺	202,00	ppm	Flamephotometer

Keterangan/Note :

- ✓ Parameter Subkontrak Di Institut Pertanian Bogor (IPB) / *Parameters subcontract LP-852-IDN Bogor Agricultural Institute (IPB)*
- (*) Preparasi Pengujian dilakukan dengan Cara Kering Udara
Test preparation was carried out by air-drying
- (¹) Preparasi pengujian dilakukan dengan cara kering oven 105 °C
Test preparation was carried out by oven at 105 °C
- (²) Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap proses pengambilan contoh uji
The laboratory is not responsible for sampling process



Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

No. Dok.: FSOP.JLI-11.1

No. Revisi/Terbit: 5/2

2 dari 2

Lampiran 12. Hasil analisis kimia tanah akhir



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN
LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH DAN PUPUK
BALAI PENERAPAN STANDAR INSTRUMEN PERTANIAN JAMBI

JL. SAMARINDA NO. 11 PAAL LIMA KOTABARU KOTAK POS 118 – JAMBI 36128
 JL. RAYA JAMBI – TEMPINO KM.16 DESA PONDOK MEJA – JAMBI
 TELEPON : (0741) 40174, FAKSIMILI : (0741) 40413
 WEBSITE: jambi.bsip.pertanian.go.id E-MAIL: bsip.jambi@pertanian.go.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
 Nomor : 007.Lab.tan/II/2025

Nama Pemilik : Haris Munandar
 Alamat Pemilik : Pinang Rambu RT.06 Desa
 Ladang Panjang Kec. Sungai
 Gelam Kab. Muaro Jambi

Jenis Sampel : Tanah
 Jumlah Sampel : 6 Contoh
 Pengambil Sampel : Diambil Sendiri
 Tanggal Penerimaan Sampel : 2 Januari 2025

No	Kode Sampel	pH H ₂ O	N Total	P Bray (P ₂ O ₅ tersedia)	K-dd
			%	ppm	Cmol(+)/kg
1	Tanah 1	4,81	0,012	6,26	0,06
2	Tanah 2	4,55	0,007	91,86	0,03
3	Tanah 3	4,68	0,019	13,59	0,07
4	Tanah 4	4,72	0,011	11,64	0,01
5	Tanah 5	4,06	0,009	100,03	0,07
6	Tanah 6	4,89	0,001	42,29	0,08

*nd = no detection

Jambi, 4 Februari 2025
 an. Penanggung Jawab Teknis,
 Penyelia



Della Damayanti, S.Si
 NIP. 19950806 202012 2 006



Lampiran 13. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi		Satuan
pH H ₂ O	<4.5 sangat masam	4.5 – 5.5 masam	5.5 – 6.5 agak masam	6.6 – 7.5 netral	7.6-8.5 agak alkalis	>8.5 alkalis	Rasio 1:1
C-org	<1.00	1.00 – 2.00	2.01 – 3.00	3.01 – 5.00	>5.00		%
N-Total	<0.10	0.10 – 0.20	0.21 – 0.50	0.51 – 0.75	>0.75		%
C/N	<5	5 - 10	11 – 15	16 - 25	>25		---
P-Total (25% HCl)	<10 <4.4	10 – 20 4.4 – 8.8	21 – 40 9.2 – 17.5	41 – 60 17.9 – 26.2	>60 >26.2		mg.kg-1 P2O5 mg.kg ⁻¹ P
P-Bray-I	<10 <4.4	10 – 15 4.4 - 6.6	16 – 25 7.0 – 11.0	26 – 35 11.4 – 15.3	>35 >15.3		mg.kg-1 P2O5 mg.kg ⁻¹ P
P-Olsen	<10 <4.4	10 – 25 4.4 - 11.0	26 – 45 11.4-19.6	46 – 60 20.1-26.2	>60 >26.2		mg.kg-1 P2O5 mg.kg ⁻¹ P
K-Total	<10 <8	10 – 20 8 - 17	21 – 40 18 - 33	41 – 60 34 - 50	>60 >50		mg.kg-1 K ₂ O mg.kg ⁻¹ K
Kation-Kation Basa:							
□ K	<0.1	0.1 – 0.2	0.3 – 0.5	0.6 – 1.0	>1.0		Cmol.Kg-1
□ Na	<0.1	0.1 – 0.3	0.4 – 0.7	0.8 – 1.0	>1.0		Cmol.Kg-1
□ Ca	<2	2 - 5	6 - 10	11 - 20	>20		Cmol.Kg-1
□ Mg	<0.4	0.4 – 1.0	1.1 – 2.0	2.1 – 8.0	>8.0		Cmol.Kg-1
KTk	<5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	>40		Cmol.Kg-1
Kej. Al	<10	10 - 20	21 - 30	31 - 60	>60		%
KB	<20	20 - 35	36 – 50	51 - 70	>70		%
EC*)	---	<8	8 - 15	>15	---		MmHos.Cm-2 MS.Cm-1
Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi		Satuan

