

**PENGARUH PEMBERIAN MIKORIZA DAN PUPUK NPK
TERHADAP TINGKAT KEBERHASILAN SAMBUNG
PUCUK DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI
LIBERIKA TUNGKAL KOMPOSIT
(*Coffea liberica*) DI POLYBAG**

SKRIPSI

**PUTRI DESITA
D1A021110**



**JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI
2025**

**PENGARUH PEMBERIAN MIKORIZA DAN PUPUK NPK
TERHADAP TINGKAT KEBERHASILAN SAMBUNG
PUCUK DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI
LIBERIKA TUNGKAL KOMPOSIT
(*Coffea liberica*) DI POLYBAG**

PUTRI DESITA

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Jambi

**JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI
2025**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pupuk NPK Terhadap Tingkat Keberhasilan Sambung Pucuk dan Pertumbuhan Bibit Kopi Liberika Tungkal Komposit (*Coffea Liberica*) di Polybag yang disusun oleh **PUTRI DESITA NIM. DIA021110**, telah diuji pada tanggal 19 Juni 2025 dihadapan tim penguji yang terdiri dari :

Ketua	: Prof. Dr. Ir. Elis Kartika, M.Si.
Sekretaris	: Ir. Gusniwati, M.P.
Penguji Utama	: Prof. Dr. Ir. Rainiyati, M.Si.
Penguji Anggota 1	: Prof. Dr. Lizawati, S.P., M.Si.
Penguji Anggota 2	: Ir. Nyimas Myrna Elsa fathia, M.P.

Dan dinyatakan “LULUS” serta disetujui dan disahkan dengan ketentuan yang berlaku dalam ujian skripsi.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Elis Kartika, M.Si.

NIP. 196311161989032001



Ir. Gusniwati, M.P.

NIP. 196108151987032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Agroekoteknologi



Dedy Antony, S.P., M.Si. Ph.D

NIP. 197809202005011002

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Desita

NIM : D1A021110

Jurusan/Program Studi : Pertanian/Agroekoteknologi

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini belum pernah diajukan dan tidak dalam pengajuan dimanapun juga dan atau oleh siapapun juga.
2. Semua sumber kepustakaan dan bantuan dari semua pihak yang diterima selama penelitian dan penyusunan skripsi ini telah dicantumkan/dinyatakan pada bagian yang relevan dan skripsi ini bebas dari plagiarisme.
3. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini telah diajukan atau dalam proses pengajuan oleh pihak lain dan atau terdapat plagiarisme di dalam skripsi ini, maka saya akan bersedia menerima sanksi sesuai Pasal 12 Ayat (1) butir (g) Peraturan Menteri dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi, yaitu Pembuatan Ijazah.

Jambi, Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Putri Desita

NIM. D1A021110

RINGKASAN

PENGARUH PEMBERIAN MIKORIZA DAN PUPUK NPK TERHADAP TINGKAT KEBERHASILAN SAMBUNG PUCUK DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI LIBERIKA TUNGKAL KOMPOSIT (*Coffea liberica*) DI POLYBAG (Putri Desita di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Elis Kartika, M.Si. dan Ir. Gusniwati, M.P.)

Provinsi Jambi merupakan salah satu daerah yang membudidayakan kopi dengan varietas unggulannya adalah Kopi Liberika Tungkal Komposit. Namun produksi dan produktivitas kopi belum sejalan dengan potensi pengembangannya. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi adalah penggunaan bibit unggul yang diperoleh dari hasil sambung pucuk. Selain penggunaan bibit dari hasil sambung pucuk, pemeliharaan bibit juga harus diperhatikan untuk memperbesar tingkat keberhasilan sambung pucuk dengan menggunakan pupuk NPK dan Mikoriza.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari interaksi dari pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK serta mendapatkan dosis mikoriza dan pupuk NPK terbaik terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi liberika. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pematang Gajah selama 6 bulan menggunakan rancangan acak kelompok 2 faktor, dengan faktor pertama Mikoriza 2 taraf yaitu tanpa mikoriza dan Mikoriza 15gr dan faktor kedua adalah NPK 5 taraf yaitu tanpa pupuk NPK, 25 %, 50 %, 75% dan 100% dari dosis rekomendasi. Pada penelitian ini terdapat 10 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali sehingga seluruhnya diperoleh 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 bibit tanaman, sehingga terdapat 300 bibit keseluruhan dengan tanaman sampel sebanyak 5 tanaman setiap satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji normalitas, uji sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara mikoriza dan pupuk NPK pada berbagai dosis terhadap persentase keberhasilan sambung, waktu muncul tunas, panjang tunas, dan persentase infeksi akar. Tidak terdapat interaksi antara keduanya, namun terdapat pengaruh faktor tunggal mikoriza terhadap variabel jumlah daun. Aplikasi mikoriza dosis 15 gram dan pupuk NPK dosis 25% dari rekomendasi merupakan perlakuan terbaik yang mampu meningkatkan persentase keberhasilan sambung sekaligus mendukung pertumbuhan waktu muncul tunas, panjang tunas, dan persentase infeksi akar bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk.

Kata Kunci : Kopi Liberika, mikoriza, pupuk NPK, sambung pucuk.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pematangsiantar, Provinsi Sumatera Utara pada 23 Februari 2004. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Parminto dan Ibu Rosni Suriani Pasaribu. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SDN 091297 Panombeian Sipinggaan, Kecamatan Panombeian Panei pada tahun 2015.

Pada tahun 2018 penulis menyelesaikan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama sederajat di SMP Negeri 4 Pematangsiantar. Pendidikan Sekolah Menengah Atas diselesaikan oleh penulis di SMA Swasta HKBP 1 Pematangsiantar pada tahun 2021. Pada tahun 2021 juga penulis diterima di Universitas Jambi melalui jalur SBMPTN pada Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi.

Semester genap tahun akademik 2021/2022 penulis mendapatkan beasiswa PT. Torganda selama satu tahun. Kemudian pada semester genap tahun akademik 2022/2023 penulis mendapatkan beasiswa dari Bank Indonesia selama satu tahun. Semester ganjil tahun akademik 2023/2024 penulis mendalami perkuliahan di peminatan agronomi, pada semester ganjil tahun akademik 2023/2024 penulis mengikuti kegiatan MSIB (Magang dan Studi Independen Bersertifikat) di Yayasan Edufarmers International Foundation, Desa Baluase, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.

Pada tahun akademik 2024/2025 penulis mulai melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi yang didanai oleh Universitas Jambi dengan judul penelitian “Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pupuk NPK Terhadap Tingkat Keberhasilan Sambung Pucuk dan Pertumbuhan Bibit Kopi Liberika Tungkal Komposit (*Coffea Liberica*) di Polybag” di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Elis Kartika, M.Si. dan Ir. Gusniwati, M.P. Penyusunan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Penulis melaksanakan Ujian Skripsi dan dinyatakan Lulus pada tanggal 19 Juni 2025.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu.

(1 korintus 10:13)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan kebahagiaan, saya persembahkan karya tulis ini sebagai ungkapan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada orang-orang yang selalu memberikan dukungan, cinta, dan inspirasi sepanjang perjalanan pendidikan saya. Semoga karya ini dapat menjadi bukti nyata dari segala doa, pengorbanan, dan bimbingan yang telah saya terima, serta menjadi motivasi bagi saya dan semua pihak yang saya cintai untuk terus berkarya. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis mempersembahkan kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberikan kekuatan, kesehatan, dan berkat yang selalu mengalir dalam menjalani setiap proses penyusunan skripsi ini. Tanpa kasih dan penyertaan Tuhan, penulis tidak akan mampu melewati berbagai tantangan, rintangan sampai tangisan yang ada. Penulis percaya bahwa segala sesuatu dapat terlaksana dengan baik hanya karena anugerah dan pertolongan Tuhan yang selalu ikut campur dalam kerja tangan kecil penulis. Tuhan yang menguatkan dan jaga penuh rencana dan langkah penulis selanjutnya.
2. Kedua orangtua tercinta atas segala cinta, doa, dukungan, nasehat, motivasi, serta materi yang telah diberikan selama ini mulai dari awal hingga penulis bisa ditahap menyelesaikan studi di bangku perkuliahan. Orang hebat yang selalu menjadi penyemangat penulis sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Tanpa kehadiran dan pengorbanan dari orangtua terkasih, penulis tidak akan bisa mencapai titik ini dalam perjalanan akademik dan perjalanan hidup. Setiap motivasi dan semangat yang diberikan selalu menjadi sumber kekuatan bagi penulis untuk terus berjuang. Penulis akan tetap berjuang sampai jerih payah bapak dan mamak terbayarkan oleh kerja tangan penulis yang membuat kalian bangga. Sehat selalu dan tolong hidup lebih lama lagi.
3. Adik-adik penulis tercinta, Gunawan Saputra Panjaita dan Vita Angelina Panjaitan. Kutulis sebagai wujud harapan agar kalian selalu semangat dalam menuntut ilmu dan terus berjuang meraih cita-cita. Semoga perjalanan

pendidikan yang kakak lalui ini dapat menjadi inspirasi dan motivasi bagi kalian untuk terus belajar, berkembang, dan meraih masa depan yang gemilang. Tetaplah percaya bahwa dengan usaha dan doa, segala impian dapat kalian wujudkan bahkan akan lebih dari kakak.

4. Kepada teman seperjuangan terdekat, termanis dan terkasih Riama Yoseva Br. Girsang, S.P dan Jessica Patricia Tambunan, S.P terimakasih sudah mau kebersamaan penulis dari awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan. Banyak hal yang sudah dilewati, banyak hal akan dikenang, banyak hal perselisihan banyak juga canda tawa yang sudah dihabiskan bersama. Semoga hal-hal baik menghampiri dan setelah ini jadi berkat yang lebih lagi untuk orang banyak. Terimakasih sudah mewarnai hari-hari penulis. Terima kasih telah menjadi rumah kedua penulis di perantauan dan di tengah lelahnya perkuliahan ini, semoga komunikasi kita tetap terjaga, kita tetap saling mengasihi dan saling mendukung dalam hal apapun walau nanti kita tidak bersama lagi.
5. Kepada teman yang sudah penulis anggap saudara sendiri, Anugrah Paskalis Siringo-ringo, S.P, Joyachim Panjaitan, S.P, Aditya Carsa Milala, S.P, Belito Ompusunggu, S.P, Hasiholan Aritonang, S.P, Oktafia Pasaribu, S.P, Ranisa Dewi Cristine, S.P, Alya Faizah, S.P, Nazri A.A Harahap, S.P dan teman-teman kelas K 21 yang lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih sudah mau menemani hari-hari penulis dan membantu penulis dalam semua kegiatan perkuliahan penulis dari awal perkuliahan. Semangat dalam menyelesaikan skripsinya dan semoga kita selalu saling membantu dan selalu memberi dukungan untuk segala hal yang sedang kita usahakan.
6. Kepada rekan penelitian penulis, M. Akbar Hidayatur R., S.P yang telah banyak membantu selama penelitian dan berjuang untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. Kepada INTI dan BPH PSM 2024/2025, Petarung Pantang Mundur, Pejuang Tangguh, HAY MANIZZ, Kelas L agronomi dan tim Sukses Perhobas Seminar Proposal, Seminar Hasil dan Sidang Skripsi yang membantu di balik layar, memberikan semangat dan dorongan motivasi serta membantu penulis dalam proses perskripsian.
8. *Last but not least*, penulis ucapkan terima kasih yang tulus untuk Boru Panggoaran yaitu diri sendiri, atas keberanian untuk terus melangkah, semangat yang tak pernah padam, kerja keras yang telah di curahkan selama ini dan keteguhan hati dalam menghadapi setiap tantangan yang ada sehingga bisa sampai di titik ini. Terima kasih telah memilih untuk tetap berjuang, belajar dari setiap kegagalan, terima kasih telah percaya pada kemampuan diri, tetap berusaha walau lelah dan selalu berani bermimpi besar. Jangan biarkan perjuanganmu redup, jadilah terang tanpa meredupkan cahaya orang lain. Semoga langkah-langkah kecilmu selalu terberkati dan jadi berkat untuk semua orang. Kemanapun dirimu pergi tetaplah jadi anak Allah (Roma 8:14).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pupuk NPK Terhadap Tingkat Keberhasilan Sambung Pucuk dan Pertumbuhan Bibit Kopi Liberika Tungkal Komposit (*Coffea Liberica*) di Polybag” Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Ibu Prof. Dr. Ir. Elis kartika M.Si, Bapak Prof. Dr. Ir. Zulkarnain, Ibu Dr. Ir. Made Deviani Duaja, MS, dan Ibu Ir. Gusniwati, M.P pada tahun 2024 yang didanai Universitas Jambi melalui Perjanjian kontrak Nomor : 300/UN.21.11/PT.01.05/SPK/2024 tanggal 14 Juni 2024.

Penulis menyadari skripsi ini masih terdapat kekurangan. Selama penulisan skripsi ini penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak, baik yang memberikan semangat, arahan maupun bantuan secara moril atau material. Oleh sebab itu dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Pembimbing Skripsi yaitu Ibu Prof. Dr. Ir. Elis kartika M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan ibu Ir. Gusniwati, M.P selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberi arahan, bimbingan, serta masukan dan motivasi yang berguna bagi penulis dari awal penyelesaian proposal, penelitian dan sampai dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu dan keluarga selalu diberi kemudahan dalam segala hal dan dilimpahkan kebahagiaan.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Rainiyati, M.Si, Ibu Prof. Dr. Lizawati, S.P., M.Si dan Ibu Ir. Nyimas Myrna Elsa Fathia, M.P selaku tim penguji yang telah dengan sabar memberikan masukan, arahan, saran, serta tambahan pengetahuan sejak awal hingga perbaikan skripsi ini. Bimbingan dan kritik dari ibu-ibu sangat berarti bagi penulis dalam menyempurnakan karya tulis ini.
3. Pembimbing Akademik yaitu bapak Hajar Setyaji, S.TP., M.P. yang telah membantu penulis mulai dari awal sampai akhir masa perkuliahan penulis.
4. Ibu Yulia Alia, S.P., M.P. bapak Dr. Ir. Ermadani, M.Sc., bapak Dedy Antony, S.P., M.Si. Ph D., dan dosen-dosen serta para straff akademik dalam lingkup Jurusan Agroekoteknologi Fakultas pengalaman dan bantuan yang berharga

kepada penulis selama menjalankan perkuliahan dari awal semester sampai penulis menyelesaikan studi.

Penulis juga mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini, Penulis mengharapkan saran dan masukan, untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Jambi, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Manfaat Penelitian.....	5
1.4 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Umum Kopi Liberika	7
2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi Liberika.....	8
2.3 Pembibitan Tanaman Kopi Liberika	9
2.4 Teknik Sambung Pucuk Pada Tanaman Kopi	10
2.4.1 Pemilihan Batang Bawah.....	12
2.4.2 Pemilihan Batang Atas.....	12
2.5 Peranan Mikoriza	13
2.6 Peranan Pupuk Anorganik.....	15
2.7 Interaksi Mikoriza dan Pupuk Anorganik	16
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Persiapan Naungan.....	19
3.4.2 Persiapan Bibit Kopi Liberika	19
3.4.3 Persiapan Media Tanam.....	20
3.4.4 Pemindahan Bibit.....	20
3.4.5 Pemberian Perlakuan	20
3.4.6 Pemeliharaan Bibit.....	20
3.4.7 Persiapan Sungkup.....	21
3.4.8 Persiapan Batang Atas (<i>entres</i>).....	21
3.4.9 Proses Penyambungan	21
3.5 Variabel Pengamatan.....	22
3.5.1 Persentase Keberhasilan Penyambungan	22
3.5.2 Waktu Muncul Tunas Apikal.....	22
3.5.3 Panjang Tunas	22
3.5.4 Jumlah Daun	22
3.5.5 Persentase Infeksi Akar.....	23
3.6 Analisis Data	23
3.7 Data Penunjang	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Persentase Keberhasilan Sambung	24
4.1.2 Waktu Muncul Tunas Apikal.....	24
4.1.3 Panjang Tunas Apikal (cm)	25
4.1.4 Jumlah Daun (helai).....	27
4.1.5 Persentase Infeksi Akar.....	27
4.2 Pembahasan.....	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Luas areal, produksi, dan produktivitas kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada Tahun 2019 – 2023	2
2. Kombinasi perlakuan mikoriza dengan pupuk NPK.....	19
3. Rata-rata persentase keberhasilan sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.....	24
4. Rata-rata waktu muncul tunas apikal (hari) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.	25
5. Rata-rata panjang tunas apikal (cm) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK	26
6. Rata-rata jumlah daun (helai) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.	27
7. Rata-rata persentase infeksi akar (%) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.	28

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Deskripsi Kopi Liberika Tungkal Jambi	42
2. Deskripsi Kopi Liberika Berdasarkan Umur Bibit.....	43
3. Tata Letak Percobaan Dalam RAK.....	44
4. Denah Satuan Percobaan.....	45
5. Tabel Dosis Pemupukan.....	46
6. Prosedur dan Perhitungan Akar Terinfeksi Mikoriza	47
7. Analisis Data Persentase Keberhasilan Sambung	49
8. Analisis Data Waktu Muncul Tunas	53
9. Analisis Data Panjang Tunas	56
10. Analisis Data Jumlah Daun.....	59
11. Analisis Data Persentase Infeksi Akar	61
12. Hasil Analisis Data Tanah.....	65
13. Data Suhu Selama Penelitian	66
14. Data Kelembaban Selama Penelitian	67
15. Dokumentasi Selama Penelitian.....	68

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peranan penting dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai penyumbang devisa negara, pencipta lapangan kerja dan sumber penghasilan bagi petani. Selain itu, kopi menjadi salah satu minuman yang paling digemari di seluruh dunia yang dikonsumsi oleh berbagai kalangan masyarakat (Said, 2017). Kopi juga memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, seperti mengurangi resiko diabetes, menurunkan resiko kanker, meningkatkan metabolisme tubuh dan dapat memperbaiki atau meningkatkan fungsi kognitif yaitu memori (Damayanti *et al.*, 2023).

Indonesia merupakan salah satu produsen kopi terbesar di dunia dengan berbagai jenis kopi yang dihasilkan. Terdapat 3 jenis kopi yang umum dibudidayakan secara luas di Indonesia, yaitu kopi arabika, kopi robusta dan kopi Liberika (Hulupi, 2014). Menurut data dari *United States Department of Agriculture* (USDA) tahun 2024, volume ekspor kopi global pada periode 2023/2024 menunjukkan bahwa Indonesia menempati posisi keempat setelah Brazil, Vietman dan Kolombia dengan jumlah ekspor mencapai 9,7 juta kantong (Satu kantong kopi setara dengan 60 kilogram), sehingga Indonesia memberikan kontribusi yang signifikan dalam ekspor kopi global.

Produksi kopi di Indonesia tersebar di berbagai wilayah, salah satunya di Provinsi Jambi. Salah satu kopi yang dikembangkan di Provinsi Jambi adalah kopi Liberika Tungkal Komposit (*Coffea liberica*) yang sentralnya terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Adapun beberapa keunggulan dari tanaman Kopi Liberika Tungkal Komposit yaitu lebih tahan terhadap kondisi lahan gambut yang miskin hara dan tingkat keasaman yang tinggi sementara kopi jenis lain tidak dapat tumbuh (Hulupi, 2014). Kopi Liberika ini juga dikenal dengan ketahanannya terhadap hama dan penyakit serta memiliki cita rasa yang unik dan khas, rasanya berada diantara jenis robusta dan arabika (Agustini *et al.*, 2020). Luas areal, produksi, dan produktivitas kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada Tahun 2019 – 2023 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas areal, produksi, dan produktivitas kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada Tahun 2019 – 2023

Tahun	Luas Areal(ha)				Produksi (Ton)	Produktivitas (Kg. ha ⁻¹)
	TBM	TM	TTM TR	Total		
2019	364	1.994	337	2.695	1.170	586
2020	415	1.999	337	2.751	1.185	592
2021	611	1.998	367	2.976	1.190	595
2022	553	1.988	320	2.861	1.144	575
2023	558	1.983	359	2.900	1.100	554

Sumber : Badan Pusat Statistik Tanjung Jabung Barat (2024)

Keterangan : TBM : Tanaman Belum Menghasilkan ;
 TTM : Tanaman Menghasilkan;
 TTM/TR : Tanaman Tidak Menghasilkan/Tanaman Rusak

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa produksi tanaman kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat selama tahun 2019-2021 mengalami peningkatan dan mengalami penurunan di tahun 2022 dan 2023, sedangkan produktivitasnya mulai 2021 sampai 2023 menurun terus. Produktivitas kopi Liberika tersebut masih sangat rendah dibandingkan potensinya yaitu sebesar 950 kg ha⁻¹ (Randriani dan Dani, 2018) sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan praktik pertanian guna mencapai hasil yang optimal. Salah satu strategi untuk meningkatkan produksi dan produktivitas kopi Liberika adalah penggunaan bibit unggul yang biasanya diperoleh dari hasil sambung pucuk (Kafrawi *et al.*, 2020).

Sambung pucuk merupakan salah satu teknik perbanyakan vegetatif tanaman dengan menyatukan pucuk yang berfungsi sebagai batang atas dengan calon batang bawah yang bertujuan untuk menghasilkan bibit baru yang memiliki sifat - sifat unggul (Suwandi, 2015). Keunggulan dari sambung pucuk yaitu lebih mudah dan lebih cepat dalam pengerjaannya (sederhana), memperpanjang usia produktif tanaman serta keberhasilannya cukup tinggi (Vural *et al.*, 2008). Beberapa faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dalam memproduksi bibit dengan metode sambung pucuk yaitu faktor tanaman (genetik, kondisi tumbuh, kondisi batang bawah dan batang atas) dan faktor lingkungan seperti kondisi cuaca, waktu pelaksanaan sambung pucuk (pagi, siang atau sore hari) serta faktor keterampilan orang yang melakukan penyambungan (Tirtawinata, 2003; Tambing, 2004). Selain

itu, yang perlu diperhatikan dalam proses penyambungan adalah kondisi batang atas dan batang bawah yang baik dan sehat.

Kondisi batang atas dan batang bawah yang optimal dapat mendukung keberhasilan sambungan serta pertumbuhan bibit kopi Liberika. Bibit yang dipakai harus memiliki batang yang sehat, perakaran yang baik, keseragaman dalam ukuran dan umur serta tidak terserang hama dan penyakit (Yang *et al.*, 2015). Batang atas diperoleh dari pohon induk yang unggul dan harus memiliki tunas yang dorman, sementara batang bawah harus memiliki akar yang kuat dan sistem vaskular yang baik untuk mendukung aliran nutrisi dan air. Untuk memperoleh batang bawah yang diinginkan, perlu dilakukan pemupukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dalam tanah gambut yang akan digunakan sebagai media tanam.

Tanah gambut merupakan tanah yang memiliki sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi yang rendah. Menurut (Hulupi, 2014) lahan gambut merupakan lahan yang bersifat mudah mengalami kering tak balik, mudah terbenam, rendahnya daya dukung lahan terhadap tekanan, rendahnya kandungan hara kimia seperti nitrogen, fosfor dan kalium serta terbatasnya jumlah mikroorganisme karena pH yang rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah gambut adalah pemupukan dengan menggunakan pupuk NPK.

Pupuk NPK merupakan salah satu jenis pupuk anorganik yang sering digunakan untuk budidaya tanaman kopi. Thamrin (2020), menyatakan pemberian pupuk NPK mampu merangsang pertumbuhan tanaman mulai dari pertumbuhan vegetatif, pertumbuhan akar, merangsang pembelahan sel, memperbesar jaringan sel dan proses fotosintesa. Pupuk anorganik mampu memberikan nutrisi secara cepat dan efektif, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam waktu singkat, namun penggunaan yang berlebihan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tanah serta menurunkan kesuburan tanah dengan membuat tekstur tanah menjadi lebih keras dan kasar. Untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi serapan hara pada media yang miskin hara serta meminimalisir dampak negatif dari pupuk anorganik dapat menggunakan mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan adalah mikoriza, tanaman kopi memerlukan peran mikoriza (Basri, 2018).

Mikoriza merupakan sekelompok jamur tanah yang bersimbiosis saling menguntungkan dengan akar tanaman dengan membantu akar menyerap air dan unsur hara yang diperlukan tanaman (Deswita *et al.*, 2022). Mikoriza memiliki struktur hifa sebagai tempat kontak dan transfer hara mineral antara jamur dan tanaman inangnya pada jaringan korteks akar (Bolly dan Wahyuni, 2021). Jamur ini dapat menghasilkan enzim fosfatase yang berfungsi dalam penyediaan unsur hara P pada tanaman. Beberapa hasil studi melaporkan bahwa mikoriza berkontribusi hingga 90% dari kebutuhan hara P tanaman (Daras *et al.*, 2015). Selain itu, asosiasi mikoriza mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik (penyakit) dan abiotik (kekeringan) sehingga cocok digunakan pada tanah dengan pH rendah dan miskin hara seperti tanah gambut.

Hasil penelitian Andrade *et al.*, (2009) memperlihatkan bahwa jamur ini secara alami banyak ditemukan pada tanah-tanah perkebunan kopi, termasuk pada perakarannya. Bahkan, kopi sering dianggap sebagai tanaman yang sangat tergantung pada keberadaan mikoriza (Kartika *et al.*, 2024; Sugiarti dan Taryana, 2018; Daras *et al.*, 2013). Mikoriza juga memiliki peran dalam meningkatkan metabolisme tanaman dengan menghasilkan hormon pertumbuhan, khususnya auksin dan sitokinin, yang berperan dalam mendukung keberhasilan proses penyambungan bibit kopi Liberika. Auksin berfungsi merangsang pembentukan jaringan kambium pada area sambungan yang sangat penting untuk proses diferensiasi sel-sel baru yang menyatukan batang bawah dan batang atas (Suwandi, 2015), sementara itu, sitokinin berperan dalam merangsang pembelahan sel dan perkembangan tunas baru yang penting untuk pertumbuhan vegetatif setelah penyambungan (Basri, 2018).

Santoso *et al.*, (2013) dalam hasil penelitiannya menyatakan bahwa pemberian mikoriza 10 g dan 20 g per *polybag* nyata dapat meningkatkan tinggi bibit kopi umur 84 HSP, diameter batang pada umur 84 HSP dan 112 HSP, serta berat kering bibit umur 112 HSP. Hal ini sejalan dengan penelitian Nasrullah *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa perlakuan pemberian mikoriza yang paling baik adalah 10 g tanaman⁻¹ pada bibit kakao. Hal serupa juga dinyatakan oleh Kartika *et al.*, (2022) aplikasi pupuk hayati mikoriza 10 g per tanaman dan 50% pupuk anorganik merupakan kombinasi terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan

kopi Liberika di lahan gambut. Pupuk hayati mikoriza mampu menggantikan dan menghemat pemakaian pupuk anorganik sebesar 50%.

Hasil penelitian Daras *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa kombinasi mikoriza (400 spora pohon⁻¹) dan pemupukan NPKMg ($\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi) mempengaruhi pertambahan tinggi tanaman, diameter tanaman dan juga jumlah cabang tanaman kopi arabika. Penelitian Kartika dan Gusniwati (2019), menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit kopi Liberika hasil *grafting* dengan bibit kopi robusta terbaik pada berbagai panjang *entres* diperoleh pada kopi robusta bermikoriza. Dengan demikian, kombinasi penggunaan mikoriza dan pupuk NPK diharapkan dapat membantu akar tanaman menyerap hara dari tanah untuk mendukung pertumbuhan batang bawah sehingga meningkatkan tingkat keberhasilan sambung pucuk.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pupuk NPK Terhadap Tingkat Keberhasilan Sambung Pucuk dan Pertumbuhan Bibit Kopi Liberika Tungkal Komposit (*Coffea liberica*) di *polybag*”.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dan mempelajari interaksi dari pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi Liberika.
2. Mendapatkan dosis mikoriza dan pupuk NPK terbaik terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi Liberika.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini digunakan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana (S1) pada Jurusan Agoekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Hasil penelitian juga diharapkan dapat bermanfaat secara akademis, memberikan kontribusi ilmiah untuk pengembangan penelitian selanjutnya mengenai pengaruh mikoriza dan pupuk NPK pada sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi Liberika.

1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat pengaruh interaksi dari antara mikoriza dengan beberapa dosis pupuk NPK terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi Liberika di *polybag*.
2. Terdapat dosis mikoriza terbaik pada setiap taraf dosis pupuk NPK terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk dan pertumbuhan bibit kopi Liberika di *polybag*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Kopi Liberika

Kopi Liberika merupakan salah satu jenis kopi yang dibudidayakan di Provinsi Jambi dan dikenal dengan nama Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom). Varietas ini telah ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 4968/Kpts/SR.120/12/2013 tanggal 6 Desember 2013 (Gusfarina, 2014). Menurut *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS) tahun 2023, kedudukan tanaman kopi Liberika dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Magnoliopsida
Suku : Rubiaceae
Marga : *Coffea*
Spesies : *C. liberica* var. *Liberika*

Kopi varietas Libtukom ini tergolong pada tipe pertumbuhan pohon dengan habitus tipe tinggi, diameter tajuk 3,5-4 meter dan tinggi tanaman dapat mencapai 5 meter atau lebih. Batang kopi Liberika tumbuh tegak dengan struktur kayu yang kuat dan kokoh serta cabang primer tumbuh secara teratur dan agak mendatar, mendukung tajuk yang lebar dan percabangan yang kuat. Sistem perakarannya terdiri dari akar tunggang yang dalam dan kuat, menembus tanah hingga kedalaman 30–40 cm untuk menyerap air dan nutrisi, serta akar serabut yang menyebar horizontal di lapisan atas tanah untuk penyerapan air dan unsur hara. Kombinasi kedua jenis akar ini membuat kopi Liberika tahan kekeringan dan tumbuh optimal di lahan gambut maupun tanah marginal (Randriani dan Dani, 2018).

Daun kopi Liberika merupakan daun tunggal berbentuk bulat telur dengan ujung yang bervariasi antara agak meruncing sampai bulat. Permukaan daunnya mengkilap, berukuran besar, tebal dan berwarna hijau tua. Daun tumbuh berpasangan pada batang, cabang dan ranting dengan susunan berselang-seling pada ruas berikutnya. Daun yang tumbuh pada batang atau cabang utama biasanya tersusun berselang-seling, sedangkan daun yang tumbuhnya pada ranting atau

cabang kecil terletak pada bidang yang sama tetapi tidak berselang-seling (Budiman, 2013). Bunga kopi Liberika terbentuk pada ketiak-ketiak daun dengan jumlah yang terbatas. Bunga tersusun dalam kelompok yang terdiri dari 4-6 kuntum bunga. Pada setiap ketiak daun akan menghasilkan 8-18 kuntum bunga atau setiap buku menghasilkan 16-36 kuntum bunga. Bunga kopi Liberika berukuran kecil dengan mahkotanya berwarna putih dan berbau harum. Kelopak bunga berwarna hijau dengan pangkalnya menutupi bakal buah yang mengandung dua bakal biji. Benang sari terdiri dari 5-7 tangkai yang berukuran pendek (Najiyati dan Danarti, 2004).

Tingkat kematangan buah kopi Liberika dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berdasarkan warna kulit buah, yaitu muda (hijau), masak sedang (kuning), masak (merah kekuningan), dan masak tua (merah penuh). Buah kopi Liberika terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri dari tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging buah (*mesokarp*) dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang tipis tetapi keras. Buahnya mengandung dua butir biji tetapi terkadang hanya mengandung satu butir biji atau bahkan tidak berbiji karena bakal biji tidak berkembang secara sempurna. Umumnya buah kopi Liberika tidak matang secara serentak dan memiliki buah yang berukuran lebih besar dibanding kopi Arabika dan Rosbuta (Budiman, 2013).

Potensi produksi kopi Libtukom jika rata-rata adalah 909 gram kopi biji pohon⁻¹ atau setara dengan 950 kg biji untuk penanaman dengan populasi 900 - 1.000 pohon ha⁻¹. Keunggulan lainnya adalah varietas ini memiliki kriteria tahan terhadap penyakit karat daun dan terhadap serangan penggerek buah kopi. Dari segi cita rasa, hasil uji mencapai nilai kesukaan (*preferensi*) rata-rata 7 atau mutu cita rasa bagus (Randriani dan Dani 2018).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi Liberika

Pertumbuhan dan produksi tanaman kopi sangat dipengaruhi oleh iklim dan kondisi tanah. Saat ini kopi Liberika banyak dikembangkan pada lahan-lahan gambut salah satunya di wilayah Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. Kopi Liberika ditanam pada lahan rendah dengan suhu udara sedang dan kering serta curah hujan sedang. Kopi Libtukom sekarang dibudidayakan di lahan-lahan gambut yang tidak mungkin ditanami kopi jenis lain ((Randriani dan Dani, 2018).

Menurut Rokhani *et al.*, (2016), Kopi Liberika mampu beradaptasi dengan baik dalam agroekosistem dataran rendah yang memiliki suhu udara relatif panas, serta adaptif terhadap kondisi kekeringan.

Kopi Liberika tumbuh optimal pada iklim tropis dengan ketinggian antara 0 hingga 900 meter di atas permukaan laut. Curah hujan yang ideal berkisar antara 1.250 hingga 3.500 mm per tahun, dengan periode kering selama sekitar tiga bulan, di mana curah hujan tidak melebihi 60 mm per bulan. Suhu udara yang sesuai untuk pertumbuhan kopi ini berada di antara 21 hingga 30°C, menciptakan kondisi yang mendukung perkembangan tanaman kopi Liberika dengan baik (Hulupi, 2014).

Tanah yang cocok untuk pertumbuhan Kopi Liberika memiliki kedalaman efektif lebih dari 100 cm dan tekstur berlempung dengan struktur tanah yang remah. Kadar bahan organik dalam tanah harus lebih dari 3,5% untuk mendukung kesuburan. Selain itu, rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) tanah sebaiknya berada di antara 10 hingga 12, dengan kapasitas tukar kation lebih dari 15 me 100 g tanah⁻¹. Kejenuhan basa yang baik, yaitu lebih dari 35%, serta kadar unsur hara seperti N, P, K, Ca, dan Mg yang cukup tinggi sangat penting, sementara pH tanah yang ideal berkisar antara 4,5 hingga 6,5 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013).

2.3 Pembibitan Tanaman Kopi Liberika

Bibit adalah suatu calon tanaman yang sudah mengalami masa penyemaian, sudah berdaun atau sudah bisa di tanam di lahan artinya tanaman tersebut sudah berbentuk dan bukan berupa biji lagi (Bargumono dan Maryana, 2020). Penggunaan bibit biasanya digunakan untuk tanaman yang mempunyai umur panjang seperti kopi. Sedangkan pembibitan merupakan kegiatan awal di lapangan yang bertujuan untuk mempersiapkan bahan tanaman berupa bibit yaitu tanaman muda melalui penanaman biji maupun bagian vegetatif tanaman. Pembibitan merupakan hal penting bagi pengembangan tanaman perkebunan termasuk tanaman kopi Liberika (Santoso, 2008). Perawatan bibit kopi perlu dilakukan dengan baik dan benar karena pembibitan merupakan langkah budidaya yang krusial dan memiliki dampak signifikan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi hingga panen.