**KOMBINASI PUPUK NPK MUTIARA 16:16:16 DAN PUPUK HAYATI *Trichoderma* sp.
UNTUK PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DI POLYBAG**

***¹ Haris Munandar, ² Yulistiati Nengsih, dan ² Ridawati Marpaung**

¹Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari

Jl. Slamet Riyadi-Broni, Jambi. 36122 Telp +62074160103

***¹e-mail koresponden : haris29122003@gmail.com**

Abstract. Cocoa plants have parts that can provide various benefits for human life. To make plants grow healthy and fertile must also be supported by the fulfillment of plant nutrients. The fulfillment of plant nutrients can be done through fertilization efforts that can be given by applying organic fertilizers and inorganic fertilizers. The research was conducted in Mudung Darat Village RT 08, Maro Sebo District, Muaro Jambi Regency. Started in October 2024 until January 2025. The study used a completely randomized design (RAL) with the treatment of a combination of doses of NPK Mutiara 16:16:16 fertilizer and *Trichoderma* sp. biological fertilizer, namely t₀ (control), t₁ (NPK 15 g), t₂ (*Trichoderma* sp. 30 g), t₃ (NPK 3.75 g + *Trichoderma* sp. 22.5 g), t₄ (NPK 7.5 g + *Trichoderma* sp. 15 g) and t₅ (NPK 11.25 g + *Trichoderma* sp. 7.5 g). Parameters observed were Plant Height (cm), Seedling Stem Diameter (mm), Crown Dry Weight (g), Root Dry Weight (g), Root Crown Ratio, Total Leaf Area (cm²), Seedling Quality Index (SQI), Soil Moisture Content (%) and Soil Chemical Analysis. Data were analyzed statistically using Anova with a significant level of 5%. If the difference was significant, the test was continued with Duncan test/DNMRT 5%. The results showed that the combined treatment of NPK pearl fertilizer 16:16:16 and *Trichoderma* sp. biofertilizer gave a significant effect on total leaf area, but had no significant effect on plant height, seedling stem diameter, crown dry weight, root dry weight, root crown ratio, seedling quality index and soil moisture content. The conclusion is that the application of NPK pearl 16:16:16 7.5 g + *Trichoderma* sp. 15 g fertilizer can increase the growth of total leaf area in cocoa seedlings at the age of 12 weeks after planting.

Keywords: cocoa, NPK Mutiara 16:16:16, *Trichoderma* sp.

Abstrak. Tanaman kakao memiliki bagian yang dapat memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia. Untuk menjadikan tanaman tumbuh sehat dan subur juga harus didukung oleh pemenuhan unsur hara tanaman. Terpenuhinya unsur hara nutrisi tanaman, dapat dilakukan melalui usaha pemupukan yang dapat diberikan dengan pemberian pupuk organik dan juga pupuk anorganik. Penelitian dilakukan di Desa Mudung Darat RT 08, Kecamatan Maro Sebo, Kabupaten Muaro Jambi. Dimulai bulan Oktober 2024 sampai Januari 2025. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan kombinasi dosis pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma* sp. yaitu t₀ (kontrol), t₁ (NPK 15 g), t₂ (*Trichoderma* sp. 30 g), t₃ (NPK 3,75 g + *Trichoderma* sp. 22,5 g), t₄ (NPK 7,5 g + *Trichoderma* sp. 15 g) dan t₅ (NPK 11,25 g + *Trichoderma* sp. 7,5 g). Parameter yang diamati adalah Tinggi Tanaman (cm), Diameter Batang Bibit (mm), Bobot Kering Tajuk (g), Bobot Kering Akar (g), Nisbah Tajuk Akar, Luas Daun Total (cm²), Indeks Kualitas Bibit (IK), Kadar Air Tanah (%) dan Analisis Kimia Tanah. Data dianalisis statistika menggunakan Anova dengan taraf signifikan 5%. Apabila beda nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji Duncan/DNMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma* sp. memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun total, namun berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi

tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, nisbah tajuk akar, indeks kualitas bibit dan kadar air tanah. Kesimpulannya adalah pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g, dapat meningkatkan pertumbuhan luas daun total pada bibit kakao pada umur 12 MST.

Kata Kunci : kakao, NPK Mutiara 16:16:16, *Trichoderma sp.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen kakao (*Theobroma cacao* L.) terbesar ketiga di dunia setelah pantai Gading dan Ghana. Tanaman kakao memiliki bagian yang dapat memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia. Biji kakao tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan dan minuman, tetapi juga sebagai bahan baku obat. Manfaat biji kakao dalam pengobatan adalah untuk mengobati penyakit lambung. Kulit buah kakao segar dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi, domba, kuda, dan hewan ternak lainnya. Kulit biji atau kulit arinya dapat dimanfaatkan sebagai pakan unggas setelah terlebih dahulu digiling menjadi tepung. Pohon kakao yang sudah tua dan tidak produktif dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan arang (Cahyono, 2010).

Luas areal perkebunan kakao di Indonesia terus mengalami penurunan. Pada luas perkebunan tanaman kakao di provinsi Jambi pada tahun 2020 mencapai 2.700 Ha dan mengalami peningkatan di tahun 2021 sebesar 2.800 Ha. Kemudian di tahun 2022 mengalami penurunan yang hanya tersisa 2.500 Ha dan pada tahun 2023 mengalami stagnan yang hanya mencapai 2.500 Ha dengan produktivitas panen sebanyak sekitar 900 ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Usaha lain untuk menjadikan tanaman tumbuh sehat dan subur juga harus didukung oleh pemenuhan unsur hara tanaman. Terpenuhinya unsur hara nutrisi tanaman, dapat dilakukan melalui usaha pemupukan yang dapat diberikan dengan pemberian pupuk organik dan juga pupuk anorganik. Pemberian pupuk anorganik secara terus menerus bukanlah tindakan yang bijaksana dalam menuju pertanian yang berkelanjutan. Penggunaan pupuk anorganik mesti dibarengi dengan penambahan pupuk yang berasal dari materi makhluk hidup untuk mengolah kembali kondisi pada kimia tanah, biologi tanah dan fisik tanah guna memenuhi kebutuhan tanaman akan nutrisi (Yahya *et al.*, 2022).