Media pembibitan kopi Liberika yang optimal adalah media. Selain faktor media tanam, intensitas cahaya juga berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bibit kopi Liberika. Bibit kopi Liberika memiliki sensitivitas tinggi terhadap intensitas cahaya matahari langsung yang berlebihan, sehingga memerlukan naungan selama masa pembibitan.

Dalam fase pembibitan, kopi memerlukan lingkungan yang baik seperti lokasi pembibitan yang dekat dengan sumber air, lahan relatif datar, memiliki drainase yang baik serta media tumbuh yang mampu menyediakan air dan unsur hara, memiliki struktur yang baik, kemampuan menahan air yang optimal, serta ruang perakaran yang cukup untuk pertumbuhan bibit kopi. Kopi termasuk tanaman C3 yang memerlukan intensitas cahaya yang tidak penuh dalam melakukan proses fotosintesis sehingga membutuhkan naungan dalam tahap pembibitan (Manullang, 2021). Naungan dengan tingkat reduksi cahaya antara 50% hingga 70% dianggap ideal untuk mengurangi stres akibat cahaya berlebih dan menjaga kelembapan media tanam, sehingga mendukung pertumbuhan bibit secara optimal (Arief *et al.*, 2011). Selain memperhatikan lingkungan dan media tumbuh yang tepat, proses pembibitan kopi juga harus mempertimbangkan metode perbanyakan bibit yang sesuai untuk mendapatkan bibit yang seragam dan berkualitas.

Pada umumnya kopi dibudidayakan dengan menggunakan bibit yang diperoleh secara generatif melalui biji. Biji kopi yang diambil dari buah masak dari tanaman induk unggul dikecambahkan selama 30-40 hari. Kecambah kemudian ditanam pada medium kompos dan diletakkan dibawah naungan selama sekitar 8 bulan. Bibit yang diperoleh kemudian siap ditanam di lahan perkebunan. Teknik tersebut banyak dilakukan oleh petani karena tekniknya mudah dan tidak membutuhkan biaya besar (Prastowo *et al.*, 2010). Namun, teknik pembibitan melalui biji memiliki kemungkinan tingginya tingkat heterogenitas tanaman yang dihasilkan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan menggunakan perbanyakan bibit secara vegetatif seperti menggunakan teknik stek, okulasi dan sambung pucuk.

2.4 Teknik Sambung Pucuk Pada Tanaman Kopi

Sambung pucuk (*grafting*) adalah salah satu teknik perbanyakan vegetatif dengan menyambungkan batang bawah dan batang atas dari tanaman yang

berbeda sedemikian rupa sehingga tercapai persenyawaan dan kombinasi ini akan terus tumbuh membentuk tanaman baru (Suwandi, 2015). Menurut Prastowo *et al.*, (2006), menyatakan penyambungan atau sambung pucuk tanaman kopi merupakan perbanyakan tanaman kopi secara klonal yang bertujuan untuk memanfaatkan dua sifat unggul dari bibit batang bawah tahan terhadap hama nematoda parasit akar, dan sifat unggul dari batang atas yaitu mempunyai produksi yang tinggi serta mutu biji yang baik.

Penyambungan dilakukan dengan memperhatikan bahan tanaman yang disambung secara genetik harus serasi (*kompabil*), bahan tanaman harus berada dalam kondisi fisiologi yang baik, kombinasi masing-masing bahan tanaman harus terpaut sempurna dan tanaman hasil sambungan harus dipelihara dengan baik selama waktu tertentu (Hartmann *et al.*, 2002). Beberapa faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dalam memproduksi bibit dengan metode sambung pucuk yaitu faktor tanaman (genetik, kondisi tumbuh, panjang *entres*) dan faktor lingkungan (ketajaman/kesterilan alat, kondisi cuaca, waktu pelaksanaan sambung pucuk) serta faktor keterampilan orang yang melakukan penyambungan (Tambing dan Hadid, 2008).

Menurut Suwandi (2015), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan penyambungan tersebut diantaranya, batang atas yang dijadikan bahan sambungan tidak cacat, masih dalam keadaan segar, tidak terlalu tua, tidak terlalu muda dan berbatang bulat, hasil sambungan tidak terkena terik matahari maupun air hujan secara langsung, sambungan antara kambium batang atas dan batang bawah harus menempel seerat mungkin dan penyambungan dilakukan dengan menggunakan pisau atau gunting yang tajam dan tidak berkarat agar sambungan tidak terinfeksi oleh penyakit, penyambungan dikerjakan dengan secepat mungkin, dengan kerusakan minimum pada kambium, dan diusahakan penyayatan pada batang atas jangan sampai berulang-ulang (keterampilan tenaga penyambung) dan bagian sambungan yang terluka dijaga, baik pada batang atas maupun pada batang bawah agar tetap dalam keadaan lembab serta bagian sambungan harus dijaga dari kekeringan sampai beberapa minggu setelah penyambungan.

2.4.1 Pemilihan Batang Bawah

Batang bawah atau *rootstock/understem* adalah tanaman yang berfungsi sebagai batang bagian bawah yang masih dilengkapi dengan sistem perakaran yang berfungsi mengambil makanan dari dalam tanah untuk batang atas atau tajuknya. Menurut Suwandi (2015), umumnya batang bawah berasal dari biji. Keuntungan batang bawah dari biji adalah:

1. Perkembangan sistem akar lebih kuat dan dalam, karena memiliki akar tunggang, sehingga relatif lebih tahan terhadap kekeringan.
2. Penyediaan batang bawah jenis ini bisa dilakukan dalam jumlah banyak.

Adapun Kriteria tanaman yang akan dijadikan batang bawah adalah:

1. Mampu beradaptasi atau tumbuh kompak dengan batang atasnya, sehingga batang bawah ini mampu menyatu dan menopang proses pertumbuhan batang atasnya.
2. Tanaman dalam kondisi sehat.
3. Sistem perakarannya baik dan dalam serta tahan terhadap keadaan tanah yang kurang menguntungkan, termasuk harus tahan terhadap hama dan penyakit yang ada dalam tanah.
4. Tidak mengurangi kualitas dan kuantitas tanaman yang disambungkan/diokulasi.

Perawatan batang bawah meliputi kegiatan pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta penyiraman. Hal ini perlu diperhatikan agar batang bawah tumbuh subur dan sehat. Pertumbuhan yang subur dan sehat akan mempermudah pengelupasan kulit dan kayunya, karena sel-sel kambium berada dalam keadaan aktif membelah diri. Proses pembentukan kalus atau penyembuhan luka berlangsung dengan baik, sehingga pada akhirnya keberhasilan sambungan atau okulasinya juga tinggi.

2.4.2 Pemilihan Batang Atas

Batang atas yang biasanya disebut *entres (scion)* adalah calon bagian atas atau tajuk tanaman yang di kemudian hari akan menghasilkan tanaman berkualitas unggul. Batang atas ini dapat berupa mata tunas tunggal yang digunakan dalam teknik okulasi ataupun berupa ranting dengan lebih dari satu mata tunas atau ranting dengan tunas pucuk yang digunakan dalam sambungan (*grafting*). *Entres*

inilah yang disambungkan pada batang bawah untuk menggabungkan sifat-sifat yang unggul dalam satu bibit tanaman. Oleh karena itu, *entres* sebagai batang atas harus diambil dari pohon induk yang sudah diketahui betul sifat unggulnya.

Pohon induk mempunyai bagian yang berbeda-beda fase perkembangannya. Bagian pangkal pohon merupakan bagian yang tertua menurut umurnya, tetapi karena terbentuk pada masa awal pertumbuhan pohon tersebut maka sel-selnya bersifat sederhana, muda (*juvenile*) dan sangat vegetatif. Semakin ke arah ujung ranting, semakin muda menurut umurnya, tetapi sel-sel yang terbentuk paling akhir ini justru bersifat lebih kompleks, dewasa (*mature*) dan siap untuk memasuki masa berbunga dan berbuah (Duaja *et al.*, 2020).

Pengambilan *entres* dari pucuk tajuk pohon akan tetap membawa sifat dewasa atau generatif. Penyambungan *entres* dengan batang bawah akan menghasilkan bibit yang sudah membawa sifat dewasa tersebut. Hal ini menyebabkan bibit hasil penyambungan atau okulasi lebih cepat berbuah daripada tanaman yang berasal dari biji. Kriteria tanaman yang dapat dijadikan sebagai batang atas adalah sebagai berikut:

1. Mampu beradaptasi atau tumbuh kompak dengan batang bawahnya, sehingga batang atas mampu menyatu dan dapat berproduksi dengan optimal.
2. Cabang dari pohon yang sehat, pertumbuhannya normal dan bebas dari serangan hama dan penyakit.
3. Cabang berasal dari pohon induk yang sifatnya benar-benar seperti dikehendaki, misalnya berbuah lebat dan berkualitas tinggi. (Duaja *et al.*, 2020)

Salah satu sifat unggul pada tanaman, adalah kualitas buahnya. Semakin banyak sifat yang disukai konsumen dalam satu tanaman, maka semakin tinggi pula nilai ekonomi (harga) tanaman tersebut. Tanaman tersebut dapat digolongkan sebagai tanaman unggul.

2.5 Peranan Mikoriza

Mikoriza merupakan asosiasi jamur (*mykes* = miko = jamur) dengan akar (*rhiza* = riza = akar) tumbuhan tingkat tinggi (Kavitha dan Nelson, 2013). Satu jenis mikoriza dapat bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman, begitu pula

sebaliknya satu jenis tanaman dapat bersimbiosis dengan berbagai macam mikoriza. Simbiosis ini terjadi saling menguntungkan, mikoriza memperoleh karbohidrat dan unsur pertumbuhan lain dari tanaman inang, sebaliknya fungi memberi keuntungan kepada tanaman inang, dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama unsur fosfor. Secara tidak langsung mikoriza dapat membantu meningkatkan produksi tanaman. Mikoriza juga dapat memproduksi senyawa-senyawa perangsang pertumbuhan seperti auksin, sitokinin, giberelin dan zat antibiotik yang melindungi tanaman dari pathogen akar (Smith, 2009).

Menurut Basri (2018), mikoriza dibagi menjadi 3 tipe utama, yaitu ektomikoriza, endomikoriza dan ektendomikoriza. Ektomikoriza banyak ditemukan pada tanaman hutan dari kelompok *Pinaceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, dan *Dipterocarpeae*. Sifat spesifiknya yaitu dapat membentuk selubung pada akar tanaman dan *Hartig net*. Ektomikoriza yang telah diidentifikasi seperti *Suillus*, *Rhizopogon*, *Amanita*, *Boletus*, *Laccaria*, *Physolitus*, *Scheloderma* dan jenis ektomikoriza lainnya. Endomikoriza yang termasuk pada MA banyak ditemukan pada tanaman pertanian dan beberapa tanaman hutan, seperti *Hopea*, *Shorea*, *Eucalyptus*, *Albizia*, *Leucaena* dan *Acacia*. Jamur ini memiliki ciri khas yaitu membentuk vesikel di dalam akar. Jenis jamur yang dapat dijumpai yaitu *Glomus*, *Entrophospora*, *Gigaspora* dan *Scutellospora*. Ektendomikoriza merupakan bentuk antara (*intermediet*) kedua mikoriza yang lain. Ciri-cirinya antara lain adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan hartig, hifa dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel-sel korteknya. Ektendomikoriza pada dasarnya terbatas pada genus tanaman *Pinus* (pinus), *Picea* (cemara) dan, pada tingkat lebih rendah, *Larix* (larch). Ektendomikoriza memiliki karakteristik yang sama seperti ektomikoriza tetapi menunjukkan penetrasi intraseluler yang luas dari hifa jamur ke dalam sel-sel hidup dari akar inang.

Infeksi mikoriza dimulai dengan terbentuknya apresorium pada permukaan akar, menembus sel-sel epidermis akar tanaman. Setelah proses penetrasi, hifa tumbuh secara intraseluler atau ekstraseluler di dalam kortek dan pada inang-inang tertentu, hifa membentuk koil hifa di luar kortek. Hifa yang berada di rhizosfer mampu meningkatkan pengambilan fosfor dari dalam tanah dengan cara

memperluas permukaan yang bersinggungan dengan tanah. Pengambilan nutrisi oleh mikoriza melibatkan hifa yang berada di dalam tanah yang akhirnya dipindahkan ke dalam sel akar. Aliran fosfor di dalam hifa mengikuti aliran sitoplasma sedangkan pemindahan nutrisi dari jamur ke tanaman inang diduga melalui arbuskular. Hifa eksternal pada mikoriza dapat menyerap unsur fosfat dari dalam tanah, dan segera diubah menjadi senyawa polifosfat. Senyawa polifosfat kemudian dipindahkan ke dalam hifa dan dipecah menjadi fosfat organik yang dapat diserap oleh sel tanaman. Infeksi mikoriza pada akar tanaman dapat dilihat dengan jelas melalui pewarnaan dengan bahan kimia. Sel akar yang terinfeksi menjadi lebih besar dan mengembang tetapi tidak sampai merusak sel akar yang terinfeksi, penampakan luarnya bahkan tidak perubahan (Sirait *et al.*, 2022)

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza mempunyai peranan dalam hal meningkatkan kesehatan tanaman. Prinsip kerja dari mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang dan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas penyerapan unsur hara. Mikoriza tidak hanya meningkatkan laju transfer nutrisi di akar tanaman inang, tetapi juga meningkatkan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik, memproduksi senyawa-senyawa perangsang pertumbuhan seperti hormon sitokinin, giberelin dan vitamin. Selain itu, mikoriza juga melindungi akar dari patogen akar dan unsur toksik dengan melepaskan antibiotik yang dapat mematikan pathogen serta memperbaiki struktur dan agregasi tanah (Basri, 2018).

2.6 Peranan Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik merupakan jenis pupuk yang asal bahan pembuatannya bukan dari sumber-sumber organik. Terdapat dua macam pupuk anorganik, yaitu pupuk alam dan pupuk buatan, dimana pupuk alam diperoleh dari alam seperti kapur, dolomit dan fosfat alam. Sedangkan pupuk buatan berasal dari pabrik dengan bahan baku dari alam seperti urea, KCl, TSP, SP-36 dan NPK (Rahardjo, 2021). Pemupukan merupakan salah satu aspek penting dalam budidaya tanaman kopi Liberika (*Coffea liberica*) terutama pada fase pembibitan. Pemberian pupuk anorganik yang mengandung unsur hara makro, seperti nitrogen (N), fosfor (P),

dan kalium (K), dapat berperan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan bibit kopi Liberika.

Menurut Gardner *et al.*, (1991), nitrogen merupakan komponen struktural dari klorofil, asam amino, protein, nucleoprotein, berbagai enzim, purin dan pirimidin yang sangat berperan penting dalam pembesaran dan pembelahan sel. Menurut Lakitan (2012), fosfor merupakan bagian yang esensial dari berbagai gula fosfat yang berperan dalam reaksi-reaksi pada fase gelap, fotosintesis, respirasi dan berbagai proses metabolisme lainnya. Sedangkan kalium berperan sebagai aktivator dari berbagai enzim dalam reaksi fotosintesis dan respirasi serta terlibat dalam sintesis protein dan pati. Kalium juga merupakan ion yang berperan dalam mengatur potensi osmotik sel dan tekanan turgor sel serta sangat penting dalam proses membuka dan menutupnya stomata (Siregar dan Nurbaiti, 2018)

Pemupukan NPK pada kopi perlu dilakukan saat mulai dari pembibitan untuk menjamin dihasilkannya bibit yang baik dan sehat. Dengan dihasilkannya bibit yang baik dan sehat maka diharapkan dapat dihasilkan pertumbuhan dan produksi tanaman dewasa yang baik. Dalam pemupukan tanaman banyak hal yang perlu diperhatikan. Pemupukan yang seimbang dan tepat dosis menjadi kunci keberhasilan dalam pembibitan kopi Liberika. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk N, P dan K dengan dosis yang sesuai dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman (Purnama *et al.*, 2023), jumlah daun dan diameter batang bibit kopi (Thamrin *et al.*, 2020). Dengan demikian, pemupukan anorganik yang tepat dapat mendukung proses pembibitan tanaman kopi Liberika.

2.7 Interaksi Mikoriza dan Pupuk Anorganik

Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat berdampak negatif bagi ekosistem tanah. Salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan peran simbiosis mikoriza. Mikoriza adalah asosiasi mutualistik antara fungi tertentu dengan akar tanaman. Fungi mikoriza dapat berperan dalam memfasilitasi penyerapan unsur hara seperti fosfat (P), kalsium (Ca), natrium (N), mangan (Mn), kalium (K), magnesium (Mg), tembaga (Cu) dan air. Hal ini disebabkan karena kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang

melalui bulu-bulu akar tanaman (Rokhminarsi *et al.*, 2022). Dengan adanya mikoriza, dosis pupuk anorganik yang dibutuhkan dapat dikurangi tanpa mengurangi produktivitas tanaman. Selain itu, mikoriza juga dapat mengurangi pencemaran akibat pupuk anorganik dan menjaga keseimbangan ekologi tanah serta membantu memperbaiki struktur tanah, sehingga mendukung pertumbuhan akar tanaman.