Penggunaan pupuk anorganik dapat memberikan hasil yang lebih maksimal bagi pertumbuhan tanaman. Salah satu pupuk anorganik yang digunakan petani adalah pupuk NPK mutiara 16:16:16 yang merupakan salah satu pupuk anorganik bersifat majemuk yang memiliki unsur hara makro 16% N, 16% P₂ O₅ dan 16% K₂ O (Fahmi *et al.*, 2014). penggunaan pupuk hayati bagi tanaman sangat bermanfaat karena dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sehingga mengurangi biaya produksi. Salah satu pupuk hayati yang digunakan pada pembibitan kakao adalah *Trichoderma sp.* Peran pupuk *Trichoderma sp.* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. *Trichoderma sp.* memberikan respon yang sama dengan auksin dalam meningkatkan perpanjangan akar tanaman kakao (Herlina & Pramesti, 2009).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Mudung Darat RT 08, Kecamatan Maro Sebo, Kabupaten Muaro Jambi. Dimulai bulan Oktober 2024 sampai Januari 2025. Alat-alat yang digunakan antara lain kamera, jangka sorong, alat tulis, timbangan digital, dan oven listrik. Bahan yang digunakan yaitu bibit tanaman kakao jenis F1 (hibrida) berumur 3 bulan tinggi sekitar 30 cm daun sekitar 3 helai yang berasal dari penangkaran Tri jalan lintas Jambi-Palembang km 16 RT 3 dusun Catur Karya desa Pondok Meja Mestong kabupaten Muaro Jambi, pupuk NPK mutiara 16:16:16, pupuk hayati *Trichoderma sp.* yang berasal dari laboratorium BPTPH (Balai Perlindungan Tanaman Pangan Dan Hortikultura), tanah ultisol, polybag dan air.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor. Rancangan perlakuan yang diberikan adalah kombinasi dosis pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan

pupuk *Trichoderma sp.* meliputi : t_0 (Tanpa pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk *Trichoderma sp.* + 3 kg media tanam), t_1 (100% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (15 g) + 3 kg media tanam), t_2 (100% pupuk *Trichoderma sp.* (30 g) + 3 kg media tanam), t_3 (25% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (3,75 g) + 75% pupuk *Trichoderma sp.* (22,5 g) + 3 kg media tanam), t_4 (50% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (7,5 g) + 50% pupuk *Trichoderma sp.* (15 g) + 3 kg media tanam), t_5 (75% pupuk NPK mutiara 16:16:16 (11,25 g) + 25% pupuk *Trichoderma sp.* (7,5 g) + 3 kg media tanam). Setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 18 unit satuan percobaan. Setiap satuan unit percobaan terdiri dari 4 tanaman dan 3 tanaman dijadikan sampel, sehingga jumlah keseluruhan tanaman sebanyak 72 bibit.

Parameter yang diamati adalah Tinggi Tanaman (cm), Diameter Batang Bibit (mm), Bobot Kering Tajuk (g), Bobot Kering Akar (g), Nisbah Tajuk Akar, Luas Daun Total (cm²), Indeks Kualitas Bibit (IK), Kadar Air Tanah (%) dan Analisis Kimia Tanah. Data hasil penelitian dianalisis statistika menggunakan *analysis of variance* (Anova) dengan taraf signifikan 5% untuk mengetahui pengaruh nyata perlakuan. Apabila uji F menunjukkan beda nyata, pengujian dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) 5%. Apabila dalam penelitian diperoleh koefisien keragaman >15% maka data dilakukan transformasi dengan $\sqrt{x + 0,5}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm)
t_0 (Kontrol)	41,26 a
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	45,74 ab
t_1 (NPK 15 g)	46,09 ab
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	48,80 ab
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	52,88 ab
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	54,09 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanaman bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t_0 berbeda tidak nyata dengan perlakuan t_1 , t_2 , t_3 dan t_5 , tetapi perlakuan t_0 berbeda nyata dengan perlakuan t_4 . Rata-rata nilai tinggi tanaman tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 54,09 cm dan terendah pada perlakuan t_0 sebesar 41,26 cm, terjadi peningkatan tinggi tanaman sebesar 31,09 % dibandingkan dengan t_0 .

Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai tinggi tanaman yang tertinggi. Hal ini di duga adanya peran *Trichoderma sp.* dalam memperbaiki struktur tanah dan peran pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dalam menyediakan unsur hara. Penambahan pupuk *Trichoderma sp.* meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik tanah, sehingga struktur tanah menjadi baik dan akar dapat menyerap unsur hara NPK yang diberikan. Unsur hara tersebut digunakan dalam proses pertumbuhan bibit kakao. Menurut Ramdhan *et al.* (2022) *Trichoderma sp.* dapat membantu proses dekomposisi atau penyediaan unsur hara yang terkandung dalam tanah.