Interaksi antara mikoriza dan pupuk anorganik dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan bibit kopi Liberika secara keseluruhan. Kehadiran mikoriza juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK, di mana mikoriza membantu tanaman dalam memanfaatkan nitrogen yang tersedia, sehingga mengurangi kebutuhan akan pupuk nitrogen tambahan. Selain itu, mikoriza berperan dalam solubilisasi fosfor, menjadikannya lebih tersedia bagi tanaman, yang sangat penting untuk pertumbuhan akar dan perkembangan bunga. Interaksi ini juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan, seperti kekeringan, dengan membantu dalam pengaturan kelembaban dan ketersediaan nutrisi. Pemberian pupuk anorganik yang mengandung N, P, dan K secara bersamaan dengan aplikasi mikoriza pada bibit kopi Liberika dapat memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan pemberian salah satu perlakuan saja. Nutrisi yang tersedia dari pupuk anorganik akan mendukung pertumbuhan kopi Liberika, sementara mikoriza membantu meningkatkan serapan hara bagi tanaman (Astiko *et al.*, 2021).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jln. Pematang Gajah, Lorong Pembibitan No. 47, Desa Pematang Gajah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi dengan ketinggian 43 m diatas permukaan laut. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bibit kopi Liberika Tungkal Komposit umur 4 bulan, *entres* kopi Liberika yang diperoleh dari kebun induk Desa Mekar Jaya, Mikoriza Arbuskular *Glomus sp* 3, pupuk NPK Phonska Plus 15:15:15, tanah gambut dan *polybag*. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, cangkul, parang, gunting, tali raffia, cat, kuas, mistar, *cutter*, jangka sorong, timbangan analitik, gembor, ajir, plastik sungkup, paranet, *hygrotermometer digital*, mikroskop, alat tulis dan kamera.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah pemberian mikoriza yang terdiri dari 2 taraf yaitu :

m_0 : Tanpa Mikoriza

m_1 : Mikoriza 15 g

Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK yang terdiri dari 5 taraf perlakuan yaitu :

p_0 : Tanpa NPK

p_1 : NPK 25 % dari rekomendasi (5g)

p_2 : NPK 50 % dari rekomendasi (10g)

p_3 : NPK 75 % dari rekomendasi (15g)

p_4 : NPK 100 % dari rekomendasi (20g)

Pada penelitian ini terdapat 10 kombinasi perlakuan dimana setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali sehingga seluruhnya diperoleh 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 bibit tanaman, sehingga terdapat 300 bibit keseluruhan. Kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 2 dan tata letak bibit dapat dilihat pada denah percobaan di Lampiran 3.

Tabel 2. Kombinasi perlakuan mikoriza dengan pupuk NPK

Mikoriza	Pupuk				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
m ₀	m ₀ p ₀	m ₀ p ₁	m ₀ p ₂	m ₀ p ₃	m ₀ p ₄
m ₁	m ₁ p ₀	m ₁ p ₁	m ₁ p ₂	m ₁ p ₃	m ₁ p ₄

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Naungan

Dalam pelaksanaan penelitian, persiapan naungan untuk batang bawah sebelum dilakukan penyambungan penting untuk menciptakan kondisi optimal yang mendukung pertumbuhan bibit. Batang bawah diletakkan di bawah naungan paranet dengan tingkat peneduhan sekitar 60 %. Hal ini memungkinkan sinar matahari yang cukup untuk fotosintesis dan melindungi bibit dari stres akibat sinar matahari langsung yang berlebihan. Sebelum penyambungan, area naungan harus memiliki sirkulasi udara yang baik dan kelembapan yang terjaga, sehingga bibit dapat tumbuh dengan baik dan siap untuk disambung. Naungan digunakan mulai dari bibit di pindahkan ke *polybag* yang lebih besar sampai bibit siap untuk disambung. Persiapan ini sangat penting untuk meningkatkan peluang keberhasilan penyambungan dan mendukung pertumbuhan bibit kopi secara keseluruhan.

3.4.2 Persiapan Bibit Kopi Liberika

Bibit kopi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman kopi Liberika Tungkal Komposit yang berumur sekitar 4 bulan yang sehat, bebas dari hama dan penyakit. Bibit ini diperoleh dari penangkaran kopi Liberika Tungkal Komposit di Desa Mekar Jaya, Kecamatan Betara, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Bibit kopi Liberika yang digunakan diseleksi dan dikelompokkan terlebih dahulu berdasarkan tinggi tanaman. Kelompok I dengan tinggi tanaman 14 – 19 cm, Kelompok II dengan tinggi tanaman 20 – 25 cm, Kelompok III dengan tinggi tanaman 26 – 31 cm.

3.4.3 Persiapan Media Tanam

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang sudah dikeringanginkan, diayak dan dibersihkan dari kotoran seperti batu dan akar-akar. Kemudian disterilisasi dengan cara pengukusan (pemanasan). Hal ini dilakukan agar hanya mikoriza yang diinokulasikan yang berkembang serta respon pertumbuhan yang terjadi hanya akibat perlakuan yang diberikan.

3.4.4 Pemindahan Bibit

Pemindahan bibit dari *polybag* kecil ke *polybag* yang lebih besar dilakukan untuk memberikan ruang yang cukup bagi akar bibit agar dapat berkembang dengan optimal. Proses pemindahan bibit ke *polybag* yang lebih besar dilakukan dengan teliti dan hati-hati untuk menghindari kerusakan pada bibit. Proses ini dimulai dengan menyiapkan *polybag* baru yang sudah diisi media gambut yang gembur, lalu bibit di letakkan di bagian tengah *polybag* yang diambil dengan hati-hati beserta tanah sebelumnya sehingga akarnya tidak terputus untuk meminimalisir stress pada bibit. Selanjutnya dilakukan pemadatan media tanam pada bibit dan bibit diletakkan di bawah naungan paranet yang telah disediakan.

3.4.5 Pemberian Perlakuan

Pemberian perlakuan mikoriza dilakukan bersamaan saat bibit pindah tanam ke *polybag* yang lebih besar. Inokulum mikoriza diberikan dengan cara dimasukkan ke dalam lubang tanam bersentuhan dengan akar bibit kopi Liberika sedangkan pemberian pupuk NPK 15-15-15 dilakukan 2 minggu setelah bibit pindah tanam dengan cara ditugal dengan kedalaman 3 cm di sekitar perakaran bibit. Perlakuan ini diberikan 2 bulan sebelum proses penyambungan dengan dosis sesuai perlakuan. Inokulum mikoriza yang digunakan berasal dari perakaran tanaman kopi lahan gambut di Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat koleksi Kartika *et al.*, (2022).

3.4.6 Pemeliharaan Bibit

Pemeliharaan bibit kopi Liberika meliputi penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari, yaitu pagi dan sore hari. Apabila turun hujan penyiraman tidak dilakukan. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma di sekitar tanaman menggunakan tangan

(manual) agar tidak mengganggu perakaran. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara manual apabila tingkat serangan ringan.

3.4.7 Persiapan Sungkup

Dalam pelaksanaan penelitian diperlukan sungkup sebagai tempat perlindungan bagi bibit kopi setelah penyambungan selama satu bulan. Pembuatan sungkup ini berukuran panjang 3,5 meter, lebar 1,5 meter, dan tinggi 1,3 meter. Rangka terbuat dari pipa PVC dan kayu ringan untuk struktur serta plastik transparan yang cukup kuat sebagai penutup untuk penutup seluruh area sungkup. Rangka dirangkai sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Setelah rangka selesai, rangka ditutup dari bagian atas, bawah dan sampingnya dengan plastik transparan. Setelah semua tertutup, sungkup diisi air. Penutupan dan pengisian air ini dilakukan agar sungkup dapat menahan suhu dan kelembapan yang ideal untuk menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bibit setelah penyambungan sehingga bibit kopi dapat beradaptasi dengan baik dan meningkatkan tingkat keberhasilan penyambungan selama periode perawatan.

3.4.8 Persiapan Batang Atas (*entres*)

Pengambilan batang atas (*entres*) dilakukan di kebun induk yang terletak di Desa Mekar Jaya, Kecamatan Betara, Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Entres* yang diambil merupakan batang *ortotrop* dalam keadaan pucuk dorman, karena tunas yang dorman akan memudahkan tanaman untuk fokus perbaikan jaringan dan penutupan luka di area penyambungan sehingga lebih efektif setelah penyambungan. *Entres* yang sudah diambil sekitar 20 cm selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik kedap air dengan sedikit tambahan air untuk menjaga kesegarannya sebelum disambung. Proses ini sangat penting agar *entres* tetap dalam kondisi baik, sehingga dapat berfungsi secara optimal saat disambungkan dengan batang bawah.

3.4.9 Proses Penyambungan

Proses penyambungan dilakukan pada saat bibit berumur 6 bulan. Penyambungan dilaksanakan melalui metode sambung celah, dengan panjang *entres* 15 cm dan panjang batang bawah 10 cm, kemudian bibit yang sudah disambung dipindahkan ke dalam sungkup yang suhu dan kelembabannya dijaga

untuk melindungi bibit dari stress lingkungan. Bibit dipindahkan dari tempat penyungkupan sekitar umur 4 minggu dan diletakkan di dalam rumah kaca yang sudah dinaungi dengan paranet 60%. Bibit kopi yang disambungkan diletakkan di dalam rumah kaca dan dipelihara secara optimal.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.5.1 Persentase Keberhasilan Penyambungan

Persentase keberhasilan penyambungan kopi Liberika adalah indikator penting untuk menilai efektivitas proses penyambungan bibit kopi. Pengamatan dilakukan setiap 4 minggu hingga bibit berusia 16 minggu setelah penyambungan, dengan cara menghitung jumlah bibit yang berhasil disambung. Data yang diperoleh kemudian dihitung dalam bentuk persentase menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah Penyambungan Berhasil}}{\text{Total Bibit Penyambungan}} \times 100 \%$$

3.5.2 Waktu Muncul Tunas Apikal

Pengamatan waktu muncul tunas (hari) diamati ketika tunas pertama muncul pada *entres* setelah proses penyambungan bibit.

3.5.3 Panjang Tunas

Panjang tunas diukur pada umur bibit 4 Minggu Setelah Penyambungan (MSP). Panjang tunas dilakukan setiap 2 minggu sekali dengan cara mengukur tinggi tunas apikal yang muncul dari titik terakhir penyambungan hingga titik tumbuh dengan menggunakan mistar dalam satuan sentimeter (cm). Pengukuran panjang tunas dilakukan sampai minggu ke-16.

3.5.4 Jumlah Daun

Pengukuran jumlah daun dilakukan setiap 2 minggu sekali dimulai pada minggu ke-4 sampai minggu ke-16 setelah penyambungan. Daun yang dihitung merupakan daun yang terbuka sempurna yaitu daun yang sudah mekar keseluruhannya pada setiap bibit kopi.

3.5.5 Persentase Infeksi Akar

Pengamatan infeksi akar terdiri dari dua tahap yakni pewarnaan akar dan tahap perhitungan infeksi akar mikoriza. Pengamatan persentase infeksi akar dilakukan setelah pengamatan pada minggu ke-16 setelah penyambungan. Perhitungan persentase infeksi akar mikoriza disajikan pada Lampiran 6.

3.6 Analisis Data

Untuk melihat respon masing-masing perlakuan yang diamati, data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji normalitas, uji sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf $\alpha = 5 \%$ menggunakan DSAATAT.

3.7 Data Penunjang

Data penunjang yang dibutuhkan yaitu suhu dan kelembaban di dalam sungkup dan di rumah kaca selama penelitian dan analisis tanah awal (N, P, K, C-organik dan pH).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Persentase Keberhasilan Sambung

Hasil sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi mikoriza pada berbagai dosis pupuk NPK yang memberikan pengaruh nyata terhadap keberhasilan sambung pucuk. Rata-rata persentase keberhasilan sambung pucuk bibit kopi Liberika disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata persentase keberhasilan sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Rata-rata
	0	25	50	75	100	
0 g	56,67 b B	56,67 b B	66,67 ab B	76,67 a B	76,67 a A	66,67
15 g	90 a A	100 a A	96,67 a A	93,33 a A	86,67 a A	93,33
Rata-rata	73,33	78,33	81,67	85	81,67	80

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan huruf kapital pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada bibit kopi tanpa mikoriza, persentase keberhasilan penyambungan meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk NPK, dengan nilai tertinggi pada dosis 75% dari rekomendasi. Namun, peningkatan dosis NPK dari 75% ke 100% rekomendasi tidak menyebabkan peningkatan keberhasilan penyambungan yang berbeda nyata, melainkan tetap sama dengan dosis 50% rekomendasi. Sebaliknya, pada bibit kopi yang diberi mikoriza, persentase keberhasilan penyambungan berbeda tidak nyata mulai dosis 0% hingga 100% rekomendasi, dan keberhasilan 100% diperoleh pada dosis NPK 25% rekomendasi. Selanjutnya, persentase keberhasilan penyambungan pada bibit kopi Liberika yang bermikoriza secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan bibit tanpa mikoriza pada setiap dosis pupuk NPK, kecuali pada dosis 100% rekomendasi.

4.1.2 Waktu Muncul Tunas Apikal

Hasil sidik ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh interaksi mikoriza pada berbagai dosis pupuk NPK yang memberikan pengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas apikal. Rata-rata waktu muncul tunas apikal

bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk bibit kopi Liberika dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata waktu muncul tunas apikal (hari) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Rata-rata
	0	25	50	75	100	
0 g	24,67 c B	23,67 bc B	22,33 bc B	20,67 ab B	19 a A	22,07
15 g	14,67 a A	14,67 a A	15 ab A	16,67 ab A	18,33 b A	15,87
Rata- rata	19,67	19,17	18,67	18,67	18,67	18,97

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan huruf kapital pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa pada bibit tanpa mikoriza, waktu muncul tunas apikal tercepat sekitar 19 hari diperoleh pada dosis 100% dari rekomendasi. Sebaliknya, pada bibit kopi yang diberi mikoriza, waktu muncul tunas sekitar 14,67 hari diperoleh pada bibit yang diberi mikoriza tanpa pupuk NPK. Namun, waktu muncul tunas apikal tetap sama pada peningkatan NPK dosis 25% hingga 100% rekomendasi. Selanjutnya, waktu muncul tunas apikal pada bibit kopi Liberika yang bermikoriza secara nyata lebih cepat dibandingkan dengan bibit tanpa mikoriza pada setiap dosis pupuk NPK.

4.1.3 Panjang Tunas Apikal (cm)

Hasil sidik ragam (Lampiran 9) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara mikoriza dengan pupuk NPK yang memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang tunas apikal. Rata-rata panjang tunas apikal bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk dapat dilihat pada Tabel 5.

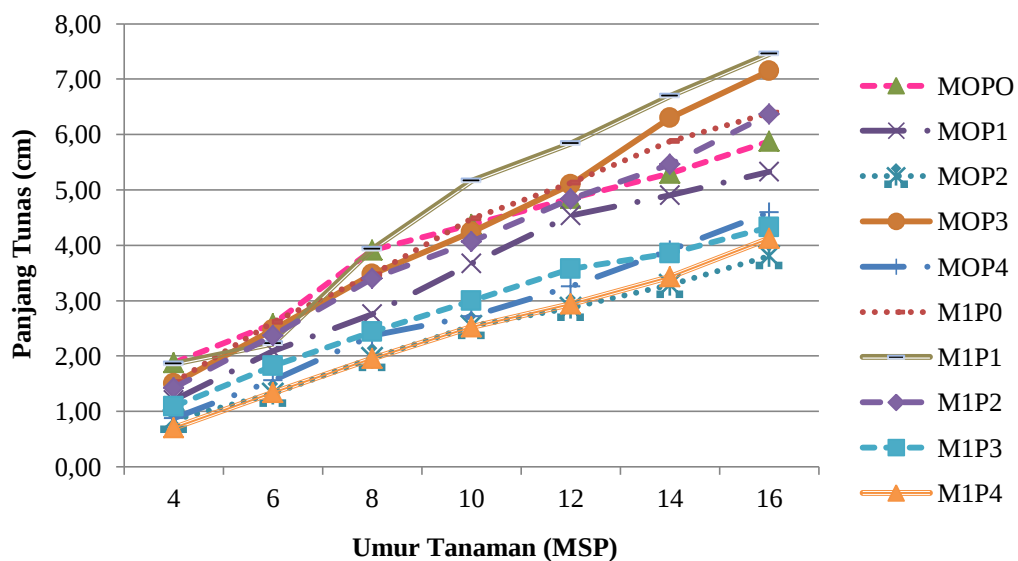
Tabel 5. Rata-rata panjang tunas apikal (cm) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Rata-rata
	0	25	50	75	100	
0 g	5,88 ab AB	5,33 ab AB	3,80 b B	7,15 a AB	4,59 ab B	5,35
15 g	6,39 ab AB	8,31 a A	6,37 ab AB	4,36 b B	4,12 b B	5,91
Rata-rata	6,13	6,82	5,08	5,76	4,36	5,63

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan huruf kapital pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada bibit yang tidak diberi mikoriza, panjang tunas tertinggi diperoleh pada dosis pupuk NPK sebesar 75% rekomendasi (7,15 cm). Namun, peningkatan dosis pupuk NPK dari 75% ke 100% rekomendasi tidak menyebabkan peningkatan panjang tunas bahkan menyebabkan penurunan panjang tunas. Sebaliknya, pada bibit yang diberi mikoriza, panjang tunas tertinggi dicapai pada dosis pupuk NPK 25% rekomendasi (8,31 cm), namun tidak berbeda nyata dengan pemberian pupuk NPK pada 0% dan 50% rekomendasi.

Untuk melihat laju pertumbuhan panjang tunas apikal bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK pada umur 4 sampai 16 MSP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik panjang tunas bibit apikal hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK pada umur 4 sampai 16 MSP.

Berdasarkan hasil pengamatan, terjadi peningkatan panjang tunas pada semua perlakuan dari umur 4 hingga 16 MSP. Bibit tanpa aplikasi mikoriza menunjukkan pertumbuhan panjang tunas yang relatif kecil, sehingga grafik pertumbuhannya selalu berada di bawah perlakuan lainnya. Sebaliknya, bibit yang diberi mikoriza mengalami peningkatan panjang tunas yang lebih signifikan. Perlakuan M1P1, yaitu pemberian mikoriza dengan pupuk NPK 25% rekomendasi, menunjukkan laju pertumbuhan tunas yang tinggi, grafik pertumbuhan yang stabil, serta pertambahan panjang tunas yang lebih baik dibandingkan perlakuan lain. Selama pengamatan 4 hingga 16 MSP, panjang tunas tertinggi dicapai pada perlakuan M1P1, sedangkan panjang tunas terendah ditemukan pada bibit tanpa mikoriza dengan dosis pupuk 50% rekomendasi (M0P2).

4.1.4 Jumlah Daun (helai)

Hasil sidik ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi mikoriza pada berbagai dosis pupuk NPK yang memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun. Namun, terdapat pengaruh nyata pada faktor tunggal pemberian mikoriza pada berbagai dosis pupuk NPK. Rata-rata jumlah daun bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk bibit kopi Liberika dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun (helai) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Rata-rata
	0	25	50	75	100	
0 g	7,33	8,67	6,13	6	6	6,83 b
15 g	9,6	8,27	8,73	7,29	6,27	8,03 a
Rata-rata	8,47	8,47	7,43	6,64	6,13	7,43

Tabel 6 menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza berbeda nyata terhadap jumlah daun kopi Liberika hasil sambung pucuk jika dibandingkan dengan bibit yang tidak diberi mikoriza pada semua taraf dosis pupuk NPK.

4.1.5 Persentase Infeksi Akar

Hasil sidik ragam (Lampiran 11) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara mikoriza dengan pupuk NPK yang memberikan pengaruh nyata terhadap

persentase infeksi akar. Rata-rata persentase infeksi akar pada sambung pucuk bibit kopi Liberika dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata persentase infeksi akar (%) bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk pada pemberian mikoriza di berbagai dosis pupuk NPK.

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Rata-rata
	0	25	50	75	100	
0 g	0 a B	0 a B	0 a B	0 a B	0 a B	0
15 g	66,67 a A	60 ab A	46,67 bc A	36,67 cd A	26,67 d A	47,33
Rata-rata	33,33	30	23,33	18,33	13,33	21

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada baris dan huruf kapital pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa pemberian berbagai dosis pupuk NPK berbeda nyata terhadap persentase infeksi akar bibit kopi Liberika yang bermikoriza. Pada bibit yang diberi mikoriza persentase infeksi akar tertinggi diperoleh pada bibit tanpa pemberian pupuk NPK dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 25% pupuk NPK. Peningkatan dosis NPK 25-100% menyebabkan penurunan persentase infeksi akar, dan terendah diperoleh pada dosis 100% rekomendasi.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan analisis data, aplikasi mikoriza (M) dan pupuk NPK (P) menunjukkan adanya interaksi terhadap variabel persentase keberhasilan sambung, waktu muncul tunas, panjang tunas dan persentase infeksi akar. Hal ini menunjukkan adanya sinergi antara mikoriza yang meningkatkan serapan hara, terutama fosfor, dan pupuk NPK yang menyediakan unsur hara makro esensial bagi proses sambung dan pertumbuhan awal tunas. Kombinasi keduanya memperbaiki kondisi fisiologis bibit sehingga mendukung proses penyatuan sambungan dan pertumbuhan awal yang lebih cepat. Selanjutnya, tidak terjadi interaksi antara mikoriza dan pupuk NPK, namun faktor tunggal pemberian mikoriza berpengaruh nyata terhadap variabel jumlah daun. Hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan mikoriza dalam meningkatkan penyerapan hara dan air, yang sangat penting pada fase awal pertumbuhan vegetatif.

Pada bibit tanpa aplikasi mikoriza, persentase keberhasilan sambung tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk NPK dosis 75% dari rekomendasi. Sementara itu, pada bibit yang diberi mikoriza, pemberian pupuk NPK dosis 25% dari rekomendasi sudah mampu meningkatkan persentase keberhasilan sambung hingga mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza dapat bersimbiosis secara efektif dengan sistem perakaran tanaman kopi Liberika, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dari pupuk NPK. Interaksi positif ini berkontribusi pada peningkatan persentase keberhasilan sambung bibit kopi Liberika secara nyata. Menurut hasil penelitian Pham *et al.*, (2020), mikoriza mampu membantu penyerapan unsur hara tanah terutama unsur fosfor menjadi lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza, kemudian Kartika *et al.*, (2021) menyatakan bahwa penambahan mikoriza pada bibit kopi Robusta yang disambung pucuk dapat meningkatkan persentase keberhasilan penyambungan. Mikoriza merupakan salah satu jenis mikroorganisme simbiotik yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Sementara itu, pupuk NPK menyediakan unsur hara makro yang esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang mendukung pertumbuhan, pembentukan energi, dan ketahanan tanaman terhadap stress pada saat penyambungan. Peningkatan penyerapan yang dilakukan oleh mikoriza berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik serta meningkatkan produksi cadangan makanan dan hormon yang diperlukan dalam proses penyambungan.

Menurut Duaja *et al.*, (2020), pertumbuhan tanaman meningkat karena percepatan pembelahan sel yang dipengaruhi oleh proses fotosintesis. Fotosintesis dapat berlangsung optimal jika transportasi hara dari tanah ke seluruh bagian tanaman berjalan dengan baik. Sambungan yang terbentuk dengan baik dalam teknik penyambungan memungkinkan hara yang diserap akar tersalurkan ke daun dan bagian tanaman lainnya. Sebaliknya, jika jaringan tanaman mengalami gangguan, proses metabolisme akan terganggu, menyebabkan biosintesis hormon tidak berjalan maksimal. Akibatnya, pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terhambat. Oleh karena itu, pemberian mikoriza dan pupuk NPK pada bibit kopi yang disambung pucuk menunjukkan persentase keberhasilan yang

lebih tinggi dibandingkan dengan bibit tanpa pemberian mikoriza. Hal ini disebabkan bibit tanpa mikoriza memiliki pertumbuhan yang agak lambat karena cadangan makanan dan kandungan hormon kurang memadai untuk pemulihan luka pada saat penyambungan sehingga transportasi hara akar ke bagian tanaman lainnya tidak optimal. Dengan demikian, pemberian mikoriza dapat menghemat penggunaan pupuk NPK sampai 75 %.

Pada bibit tanpa mikoriza, waktu muncul tunas tercepat diperoleh pada dosis pupuk 100% rekomendasi, sedangkan pada bibit yang diberi mikoriza waktu muncul tunas tercepat diperoleh pada bibit tanpa pemberian pupuk NPK. Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza dapat mengoptimalkan mobilisasi dan pemanfaatan nutrisi endogen yang telah tersedia di media tanam, sehingga memfasilitasi pertumbuhan awal bibit secara efisien. Selain peningkatan ketersediaan P, mikoriza juga memfasilitasi penyerapan nutrisi esensial lainnya seperti nitrogen, kalium, dan elemen mikro, serta menghasilkan fitohormon seperti auksin dan sitokinin yang secara langsung meregulasi pembelahan sel, diferensiasi, dan perkembangan tunas (Basri, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian Kartika dan Gusniwati (2019), pada bibit kopi robusta hasil grafting, bibit yang bermikoriza memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi karena memiliki cadangan makanan dan kandungan hormon yang lebih tinggi, sehingga mempercepat munculnya tunas dibandingkan bibit kopi robusta yang tidak bermikoriza. Pada bibit bermikoriza terdapat kesamaan waktu muncul tunas apikal pada perlakuan dosis 0% dan 25% pupuk NPK (14,67 hari). Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan nutrisi esensial untuk inisiasi dan perkembangan tunas apikal telah terpenuhi secara optimal oleh mikoriza, sehingga penambahan pupuk NPK pada dosis 25% tidak menghasilkan perbedaan signifikan. Secara fisiologis, mikoriza secara efisien memfasilitasi penyerapan hara (utamanya Fosfor dan Nitrogen) yang penting bagi proses metabolisme seluler seperti sintesis ATP, protein, dan asam nukleat, yang merupakan fondasi pembelahan serta diferensiasi sel di meristem apikal sehingga bibit telah mencapai kondisi kecukupan nutrisi, di mana penambahan NPK pada dosis tersebut tidak lagi menjadi faktor pembatas yang mampu mempercepat laju fisiologis pembentukan tunas secara terukur (Waruwu *et al.*, 2024).

Pada perlakuan tanpa mikoriza peningkatan panjang tunas apikal tertinggi dicapai pada dosis 75% rekomendasi sementara itu pada bibit yang diberi mikoriza, panjang tunas apikal tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk NPK 25% rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza dapat membantu meningkatkan pertumbuhan tunas dan menekan penggunaan pupuk NPK, terutama pada kondisi ketersediaan nutrisi yang terbatas. Menurut Supriyanto dan Yulianto (2022) pertumbuhan tunas merupakan sintesis zat pengatur tumbuh (terutama Auksin) dan zat pengatur tumbuh tersebut menstimulasi pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel pada ujung pucuk (tunas) sehingga akan mempengaruhi pemanjangan tunas pada tanaman. Untuk mendukung pertumbuhan tunas yang optimal, diperlukan pasokan unsur hara yang cukup. Pupuk NPK berperan dalam memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman, sementara mikoriza membantu meningkatkan efisiensi penyerapan hara dengan memperluas area penyerapan akar melalui jaringan hifa. Jaringan ini meningkatkan ketersediaan nitrogen (N) untuk sintesis protein, fosfor (P) untuk pembentukan ATP dan dinding sel, serta kalium (K) yang berperan dalam regulasi osmotik dan aktivitas enzim, selain itu mikoriza juga dapat menghasilkan hormon seperti auksin dan sitokin yang berperan dalam pemanjangan tunas (Basri, 2018). Peningkatan ketersediaan hara dan hormon mendukung pembelahan dan pemanjangan sel pada tunas, sehingga mempercepat pertumbuhan tunas pada masa penyambungan.

Pada grafik pertumbuhan panjang tunas, terlihat bahwa perlakuan kombinasi mikoriza dan dosis pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang tunas bibit apikal hasil sambung pucuk pada umur 4 hingga 16 MSP. Peningkatan panjang tunas yang lebih signifikan pada bibit yang diberi mikoriza dikarenakan panjang tunas merupakan hasil langsung dari pembelahan dan perpanjangan sel yang intensif pada meristem apikal. Mikoriza secara efisien meningkatkan penyerapan air dan nutrisi esensial seperti Fosfor (P) dan Nitrogen (N). Fosfor sangat vital untuk sintesis ATP (energi), asam nukleat, dan fosfolipid membran, sedangkan nitrogen merupakan komponen utama protein dan enzim. Ketersediaan nutrisi dan air yang lebih baik ini secara langsung mendukung laju mitosis dan perpanjangan sel yang tinggi, memfasilitasi ekspansi sel dan pertumbuhan aksial

yang cepat, sehingga menghasilkan tunas yang lebih panjang. Selain itu, mikoriza juga berperan dalam merangsang produksi hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin, yang mempercepat proses pembelahan dan pemanjangan sel pada tunas (Kartika dan Gusniwati, 2019). Pemberian mikoriza 15 gram dengan pupuk 25% rekomendasi menghasilkan pertumbuhan tunas tertinggi secara konsisten pada setiap pengamatan, sementara dosis NPK 75-100 % rekomendasi justru menunjukkan pertumbuhan tunas yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh menurunnya penyerapan unsur hara oleh mikoriza ketika pupuk NPK tersedia dalam jumlah cukup atau berlebih, karena tanaman tidak lagi bergantung pada mikoriza untuk memperoleh nutrisi. Ketersediaan pupuk yang tinggi memungkinkan tanaman menyerap unsur hara secara langsung tanpa bantuan mikoriza, sehingga kolonisasi dan aktivitas mikoriza di akar menjadi berkurang. Selain itu, perlakuan tanpa mikoriza (M0) dengan berbagai dosis NPK juga menghasilkan pertumbuhan tunas yang relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan yang dikombinasikan dengan mikoriza, yang menegaskan peran penting mikoriza dalam mendukung pertumbuhan tunas tanaman.

Persentase infeksi akar oleh mikoriza adalah ukuran keberhasilan simbiosis antara mikoriza dan akar tanaman. Persentase infeksi akar tertinggi tercatat pada dosis NPK 0 g/polybag dan menurun seiring dengan peningkatan dosis NPK. Ini menunjukkan bahwa mikoriza lebih efektif menginfeksi akar pada kondisi tanah yang kurang unsur hara. Harahap *et al.*, (2018) mengungkapkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan serapan nitrogen dan fosfor pada lahan yang mengalami cekaman kekeringan dan kandungan hara rendah. Arisandi *et al.*, (2019) juga menjelaskan bahwa lama penyebaran infeksi mikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, termasuk suhu tanah, kadar air, pH, kandungan bahan organik, intensitas cahaya, ketersediaan unsur hara, serta keberadaan logam berat. Oleh karena itu, rendahnya persentase infeksi akar dapat disebabkan oleh tercukupinya unsur hara, khususnya fosfor pada media tanam sehingga mikoriza kurang efektif bersimbiosis dengan akar.

Proses infeksi mikoriza pada akar dimulai dengan perkecambahan spora di dalam tanah, diikuti oleh pertumbuhan hifa yang menembus akar tanaman dan berkembang di dalam korteks. Pada akar yang telah terinfeksi, terbentuk struktur

seperti arbuskular, vesikula, serta hifa internal yang tersebar di antara sel-sel korteks, sementara hifa eksternal berperan dalam memperluas daerah serapan unsur hara dan air (Basri, 2018). Semakin banyak hifa yang berhasil menembus akar, semakin besar jaringan hifa eksternal yang terbentuk, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan hara. Efektivitas infeksi mikoriza sangat bergantung pada faktor seperti efisiensi dan viabilitas spora, kompatibilitas dengan tanaman inang, kondisi tanah, serta faktor lingkungan tempat tanaman tumbuh. (Basri, 2018) juga menyatakan bahwa tingkat asosiasi antara tanaman dan mikoriza dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis dan varietas tanaman, jenis tanah, serta kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu. Setiap jenis tanah menunjukkan respons yang berbeda terhadap peningkatan dosis mikoriza, namun secara umum, pemberian mikoriza mampu meningkatkan persentase infeksi akar dibandingkan dengan perlakuan tanpa mikoriza. Selain itu, mikoriza berperan dalam meningkatkan kesehatan perakaran dengan memperbaiki struktur tanah di sekitar akar, sehingga memungkinkan akar berkembang lebih optimal, menciptakan lingkungan yang lebih optimal bagi pertumbuhan tanaman yang disambung dan mengurangi risiko serangan penyakit.

Pada variabel jumlah daun, faktor tunggal mikoriza memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun. Pada bibit yang diberi mikoriza, jumlah daun tertinggi diperoleh pada bibit tanpa pemberian pupuk NPK. Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti peningkatan jumlah daun, tanpa adanya interaksi yang signifikan dengan pupuk NPK. Penelitian Thamrin *et al.*, (2020) melaporkan bahwa pemberian berbagai dosis pupuk NPK tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun. Hal ini diduga karena cadangan nutrisi dalam kotiledon masih mencukupi untuk pertumbuhan awal bibit, sehingga tambahan pupuk NPK tidak memberikan efek yang nyata. Menurut Prastuti dan Wiraguna (2024) efisiensi pemupukan yang sesuai kebutuhan dapat dicapai jika pupuk diberikan dalam jumlah yang sesuai kebutuhan tanaman, tidak berlebihan dan tidak kekurangan. Jika pupuk diberikan dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Penambahan pupuk NPK mungkin tidak memberikan peningkatan pertumbuhan yang signifikan jika kebutuhan hara

tanaman sudah terpenuhi. Selain itu, ketidakseimbangan atau kelebihan unsur hara tertentu dapat menghambat penyerapan unsur hara lainnya, yang dapat mempengaruhi pertumbuhan daun.

Nasrullah *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, jenis tanaman, faktor genetik dan dosis aplikasi dapat mempengaruhi efektivitas mikoriza dan pupuk NPK dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman termasuk jumlah daun. Menurut penelitian Trisilawati *et al.*, (2012) pemberian mikoriza dan pengurangan dosis pemupukan NPK tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang. Meskipun demikian, mikoriza tetap berperan dalam meningkatkan efisiensi pemupukan, sebagaimana dilaporkan oleh Ferry dan Rusli (2014) yang menyatakan bahwa inokulasi mikoriza dapat mengurangi kebutuhan pupuk atau meningkatkan efisiensi pemupukan pada bibit kopi robusta. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pada perlakuan tanpa inokulasi mikoriza, pertumbuhan optimal dicapai dengan dosis pupuk 100%, sementara dengan inokulasi mikoriza, pertumbuhan optimal sudah dapat tercapai pada dosis pupuk yang lebih rendah, yaitu 25–50%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun mikoriza tidak secara langsung meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam jangka pendek, keberadaannya tetap memberikan manfaat dalam mengoptimalkan pemanfaatan unsur hara dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.