Diameter Batang Bibit (mm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap diameter batang bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Diameter Batang Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Diameter Batang (mm)
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	7,48 a
t ₀ (Kontrol)	7,49 a
t ₁ (NPK 15 g)	7,92 a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	8,01 a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	8,07 a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	8,46 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai diameter batang bibit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 8,46 mm dan terendah pada perlakuan t₅ sebesar 7,48 mm, terjadi peningkatan diameter batang bibit sebesar 13,10 % dibandingkan dengan t₀.

Pada perlakuan t₄ (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai diameter batang bibit yang tertinggi. Hal ini diduga *Trichoderma sp.* memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan tanah dengan melakukan dekomposisi terhadap bahan organik sehingga membuat unsur hara tersedia bagi tanaman (Herlina & Dewi, 2010). Selanjutnya pemberian pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dapat menyediakan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman kakao. Peningkatan diameter batang yang terjadi ini juga tidak lepas dari kegiatan pembelahan sel yang terus terjadi sebagai respon terpenuhinya kebutuhan unsur hara. Peningkatan diameter batang disebabkan oleh adanya sel meristem lateral yang membelah dari arah luar ke dalam.

Bobot Kering Tajuk (g)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering tajuk bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Bobot Kering Tajuk Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Bobot Kering Tajuk (g)	
	Data Asli	Data Transformasi
t ₀ (Kontrol)	5,89	2,52 a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	6,46	2,63 a
t ₁ (NPK 15 g)	7,72	2,85 a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	8,12	2,93 a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	9,10	3,07 a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	9,48	3,14 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata bobot kering tajuk bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai bobot kering tajuk tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_4 yaitu sebesar 3,14 g dan terendah pada perlakuan t_0 sebesar 2,52 g, terjadi peningkatan bobot kering tajuk sebesar 60,95 % dibandingkan dengan t_0 .

Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai bobot kering tajuk yang tertinggi. Hal ini ditunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang bibit dan luas daun total merupakan pertumbuhan tertinggi di perlakuan t_4 sehingga menghasilkan bobot kering tajuk yang tertinggi. Bobot kering tajuk tanaman dipengaruhi keseimbangan antara proses fotosintesis dan proses respirasi (Sarif *et al.*, 2017).

Bobot Kering Akar (g)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap bobot kering akar bibit. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Bobot Kering Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Bobot Kering Akar (g)	
	Data Asli	Data Transformasi
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	2,57	1,73 a
t_0 (Kontrol)	2,75	1,79 a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	2,90	1,84 a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	3,02	1,87 a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	3,19	1,89 a
t_1 (NPK 15 g)	3,93	2,07 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata bobot kering akar bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai bobot kering akar tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_1 yaitu sebesar 2,07 g dan terendah pada perlakuan t_5 sebesar 1,73 g, terjadi peningkatan bobot kering akar sebesar 52,91 % dibandingkan dengan t_0 .

Pada perlakuan t_1 (pupuk NPK 15 g) menunjukkan nilai bobot kering akar yang tertinggi. Hal ini diduga karena media tanam yang digunakan hanya diberikan NPK tanpa pemberian *Trichoderma sp.* sehingga struktur tanah lebih keras dan akar tanaman akan berkembang dengan cepat pada kondisi tanah yang keras. Akar akan menjadi lebih panjang dengan sel-sel lebih padat pada zona meristematik, sel-sel membesar diujung akar merambat ke lebih banyak area untuk mendapatkan lebih banyak nutrisi.

Nisbah Tajuk Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap nisbah tajuk akar bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Nisbah Tajuk Akar Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST).

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Nisbah Tajuk Akar
t ₁ (NPK 15 g)	1,41 a
t ₀ (Kontrol)	1,42 a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	1,54 a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	1,60 a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	1,64 a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1,68 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMR taraf α 5%.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata nisbah tajuk akar bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai nisbah tajuk akar tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 1,68 dan terendah pada perlakuan t₁ sebesar 1,41, terjadi peningkatan nisbah tajuk akar sebesar 19,14 % dibandingkan dengan t₀.