Menurut Lakitan (2012), tanaman memperoleh sebagian besar nutrisi dari larutan tanah melalui akar, kecuali karbon dan oksigen yang diperoleh dari atmosfer melalui fotosintesis. Pertumbuhan akar dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, air, serta karakteristik fisik dan kimia tanah. Faktor tunggal pupuk NPK berfungsi menambah unsur hara, sedangkan mikoriza melindungi akar dari patogen, memperbaiki struktur tanah, menghasilkan hormon, dan memperkuat perakaran. Berdasarkan analisis tanah awal (Lampiran 12), tanah gambut yang digunakan memiliki pH 3,88, kandungan C/N 28,51, N-total 1,34%, P-tersedia 22,83 ppm, dan K-tersedia 36,55 ppm. Kondisi pH yang rendah menyebabkan ketersediaan unsur hara terbatas, sehingga diperlukan perlakuan untuk meningkatkannya agar pertumbuhan vegetatif, pembentukan daun, dan perkembangan akar tanaman dapat berlangsung secara optimal.

Tanaman kopi Liberika memerlukan kombinasi yang tepat antara ketersediaan unsur hara makro dan mikro serta kondisi iklim yang optimal untuk mencapai pertumbuhan dan produktivitas maksimal. Suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman kopi, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada tanaman, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat pertumbuhan. Selain suhu, kelembapan juga berperan penting dalam pertumbuhan tanaman kopi karena tanaman memerlukan kelembapan yang cukup untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan. Selama penelitian, suhu dalam kumbung dan di ruangan berkisar antara 24,8°C hingga 35,6°C (Lampiran 13). Menurut Supriadi *et al.*, (2018), suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi Liberika berada pada rentang 21°C hingga 30°C dan kelembapan udara yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi adalah 70-89%. Kelembapan ruangan selama penelitian tercatat antara 55% hingga 99% (Lampiran 14).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat interaksi antara mikoriza dan pupuk NPK pada berbagai dosis terhadap persentase keberhasilan sambung, waktu muncul tunas, panjang tunas, dan persentase infeksi akar. Namun, tidak terdapat interaksi antara keduanya terhadap variabel jumlah daun.
2. Aplikasi mikoriza dosis 15 gram dan pupuk NPK dosis 25% dari rekomendasi merupakan perlakuan terbaik yang mampu meningkatkan persentase keberhasilan sambung sekaligus mendukung pertumbuhan waktu muncul tunas, panjang tunas, dan persentase infeksi akar bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk meningkatkan keberhasilan sambung dan pertumbuhan bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk, disarankan menggunakan mikoriza dengan dosis 15 gram dan pupuk NPK sebesar 25% dari dosis rekomendasi. Perlu dilakukan pengamatan jangka panjang pada fase pertumbuhan lanjutan setelah sambung pucuk untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi mikoriza dan pupuk NPK terhadap variabel pertumbuhan sekunder yang lain. Selain itu, pengujian di lapangan juga disarankan guna memastikan bahwa hasil yang diperoleh di kondisi pembibitan (*polybag*) dapat diterapkan secara efektif pada kondisi lapangan yang memiliki faktor lingkungan lebih kompleks dan beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, P. M., Miharja, E. J., dan Widiastuti, T. 2020. Liberica Coffee Farmers Group Communication Pattern for Support of Sukorejo Ecotourism. WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi, 19(1): 82.
- Andrade, S. A. L., Mazzafera, P., Schiavinato, M. A., dan Silveira, A. P. D. 2009. Arbuscular mycorrhizal association in coffee. Journal of Agricultural Science, 147(2): 105–115.
- Arief, M. C. W., Tarigan, M., Saragih, R., Lubis, I., dan Rahmadani, F. 2011. Panduan Sekolah lapang Budidaya Kopi Konservasi, Berbagi Pengalaman dari Kabupaten Dairi Provinsi Sumatra Utara.
- Arisandi, C. A., Nurhatika, S., dan Muhibuddin, A. 2019. Pengaruh Waktu Inokulasi Mikoriza Arbuskular Pada Campuran Media AMB-0K dan Pasir Pantai Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* var. *Somporis*). Jurnal Sains Dan Seni ITS, 8(2): 38–42.
- Astiko, W., Isnaini, M., Fauzi, M. T., dan Muthahanas, I. 2021. Konsentrasi Hara, Serapan Hara dan Pertumbuhan pada Beberapa Varietas Kedelai dengan Aplikasi Paket Pemupukan Pupuk Hayati Mikoriza, Bahan Organik dan Anorganik di Lahan Kering. Prosiding Seminar Nasional, 279–288.
- Badan Pusat Statistik Tanjung Jabung Barat. 2023. Luas Areal, Produksi dan Produktivitas Kopi Liberika di Kabupaten Tanjung Jabung Barat.
- Bargumono, H., dan Maryana. 2020. Dasar - dasar Teknik Budidaya Tanaman. Gosen Publishing.
- Basri, A. H. H. 2018. Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian. Agrica Ekstensia, 12(2): 74–78.
- Bolly, Y. Y., dan Wahyuni, Y. 2021. Efektifitas Penggunaan Cendawan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Sambung Pucuk (*Theobroma cacao* L.) Di Kabupaten Sikka. Agrica, 14(1): 83–90.
- Budiman, H. 2013. Prospek Tinggi Bertanam Kopi. Pustaka Baru Press.
- Damayanti, A. E., Wirjatmadi, B., dan Sumarmi, S. 2023. Benefits of Coffee Consumption in Improving the Ability to Remember (Memory). Media Gizi Kesmas, 12(1): 463–468.
- Daras, U., Sobari, I., Trisilawati, O., dan Towaha, J. 2015. Effect of Mycorrhiza and NPKmg Fertilizers on Growth and Production of Arabica Coffee. Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar, 2(2): 91–98.
- Daras, U., Trisilawati, O., dan Sobari, I. 2013. Pengaruh Mikoriza dan Amelioran terhadap Pertumbuhan Benih Kopi. 145–156.
- Deswita, R., Wulandari, M., Hidayat, M., Roslainy, dan Zuraidah. 2022.

- Hubungan mikoriza terhadap tumbuhan lignosus di kawasan kebun kopi Desa Toweren antara Kabupaten Aceh Tengah. Prosiding Seminar Nasional Biotik, 74–78.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Statistik Perkebunan Indonesia 2012-2014. Kopi. 81 hlm.
- Duaja, M., Kartika, E., dan Gusniwati. 2020. Pembiakan Tanaman Secara Vegetatif. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi.
- Ferry, Y., dan Rusli. 2014. Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pemupukan NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi Robusta di Bawah Tegakan Kelapa Produktif. Jurnal Littri, 20(1): 27–34.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press.
- Gusfarina, D. 2014. Mengenal kopi Liberika tunggal komposit (Libtukom). Raja Grafindra Persada.
- Harahap, L. H., Hanafiah, A. S., dan Guchi, H. 2018. Efektifitas Pemberian Mikoriza Terhadap Serapan Hara N dan P Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis Muell.*) Pada Lahan Dengan Cekaman Kekeringan Yang Telah Diberi Bahan Organik Di Desa Aek Godang Kecamatan Hulu Sihapas Kabupaten Padang Lawas Utara. Jurnal Agroekoteknologi FP USU, 6(1): 167–173.
- Hartmann, H., DE Kester, dan FT Davies, and R. G. 2002. Perbanyakan Tanaman: Prinsip dan Praktek. Prentice-Hall, Englewood CLIFFS.
- Hulupi. 2014. Libtukom: Varietas Kopi Liberika Anjuran untuk Lahan Gambut. Jember: Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia, pp. (26)1: 1–6.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2023. *Coffea liberica*. <https://www.gbif.org>.
- Kafrawi, K., Arif, R., A Kahrir, A. M. S., Nildayanti, N., Kumalawati, Z., dan Suriansyah, S. 2020. Penyiraman Media Tanam Sambung Pucuk Kopi (*Coffea sp*) Pada Berbagai Konsentrasi PGPR. Agroplantae: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan, 9(2): 49–59.
- Kartika, E., Duaja, M. D., dan Gusniwati. 2022. Responses of Mycorrhizal Liberica Coffee Plants in Peatlands To the. 9(2): 178–192.
- Kartika, E., Duaja, M. D., dan Gusniwati. 2024. Spesifik Pada Aplikasi Mikoriza Dan Pupuk Anorganik Di Lahan Gambut Production Of Intra- And Inter-Specific Grafted Liberica Coffee Plant On Mycorrhiza And Inorganic Fertilizers Application In Peat Land. 11(1): 91–106.
- Kartika, E., dan Gusniwati. 2019. Tingkat Keberhasilan Sambungan Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea robusta L.*) Hasil Grafting Pada

- Pemberian Berbagai Jenis Mikoriza dan Ketinggian Batang Bawah. *Biospecies*, 12(2): 9–19.
- Kartika, E., Gusniwati, dan Duaja, M. D. 2021. Respons bibit kopi Liberika hasil sambung pucuk dengan kopi Robusta pada berbagai panjang entres dan inokulasi mikoriza. *Jurnal AGRO*, 8(2): 164–177.
- Kavitha, T., dan Nelson, R. 2013. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the rhizosphere of *Helianthus annuus* L. *J. Agric. dan Environ. Sci.*, 13(7): 982–987.
- Lakitan, B. 2012. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan* (14th ed.). Raja Grafindra Persada.
- Manullang, W. (2021). Efektifitas Penggunaan Naungan Terhadap Perkecambahan Benih Kopi Robusta. *Agrica Ekstensi*, 15(2).
- Najiyati, S., dan Danarti. 2004. *Kopi Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Penebar Swadaya.
- Nasrullah, Nurhayati, dan Marlia, A. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk NPK (16:16:16) dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Media Tumbuh Subsoil. *Jurnal Agrium*, 12(2): 56–62.
- Pham, T. T., Giang, B. L., Nguyen, N. H., Yen, P. N. D., Hoang, V. D. M., Ha, B. T. L., dan Le, N. T. T. 2020. Combination of Mycorrhizal Symbiosis and Root Grafting Effectively Controls Nematode in Replanted Coffee Soil. *Journal Plants*, 9(555): 1–11.
- Prastowo, B. Karmawati, E. Rubijo. Siswanto. Indrawanto, C. dan Munarso, S. J. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Prastowo, N., Roshetko, J. M., Maurung, G. E. S., dan Tukan, J. M. 2006. *Teknik Pembibitan dan Perbanyakan Vegetatif Tanaman Buah*. World Agroforestry Center, 100.
- Prastuti, A. K., dan Wiraguna, E. 2024. Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(2): 119–122.
- Purnama, Rizsky, Febriana, dan Rahmi. 2023. Pengaruh Pemberian Bahan Organik (Pupuk Kandang) dan Pupuk NPK. *Biram Samtani Sains*, 7(1): 47–52.
- Puslitkoka (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao). 2016. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*.
- Rahardjo, P. 2021. *Panduan Berkebun Kopi*. Penebar Swadaya.
- Randriani, E., dan Dani. 2018. *Pengenalan Varietas Unggul Kopi* (2nd ed.). Indonesian Agency For Agricultural Research And Development (IAARD)

Press.

- Rokhani, I. P., Waluyo, S., dan Erdiansyah, N. P. 2016. Pertumbuhan Stek Kopi Liberika (*Coffea liberica* W. Bull Ex. Hier) pada Tiga Bahan Stek dan Empat Konsentrasi IBA. *Jurnal Pertanian*, 5(2): 28–48.
- Rokhminarsi, E., Darini Sri Utami, Wilis Cahyani, dan Okti Herliana. 2022. Pemanfaatan Mikoriza-Trichoderma dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Vitamin C Kubis Bunga. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(3): 140–147.
- Sitompul, S.M., dan Guritno B. (1995). Analisis pertumbuhan tanaman. Gajah Mada University Press.
- Said, I. (2017). Warung Kopi dan Gaya Hidup Modern. *Jurnal Al-Khitabah*, 3(1), 33–47.
- Santoso, B. B. 2008. Teknik Pembibitan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). In *CropAgro*. 1(2)
- Santoso, D. H., Sufardi dan Syakur. 2013. Limbah Kopi, EM-4 dan Mikoriza untuk Meningkatkan Kualitas dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Gayo-1 (*Coffea arabica* L.). Aceh Tengah. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*, 3(1): 421.
- Sirait, G., Hasairin, A., dan Edi, S. 2022. Mengenal Spora Mikoriza Hutan Kampus Universitas Negeri Medan.
- Siregar, E., dan Nurbaiti. 2018. Pengaruh Naungan dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). 66: 1–12.
- Smith, J. E. 2009. Mycorrhizal Symbiosis. *Soil Science Society of America Journal*, 73(2): 694–694.
- Sugiarti, L., dan Taryana, Y. 2018. Pengaruh pemberian takaran fungi mikoriza arbuskular (FMA) terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal AGRO*, 5(1): 61–65.
- Supriadi, H., Ferry, Y., dan Ibrahim, M. S. D. 2018. Teknologi Budidaya Kopi. Indonesian Agency For Agricultural Research And Development (IAARD) Press.
- Supriyanto, E. A., dan Yulianto, W. 2022. Pengaruh Konsentrasi ZPT Auksin dan Panjang Entres Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Alpukat (*Persea americana* L.). *Jurnal Inovasi Pertanian*, 24(1): 75–86.
- Suwandi. 2015. Petunjuk Teknis Perbanyak Tanaman dengan Cara Sambungan. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Tambing Y. 2004. Respons Pertautan Sambung Pucuk dan Pertumbuhan Bibit Mangga Terhadap Pemupukan Nitrogen pada Batang Bawah. *J. Agrisains* 5 (3): 141-147.

- Tambing, Y., dan Hadid, D. A. 2008. Keberhasilan Pertautan Sambung Pucuk Pada Mangga Dengan Waktu Penyambungan Dan Panjang Entris Berbeda. *J. Agroland*, 15(4): 296–301.
- Thamrin, S., Junaedi, J., dan Irmayana, I. 2020. Respon Pemberian Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea robusta*). *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan*, 9(1): 40–48.
- Tirtawinata, M. 2003. Kajian Anatomi dan Fisiologi Sambungan Bibit Manggis Dengan Beberapa Anggota Kerabat *Clusiaceae*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Trisilawati, O., Towaha, J., dan Daras, U. 2012. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jambu Mete Muda. *Buletin RISTRI*, 3(1): 91–98.
- Vural, U., Dumanoglu, H., dan Erdogan, V. 2008. Effect of grafting/budding techniques and time on propagation of black mulberry (*Morus nigra* L.) in cold temperate zones. *Propagation of Ornamental Plants*, 8(2): 55–58.
- Waruwu, A. B. S., Mendrofa, P. K. T., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur : Jamur Mikoriza Sebagai Mitra Mikroorganisme yang Meningkatkan Serapan Nutrisi Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 170–176.
- Widawati, S., dan Suliasih. 2020. Comprehensive test of rhizobacteria as biostimulant, vesicular arbuscular mycorrhizza (VAM) and graded dose of NPK fertilizer on the growth of bok choy (*Brassica rapa* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 572(1).
- Yang, Y., Mao, L., Jittayasothorn, Y., Kang, Y., Jiao, C., Fei, Z., dan Zhong, G. Y. 2015. Messenger RNA exchange between scions and rootstocks in grafted grapevines. *BMC Plant Biology*, 15(1): 1–14.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Kopi Liberika Tungkal Jambi

Nama varietas	: Kopi Liberika Tungkal Komposit (Libtukom)
Tipe Pertumbuhan	: Pohon, habitus tipe tinggi, diameter tajuk 3.5 – 4 meter, tinggi tanaman jika dibiarkan tumbuh melancur dapat mencapai 5 meter atau bahkan lebih
Biji	: Biji berbentuk membulat oval, panjang 0.83–1.10 cm, lebar 0.61 cm, rendemen 9.03%, persentase biji normal 50–80%.
Citarasa	: Nilai kesukaan (preferensi) rata-rata mencapai 7 (mutu citarasa bagus).
Potensi produksi	: Rata-rata 909 g kopi biji/pohon/tahun atau setara dengan 950 kg biji kopi ha ⁻¹ dengan jumlah populasi 900 – 1000 tanaman.
Ketahanan terhadap hama/penyakit utama	: Tahan – agak tahan terhadap penyakit karat daun dan tahan – agak tahan penggerek buah kopi
Daerah adaptasi	: Dataran rendah (< 700 m dpl) tetapi juga mampu beradaptasi di lahan Gambut.