Pada perlakuan t₄ (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai nisbah tajuk akar yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tajuk lebih tinggi dari pertumbuhan akar dengan nilai nisbah tajuk akar sebesar 1,68. Sejalan pendapat Sitompul (1995) dalam Nursanti (2010) nisbah tajuk akar sangat ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan, semakin besar bobot kering tajuk maka semakin besar nilai rasio tajuk akarnya dan sebaliknya bila bobot kering akar semakin besar maka nilai rasio tajuk akar akan semakin kecil.

Luas Daun Total (cm²)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata terhadap luas daun total bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMR taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Luas Daun Total Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Luas Daun Total (cm ²)	
	Data Asli	Data Transformasi
t ₀ (Kontrol)	414,70	20,34 a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	554,16	23,54 ab
t ₁ (NPK 15 g)	679,70	26,06 abc
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	822,35	28,38 bc
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	969,65	31,05 c
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1067,01	32,35 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMR taraf α 5%.

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata luas daun total bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t₀ berbeda tidak nyata dengan perlakuan t₅ dan t₁, tetapi perlakuan t₀ berbeda nyata dengan perlakuan t₂, t₃ dan t₄. Rata-rata nilai luas daun total tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 32,35 cm² dan terendah pada

perlakuan t_0 sebesar 20,34 cm², terjadi peningkatan luas daun total sebesar 157,29 % dibandingkan dengan t_0 .

Pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai luas daun total yang tertinggi. Hal ini diduga perlakuan t_4 dapat mencukupi ketersediaan unsur N, P dan K sehingga mempengaruhi pertumbuhan luas daun kakao. *Trichoderma sp.* selain sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman. Disamping kemampuan sebagai pengendali hayati, *Trichoderma sp.* memberikan pengaruh positif terhadap perakaran tanaman, pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman (Amin *et al.*, 2015).

Indeks Kualitas Bibit (IK)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap indeks kualitas bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata Indeks Kualitas Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk NPK dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Indeks Kualitas Bibit	
	Data Asli	Data Transformasi
t_5 (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	1,11	1,27 a
t_0 (Kontrol)	1,17	1,29 a
t_2 (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	1,19	1,30 a
t_3 (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	1,20	1,30 a
t_4 (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	1,21	1,31 a
t_1 (NPK 15 g)	1,33	1,35 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMR taraf α 5%.

Tabel 7 menunjukkan bahwa rata-rata indeks kualitas bibit kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai indeks kualitas bibit tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t_1 yaitu sebesar 1,35 dan terendah pada perlakuan t_5 sebesar 1,11, terjadi peningkatan indeks kualitas bibit sebesar 19,81 % dibandingkan dengan t_0 .

Nilai indeks kualitas bibit berkisar 1,11 sampai 1,33 menunjukkan nilai indeks kualitas bibit di atas nilai indeks kualitas standar yaitu 0,09. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bibit kakao siap untuk dipindahkan ke lapangan. Menurut Hendromono & Durahim (2004) dalam Irawan & Hidayah (2017) bahwa bibit yang memiliki nilai indeks kualitas minimal 0,09 akan memiliki daya tahan hidup yang tinggi apabila dipindah ke lapangan. Hal ini dikarenakan bahwa indeks kualitas bibit dipengaruhi oleh tinggi tanaman, diameter batang bibit, bobot kering tajuk dan bobot kering akar, semakin besar nilai hasilnya maka semakin tinggi angka indeks kualitas bibitnya (Sastrawan *et al.*, 2019).

Kadar Air Tanah (%)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air tanah bibit kakao. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf α 5% yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-Rata Kadar Air Tanah Bibit Kakao Pada Perlakuan Kombinasi Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 dan Pupuk Hayati *Trichoderma sp.* Pada Umur (12 MST). (Data Transformasi ($\sqrt{x + 0,5}$))

Perlakuan (Kombinasi Pupuk dan Pupuk Hayati <i>Trichoderma sp.</i>)	Rata-Rata Kadar Air Tanah (%)	
	Data Asli	Data Transformasi
t ₁ (NPK 15 g)	20,86	4,61 a
t ₅ (NPK 11,25 g + <i>Trichoderma sp.</i> 7,5 g)	20,92	4,62 a
t ₂ (<i>Trichoderma sp.</i> 30 g)	25,21	5,03 a
t ₃ (NPK 3,75 g + <i>Trichoderma sp.</i> 22,5 g)	27,12	5,23 a
t ₀ (Kontrol)	27,50	5,28 a
t ₄ (NPK 7,5 g + <i>Trichoderma sp.</i> 15 g)	28,92	5,40 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata pada uji lanjut DNMRT taraf α 5%.