Keragaman tanaman berdasarkan 5 tipe daun dan buah, yaitu sebagai berikut :

1. Tipe pertama : ukuran daun sedang, pupus daun berwarna hijau muda, ujung daun runcing, buah bulat , diskus datar lebar, ruas antar dompolan buah sedang, kelebatan buah sedang.
2. Tipe kedua : ukuran daun besar, lebar daun sempit, ujung meruncing, ukuran buah besar bentuk oval, diskus besar menonjol, ruas cabang sedang, buah lebat.
3. Tipe ketiga : ukuran daun seukuran daun nangka ujung runcing, buah berbentuk oval dengan diskus kecil menonjol, buah lebat dengan ruas sangat pendek.
4. Tipe keempat : ukuran daun sedang, ujung runcing, buah bulat besar diskus menonjol, ruas antar dompolan pendek, buah sangat lebat
5. Tipe kelima : ukuran sedang, buah berukuran sedang dengan diskus menonjol tinggi, dompolan buah rapat, kelebatan buah sedang

Sumber : Randriani dan Dani, 2018

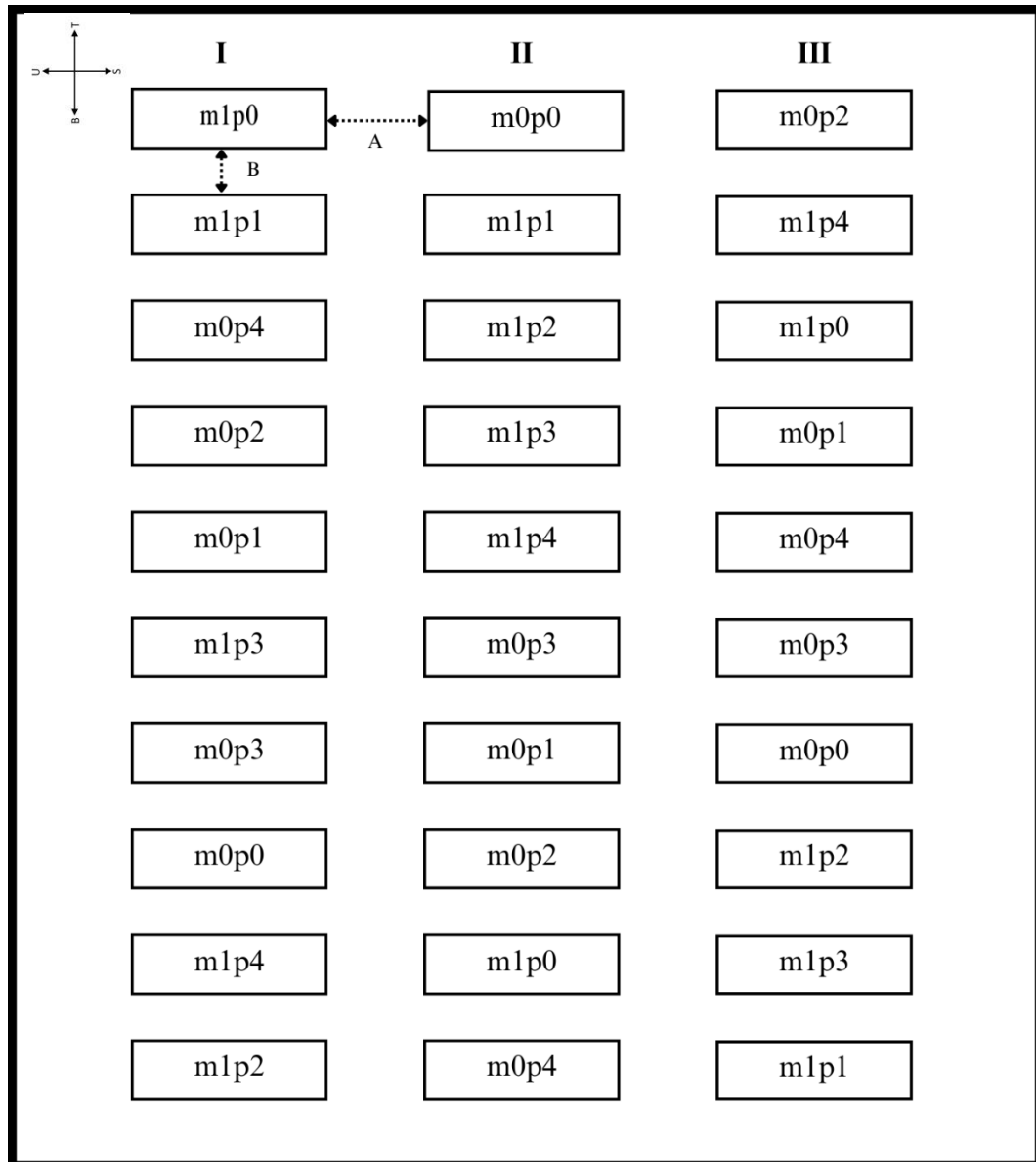
Lampiran 2. Deskripsi Kopi Liberika Berdasarkan Umur Bibit

Kriteria bibit kopi umur 4- 6 bulan sebagai berikut :

Uraian	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Jumlah Daun (Helai)
Baik (A)	> 12	> 3,0	> 11
Sedang (B)	8 – 10	1,5 – 2,0	10-8
Kurang Baik (C)	< 8	< 1,5	< 8

Sumber : Rahardjo (2021).

Lampiran 3. Tata Letak Percobaan Dalam RAK



Keterangan :

m₀, m₁, m₂, m₃, m₄, p₀, : Perlakuan

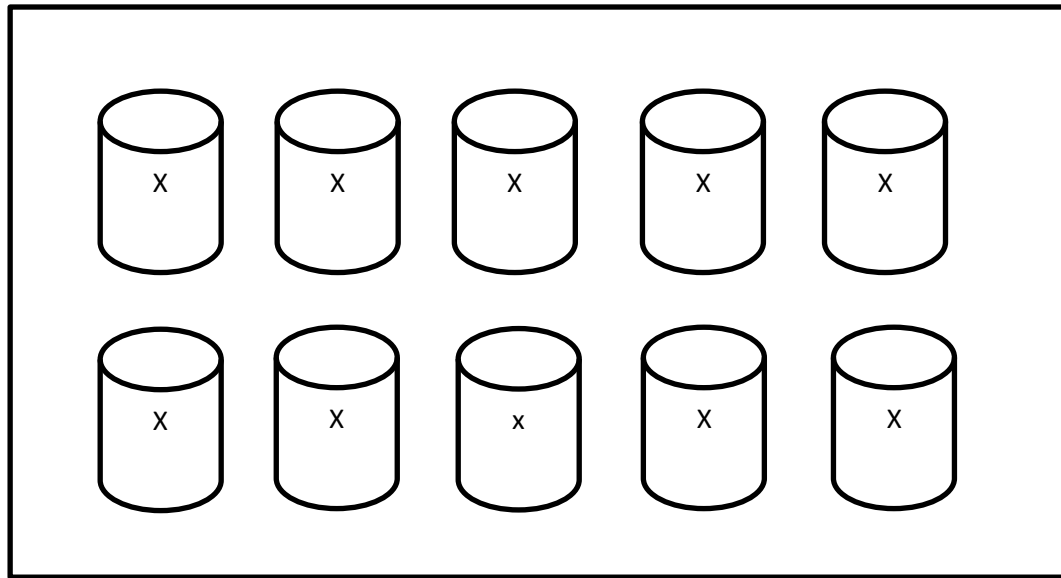
p₁, p₂, p₃ dan p₄

I, II dan III : Kelompok

A : Jarak antar kelompok (50 cm)

B : Jarak antar perlakuan (20 cm)

Lampiran 4. Denah Satuan Percobaan



Keterangan :

Jumlah bibit perlakuan : 10 tanaman
Jumlah sampel : 5 tanaman
X : Bibit kopi Liberika
Jarak antar tanaman : 10 cm
Jarak antar Perlakuan : 20 cm
Jarak antar Kelompok : 50 cm

Lampiran 5. Tabel Dosis Pemupukan

Umur Bibit (Bulan)	Dosis NPK (gr tanaman ⁻¹)
3	10
5	20
7	30
9	40
12	50

Sumber : Puslitkoka (2016).

Pemupukan sebaiknya dilakukan dengan cara menugal media tanam di kedalaman 3-5 cm dengan jarak 10 – 15 cm dari batang bibit dan ditutup kembali untuk menghindari pencucian pupuk. Pada saat curah hujan tinggi, pemupukan sebaiknya dilakukan lebih dari dua kali untuk memperkecil resiko hilangnya pupuk karena pencucian.

Lampiran 6. Prosedur dan Perhitungan Akar Terinfeksi Mikoriza

Pengamatan kolonisasi CMA pada akar tanaman contoh dilakukan melalui teknik pewarnaan akar (staining akar). Metode yang digunakan adalah metode Kormanik dan McGraw (1982) sebagai berikut :

- a. Akar-akar segar dipilih dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Contoh akar direndam dalam larutan KOH 10% sampai akar menjadi jernih (selama 24 jam)
- b. Larutan KOH kemudian dibuang dan contoh akar dicuci dengan air mengalir selama 5-10 menit, apabila akar masih nampak berwarna kehitaman selanjutnya direndam dengan larutan H₂O₂ 10% selama 1-2 menit.
- c. Contoh akar direndam dalam larutan HCl 5 % selama 30 menit. kemudian larutan tersebut dibuang dengan mengalirkannya secara perlahan-lahan.
- d. Contoh akar direndam dalam larutan staining (Trypan blue 0.05 %) dan dipanaskan pada plat pemanas selama 10 menit atau direndam selama 24 jam.
- e. Larutan Trypan blue dibuang dan diganti dengan larutan lacto glycerol untuk proses destaining. Selanjutnya contoh akar siap diamati.
- f. Penghitungan persentase kolonisasi akar menggunakan metode panjang slide (*slide length*) dari Giovanetti dan Mosse (1980). Secara acak potongan-potongan akar yang telah diwarnai diambil dengan panjang ± 1 cm sebanyak 10 potongan akar dan disusun dalam preparat slide. Kolonisasi akar ditandai dengan adanya hifa, vesikula, arbuskula atau salah satu dari ketiganya. Setiap bidang pandang (*field of view/fov*) mikroskop yang menunjukkan tanda kolonisasi diberi simbol (+) dan yang tidak (-). Jumlah bidang pandang yang akan diamati sebanyak 10 buah per 1 potongan akar. Menurut persentase kolonisasi akar dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ kolonisasi} = \frac{\Sigma \text{field of view (+)}}{\Sigma \text{field of view}} \times 100 \%$$

Keterangan :

Larutan staining yang terdiri atas : 100 ml asam laklat, 100 ml gliserin, 50 ml aquades dan 0,13 acid fuchin (Trypan blue 0.05 %)

Larutan destaining (lacto glycerol) yang terdiri atas : 100 ml asam laklat, 100 ml gliserin dan 50 ml aquades,

Akar yang terinfeksi Mikoriza ditandai dengan adanya hifa, vesikel atau arbuskula dalam korteks akar tanaman. Klasifikasi kelas infeksi akar (*The Institute of Mycorhizal Research and Development*, USDA Forest Service Athena, Georgia):

- a. Kelas 1, bila infeksi akar 0-5% (sangat rendah)
- b. Kelas 2, bila infeksi akar 6-26% (rendah)
- c. Kelas 3, bila infeksi akar 27-50% (sedang)
- d. Kelas 4, bila infeksi akar 51-75% (tinggi)
- e. Kelas 5, bila infeksi akar 76-100% (sangat tinggi)

sumber: Widawati dan Suliasih, 2020.

Lampiran 7. Analisis Data Persentase Keberhasilan Sambung

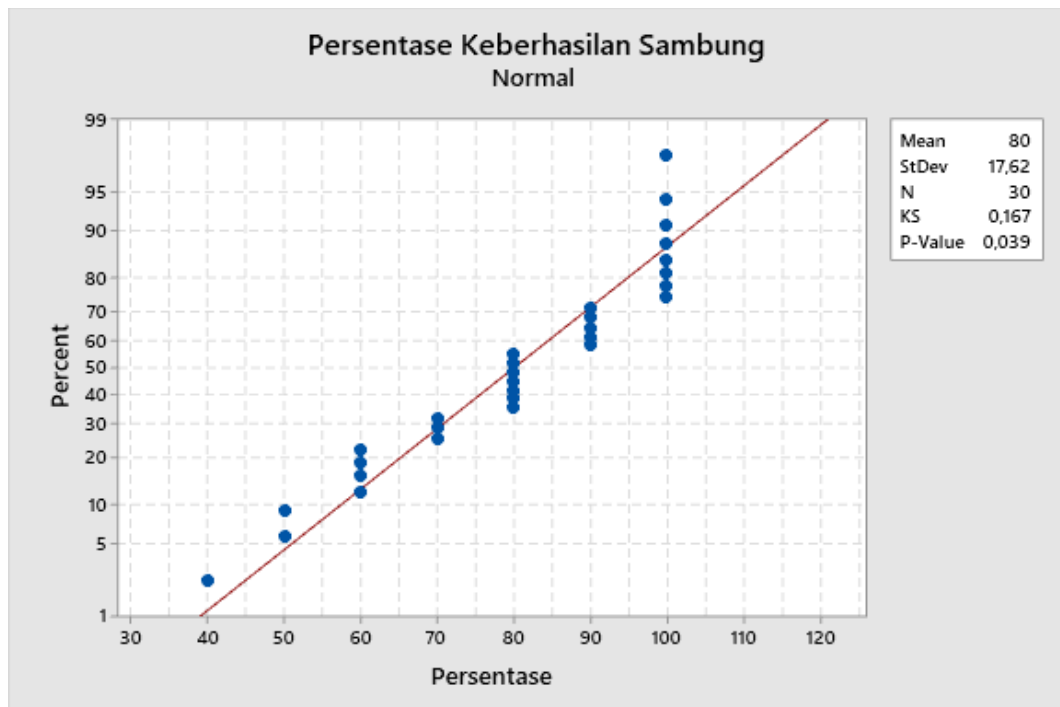
a) Data Persentase Keberhasilan Sambung

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	50	60	60	170	56,7
MOP1	40	60	70	170	56,7
MOP2	50	80	70	200	66,7
MOP3	70	80	80	230	76,7
MOP4	60	80	90	230	76,7
M1P0	80	90	100	270	90
M1P1	100	100	100	300	100
M1P2	100	90	100	290	96,7
M1P3	80	100	100	280	93,3
M1P4	80	90	90	260	86,7
Total	710	830	860	2.400	

b) Tabel 2 Arah Persentase Keberhasilan Sambung

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	170	170	200	230	230	1000	200
15 g	270	300	290	280	260	1400	280
Total	440	470	490	510	490	2400	
Rata-rata	220	235	245	255	245		

c) Uji Normalitas



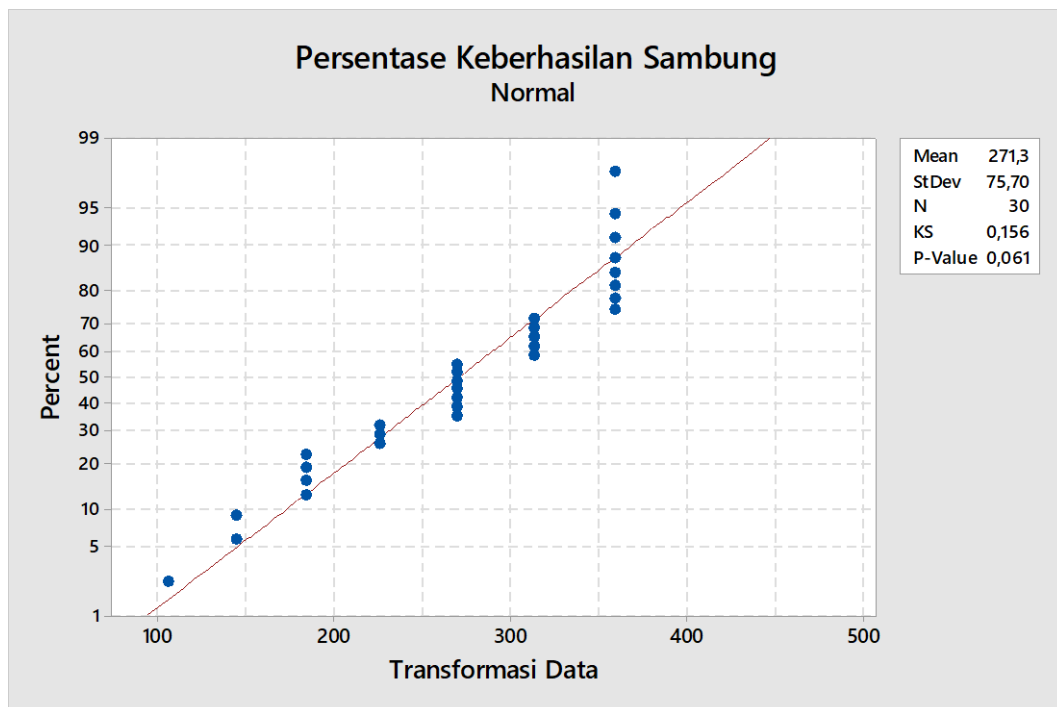
d) Transformasi data ke Arcsin menggunakan software minitab

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	45,0	50,8	45,44	141,2	47,1
MOP1	39,2	50,8	45,44	135,4	45,1
MOP2	45,0	63,4	52,79	161,2	53,7
MOP3	56,8	63,4	52,79	173,0	57,7
MOP4	50,8	63,4	52,79	167,0	55,7
M1P0	63,4	71,6	57,78	192,8	64,3
M1P1	90,0	90,0	71,57	251,6	83,9
M1P2	90,0	71,6	57,78	219,3	73,1
M1P3	63,4	90,0	71,57	225,0	75,0
M1P4	63,4	71,6	57,78	192,8	64,3
Total	607,1	686,5	565,7	1859,3	

e) Tabel 2 Arah Hasil Transformasi data

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	141,2	135,4	161,2	173,0	167,0	777,9	155,6
15 g	192,8	251,6	219,3	225,0	192,8	1081,5	216,3
Total	334,0	387,0	380,6	398,0	359,8	1859,3	
Rata-rata	167,0	193,5	190,3	199,0	179,9		

f) Uji Normalitas Transformasi data



g) Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F.hit	Prob.F	F.Tabel 5%
Kelompok	2	270,33	135,17	1,68	0,214	3,55
Mikoriza (M)	1	1024,29	1024,29	12,75	0,002	4,41
Pupuk (P)	4	667,53	166,88	2,08	0,126	2,93
Interaksi (M x P)	4	4115,53	1028,88	12,81	0,000	2,93
Galat	18	1446,16	80,34			
Total	29	7523,84	259,44			

Ket : * Berpengaruh Nyata

KK : 13,28 %

h) Uji Duncan Multiple Range Test

Uji DMRT Interaksi Mikoriza x Pupuk NPK

SEM		5,08	
Interaksi		Rata-rata	Notasi
Interaksi Mikoriza terhadap PO	M1PO	90,00	A
	MOPO	56,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P1	M1P1	100,00	A
	MOP1	56,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P2	M1P2	96,67	A
	MOP2	66,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P3	M1P3	93,33	A
	MOP3	76,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P4	M1P4	86,67	A
	MOP4	76,67	A
Interaksi Pupuk terhadap MO	POMO	56,67	b
	P1MO	56,67	b
	P2MO	66,67	ab
	P3MO	76,67	a
	P4MO	76,67	a
Interaksi Pupuk terhadap M1	POM1	90	a
	P1M1	100	a
	P2M1	96,67	a
	P3M1	93,33	a
	P4M1	86,67	a