Tabel 8 menunjukkan bahwa rata-rata kadar air tanah kakao dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* berbeda tidak nyata satu sama lainnya. Rata-rata nilai kadar air tanah tertinggi ditunjukkan pada perlakuan t₄ yaitu sebesar 5,40 % dan terendah pada perlakuan t₁ sebesar 4,61 %, terjadi peningkatan kadar air tanah sebesar 38,63 % dibandingkan dengan t₀.

Pada perlakuan t₄ (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g) menunjukkan nilai kadar air tanah yang tertinggi. Hal ini diduga fungsi *Trichoderma sp.* membantu memperbaiki struktur tanah dan mengikat air dalam media tanam. Ketersediaan air sangat penting dengan proses penyerapan unsur hara oleh tanaman pada proses metabolisme. Tanaman memberikan respon terhadap ketersediaan air yang ada dengan meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang dan diameter batang (Manan *et al.*, 2015).

Analisis Kimia Tanah

Hasil analisis sifat kimia tanah awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Awal dan Akhir Penelitian.

No	Sifat Kimia Tanah	Tanah Awal	Akhir Penelitian					
			t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
1	pH	4,51	4,81	4,55	4,68	4,72	4,06	4,89
	(H ₂ O)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(SM)	(M)
2	N Total	0,0244	0,012	0,007	0,019	0,011	0,009	0,001
	(%)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)
3	P Bray	23,99	6,26	91,86	13,59	11,64	100,03	42,29
	(ppm)	(S)	(SR)	(ST)	(R)	(R)	(ST)	(ST)
4	K-dd	0,51	0,06	0,03	0,07	0,01	0,07	0,08
	(Cmol(+)/kg)	(S)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)	(SR)

Keterangan : SM (Sangat Masam) M (Masam) S (Sedang)
R (Rendah) SR (Sangat Rendah) ST (Sangat Tinggi)
T (Tinggi)

Pada tabel 9 hasil analisis sifat kimia tanah akhir menunjukkan secara umum terjadi peningkatan nilai pH di akhir penelitian, tetapi masih dalam kriteria tanah masam. Jumlah N total terjadi penurunan untuk semua perlakuan dibandingkan jumlah N total awal. Jumlah P menunjukkan fluktuasi untuk berbagai perlakuan. Jumlah K terjadi penurunan untuk semua perlakuan dibandingkan jumlah K awal.

Hasil analisis sifat kimia tanah menunjukkan nilai pH tanah awal meningkat pada akhir penelitian walaupun masih kategori masam. Hal ini diduga pemberian kombinasi pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan

Trichoderma sp. dapat memperbaiki struktur tanah dan membantu proses dekomposisi berbagai bahan organik sehingga pH dalam tanah menjadi meningkat. Kandungan unsur N 0,0244 % menurun menjadi 0,019 %. Hal ini dikarenakan komponen *Trichoderma sp.* memecahkan unsur N dalam senyawa kompleks, sehingga ketersediaan nitrogen digunakan untuk pertumbuhan bibit kakao. Kandungan unsur P 23,99 ppm meningkat menjadi 100,03 ppm. Hal ini dikarenakan NPK mutiara 16:16:16 mengandung fosfor dan *Trichoderma sp.* membantu penyerapan fosfor dalam pertumbuhan akar sehingga kedua kombinasi dapat meningkatkan unsur fosfor dalam tanah. Kandungan unsur K 0,51 cmol(+)/kg menurun menjadi 0,08 cmol(+)/kg. Hal ini dikarenakan NPK mutiara 16:16:16 mengandung kalium dan *Trichoderma sp.* membantu penyerapan kalium, sehingga ketersediaan kalium digunakan untuk pertumbuhan bibit kakao.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk NPK mutiara 16:16:16 dan pupuk hayati *Trichoderma sp.* pada perlakuan t_4 (pupuk NPK 7,5 g + pupuk *Trichoderma sp.* 15 g), dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 31,09 %, diameter batang bibit sebesar 13,10 %, bobot kering tajuk sebesar 60,95 %, nisbah tajuk akar sebesar 19,14 %, luas daun total sebesar 157,29 % dan kadar air tanah sebesar 38,63 % dibandingkan dengan t_0 .

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, F., Adiwirman, & Yoseva, S. 2015. Studi Waktu Aplikasi Pupuk Kompos Leguminosa dengan Bioaktivator *Trichoderma sp.* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Jom Faperta, 2(1).
- Badan Pusat Statistik. 2023. BPS Perkebunan Provinsi Indonesia. In (BPS - Statistics Indonesia).
- Cahyono, B. 2010. Buku Terlengkap Sukses Bertanam Kakao. In Jurnal Malikussaleh Mengabdikan (Vol. 2, Issue 1).
- Fahmi, N., Syamsuddin, & Marlia, A. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) merril). Jurusan Agroteknologi Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 53–62.
- Herlina, L., & Dewi, P. 2010. Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma Harzianum* Dalam Meningkatkan Pertumbuhan. Jurnal Sains Dan Teknologi, 8(2), 11–25.
- Herlina, L., & Pramesti, D. 2009. Penggunaan Kompos Aktif *Trichoderma sp.* dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Cabai. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang., 21(1), 1–9.
- Irawan, A., & Hidayah, H. N. 2017. Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Dan Mutu Bibit Cempaka Wasian (*Magnolia Tsiampaca* (Miq.) Dandy) Di Persemaian. 11(1), 92–105.
- Manan, A., Machfudz, A., & Asri, W. 2015. Pengaruh Volume Air dan Pola Vertikultur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). Journal of Universitas Muhamadiyah Sidoarjo, 61(3), 301–333.
- Nursanti, I. 2010. Tanggap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Aplikasi Pupuk Organik Berbeda Dosis. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi., 26(1), 13–17.
- Ramdhan, M., Nafia'ah, H. H., & Swardana, A. 2022. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Dan *Trichoderma sp.* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.). JAGROS : Jurnal Agroteknologi Dan Sains (Journal of Agrotechnology Science), 6(1), 52.
- Sarif, P., Hadid, A., & Wahyudi, I. 2017. Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. Jurnal Agrotekbis, 3(5), 585–591.
- Sastrawan, R., Barcia, F., & Uker, D. 2019. Persepsi Masyarakat Terhadap Program Percetakan Sawah Baru Di Desa Air Kering Kecamatan Padang Guci Hilir Kabupaten Kaur Dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan. Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan, 8(1), 99–112.

Yahya, D. P. A., Hendarto, K., Yelli, F., & Widyastuti, R. A. D. 2022. Response of Biofertilizer Application and Alkali Supplement Fertilizer on the Growth and Yield of Curly Red Chili (*Capsicum annuum* L.). Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering), 11(1), 15.



RIWAYAT HIDUP



Haris Munandar lahir di Jambi pada tanggal 29 Desember 2003. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Iskandar, SE dan Ibu Ixa Munisa, S.Pd. Pada tahun 2014 penulis menyelesaikan pendidikan awal sekolah dasar di SDN 05/IX Jambi Tulo, kemudian pada tahun 2017 penulis telah menyelesaikan pendidikan SMPN 11 Muaro Jambi, Kemudian pada tahun 2020 penulis berhasil menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 6 Muaro Jambi, pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Swasta Universitas Batanghari Jambi di Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi. Pada tanggal 06 Februari 2024 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sungai Kepayang, Kabupaten Tanjung Jabung Barat dan pada tanggal 21 Februari 2025 penulis dinyatakan lulus dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S1).