Lampiran 8. Analisis Data Waktu Muncul Tunas

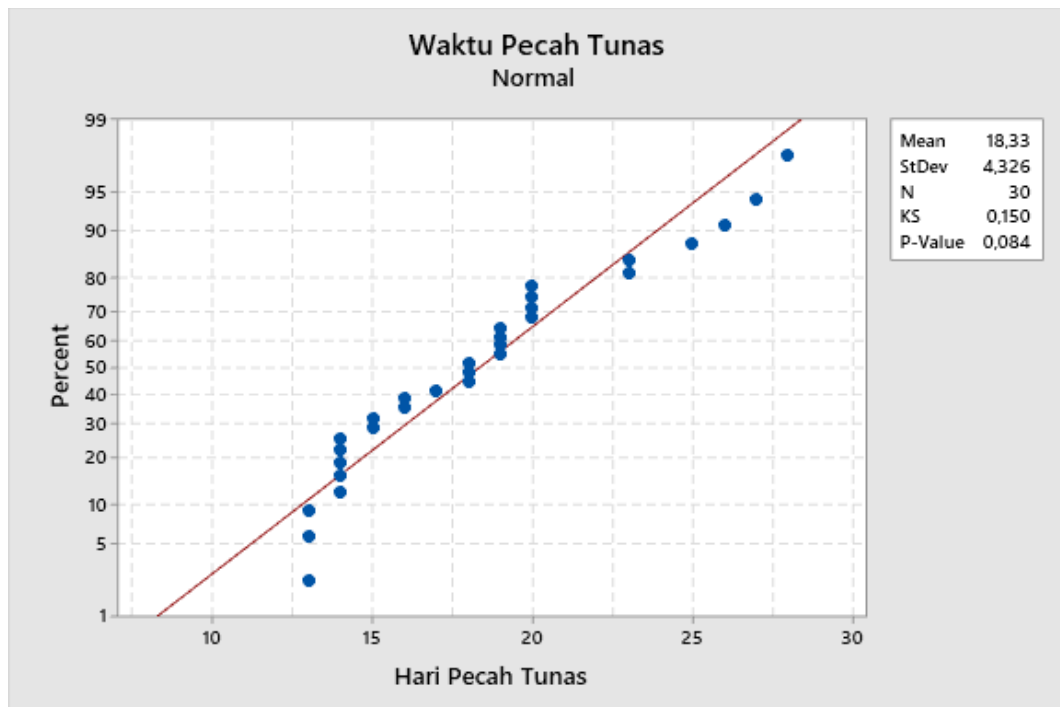
a) Data Waktu Muncul Tunas

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	24	22	28	74	24,67
MOP1	23	25	23	71	23,67
MOP2	24	23	20	67	22,33
MOP3	22	21	19	62	20,67
MOP4	20	19	18	57	19,00
M1P0	16	15	13	44	14,67
M1P1	14	15	15	44	14,67
M1P2	15	16	14	45	15,00
M1P3	16	18	16	50	16,67
M1P4	18	20	17	55	18,33
Total	192	194	183	569	

b) Tabel 2 Arah Waktu Muncul Tunas

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	74	71	67	62	57	331	66,2
15 g	44	44	45	50	55	238	47,6
Total	118	115	112	112	112	569	
Rata-rata	59	57,5	56	56	56		

c) Uji Normalitas



d) Tabel Anova

	SK	db	JK	KT	F.hit	Prob.F	F.Tabel 5%
Kelompok	2		3,27	1,63	0,49	0,620884	3,55
Mikoriza (M)	1		73,63	73,63	22,07 *	0,000179	4,41
Pupuk (P)	4		12,47	3,12	0,93	0,466520	2,93
Interaksi (M x P)	4		283,53	70,88	21,24 *	0,000001	2,93
Galat	18		60,07	3,34			
Total	29		432,97	14,93			

Ket : * Berpengaruh Nyata

KK : 9,63 %

e) Uji Duncan Multiple Range Test

Uji DMRT Interaksi Mikoriza x Pupuk NPK

SEM		5,08	
Interaksi		Rata-rata	Notasi
Interaksi Mikoriza terhadap PO	M1PO	14,67	A
	MOPO	24,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P1	M1P1	14,67	A
	MOP1	23,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P2	M1P2	15	A
	MOP2	22,33	B
Interaksi Mikoriza terhadap P3	M1P3	16,67	A
	MOP3	20,67	B
Interaksi Mikoriza terhadap P4	M1P4	18,33	A
	MOP4	19	A
Interaksi Pupuk terhadap MO	P4MO	19	a
	P3MO	20,67	ab
	P2MO	22,33	bc
	P1MO	23,67	bc
	POMO	24,67	c
Interaksi Pupuk terhadap M1	P1M1	14,67	a
	POM1	14,67	a
	P2M1	15	ab
	P3M1	16,67	ab
	P4M1	18,33	b

Lampiran 9. Analisis Data Panjang Tunas

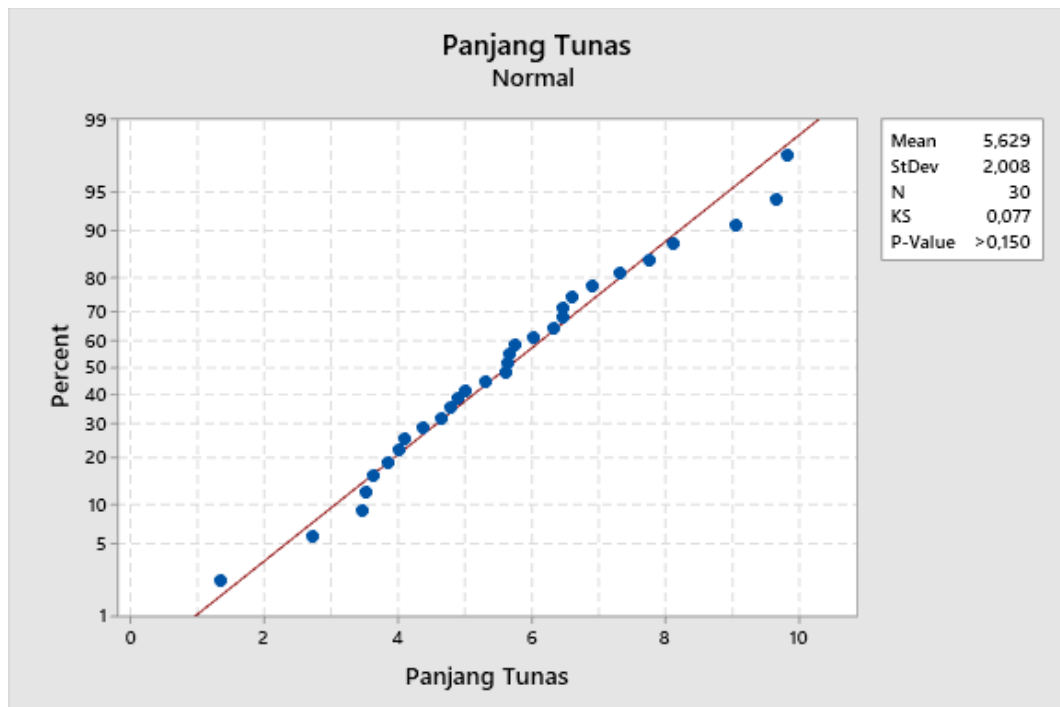
a) Data Panjang Tunas

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	5,62	5,68	6,34	17,64	5,88
MOP1	3,46	8,14	4,38	15,98	5,33
MOP2	1,32	3,62	6,46	11,40	3,80
MOP3	6,48	9,66	5,30	21,44	7,15
MOP4	4,10	4,90	4,78	13,78	4,59
M1P0	5,64	6,62	6,90	19,16	6,39
M1P1	7,32	7,76	9,84	24,92	8,31
M1P2	4,02	9,06	6,02	19,10	6,37
M1P3	4,63	2,70	5,76	13,09	4,36
M1P4	3,52	5,00	3,84	12,36	4,12
Total	46,11	63,14	59,62	168,87	

b) Tabel 2 Arah Waktu Muncul Tunas

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	17,64	15,98	11,4	21,44	13,78	80,24	16,048
15 g	19,16	24,92	19,1	13,09	12,36	88,63	17,726
Total	36,8	40,9	30,5	34,53	26,14	168,87	
Rata-rata	18,4	20,45	15,25	17,265	13,07		

c) Uji Normalitas



d) Tabel Anova

	SK	db	JK	KT	F.hit	Prob.F	F.Tabel 5%
Kelompok	2		17,44	8,72	1,646	0,221	3,55
Mikoriza (M)	1		0,02	0,02	0,003	0,958	4,41
Pupuk (P)	4		15,36	3,84	0,725	0,586	2,93
Interaksi (M x P)	4		65,60	16,40	3,096*	0,042	2,93
Galat	18		95,34	5,30			
Total	29		193,74	6,68			

Ket : * Berpengaruh Nyata

KK : 17,041 %

e) Uji Duncan Multiple Range Test

Uji DMRT Interaksi Mikoriza x Pupuk NPK

SEM		1,0157	
Interaksi		Rata-rata	Notasi
Interaksi Mikoriza terhadap PO	M1PO	6,386667	AB
	MOPO	5,88	AB
Interaksi Mikoriza terhadap P1	M1P1	8,306667	A
	MOP1	5,326667	AB
Interaksi Mikoriza terhadap P2	M1P2	6,366667	AB
	MOP2	3,8	B
Interaksi Mikoriza terhadap P3	M1P3	4,364444	B
	MOP3	7,146667	AB
Interaksi Mikoriza terhadap P4	M1P4	4,593333	B
	MOP4	4,12	B
Interaksi Pupuk terhadap MO	P3MO	7,146667	a
	POMO	5,88	ab
	P1MO	5,326667	ab
	P4MO	4,593333	ab
	P2MO	3,8	b
Interaksi Pupuk terhadap M1	P1M1	8,306667	a
	POM1	6,386667	ab
	P2M1	6,366667	ab
	P3M1	4,364444	b
	P4M1	4,12	b

Lampiran 10. Analisis Data Jumlah Daun

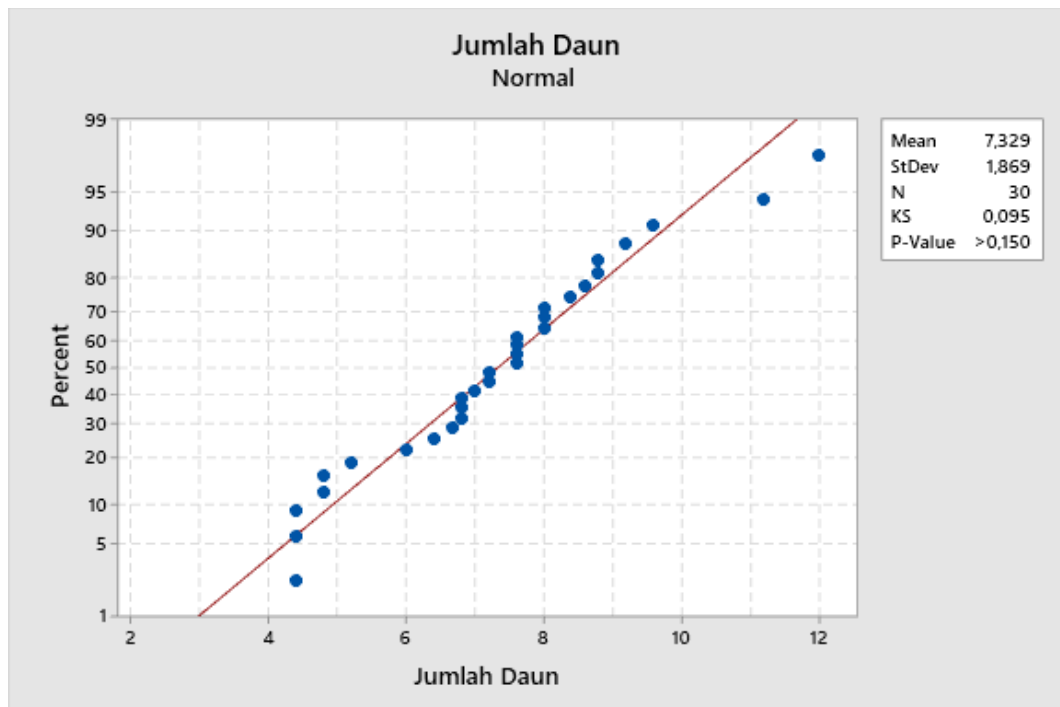
a) Data Jumlah Daun

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	6,80	7,20	8,00	22,00	7,33
MOP1	7,60	10,80	7,60	26,00	8,67
MOP2	4,40	6,80	7,20	18,40	6,13
MOP3	7,60	4,40	6,00	18,00	6,00
MOP4	4,80	8,80	4,40	18,00	6,00
M1P0	7,60	12,00	9,20	28,80	9,60
M1P1	9,60	6,40	8,80	24,80	8,27
M1P2	7,60	8,60	10,00	26,20	8,73
M1P3	6,67	8,00	7,20	21,87	7,29
M1P4	6,40	7,20	5,20	18,80	6,27
Total	69,07	80,20	73,60	222,87	

b) Tabel 2 Arah Jumlah Daun

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	22,00	26,00	18,40	18,00	18,00	102,40	20,48
15 g	28,80	24,80	26,20	21,87	18,80	120,47	24,09
Total	50,80	50,80	44,60	39,87	36,80	222,87	
Rata-rata	25,40	25,40	22,30	19,94	18,40		

c) Uji Normalitas



d) Tabel Anova

SK	db	JK	KT	F.hit	Prob.f	F.Tabel 5%
Kelompok	2	10,589	5,294	2,662	0,097	3,55
Mikoriza (M)	1	24,061	24,061	12,099 *	0,003	4,41
Pupuk (P)	4	20,438	5,109	2,569	0,073	2,93
Interaksi (M x P)	4	6,909	1,727	0,869	0,502	2,93
Galat	18	35,796	1,989			
Total	29	97,793	3,372			

Ket : * Berpengaruh Nyata

KK : 18,98%

e) Uji Duncan Multiple Range Test

Uji DMRT Faktor Mikoriza

SEM	0,364	
DMRT Tabel 5 %	1,081	Jarak 2
Dosis Mikoriza	Rata-rata	Notasi
M1 (15 g)	8,031111	a
MO (0 g)	6,826667	b

Lampiran 11. Analisis Data Persentase Infeksi Akar

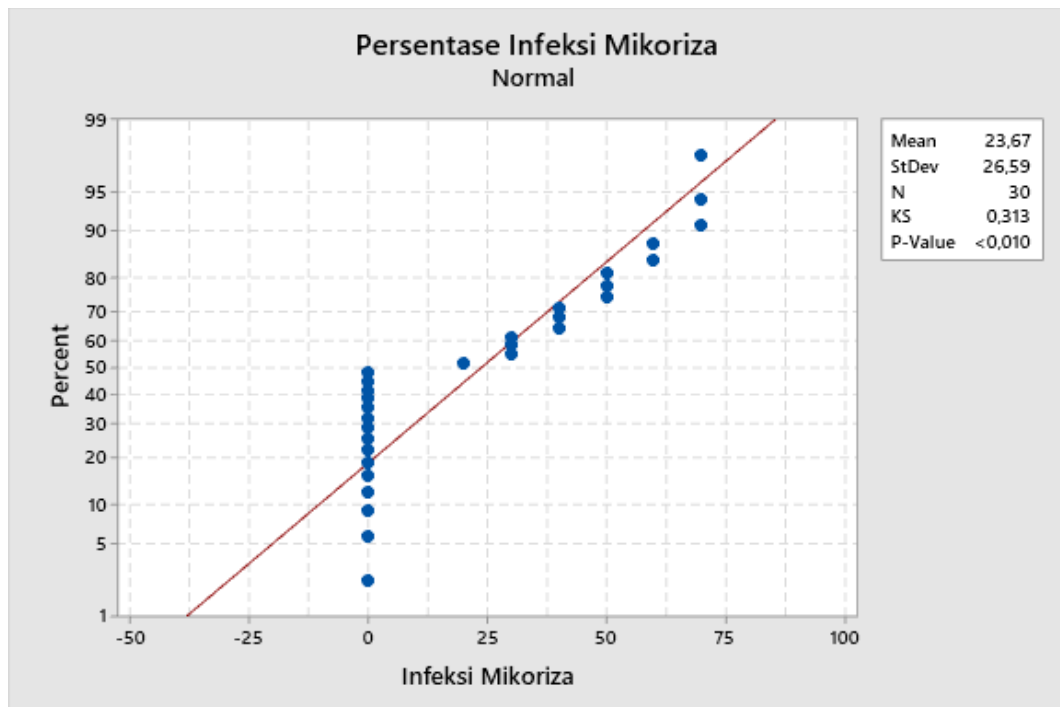
a) Data Persentase Infeksi Akar

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	0	0	0	0	0
MOP1	0	0	0	0	0
MOP2	0	0	0	0	0
MOP3	0	0	0	0	0
MOP4	0	0	0	0	0
M1P0	70	70	60	200	67
M1P1	60	50	70	180	60
M1P2	50	40	50	140	47
M1P3	40	30	40	110	37
M1P4	30	20	30	80	27
Total	250	210	250	710	

b) Tabel 2 Arah Persentase Infeksi Akar

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g	0	0	0	0	0	0	0
15 g	200	180	140	110	80	710	142
Total	200	180	140	110	80	710	
Rata-rata	100	90	70	55	40		

c) Uji Normalitas



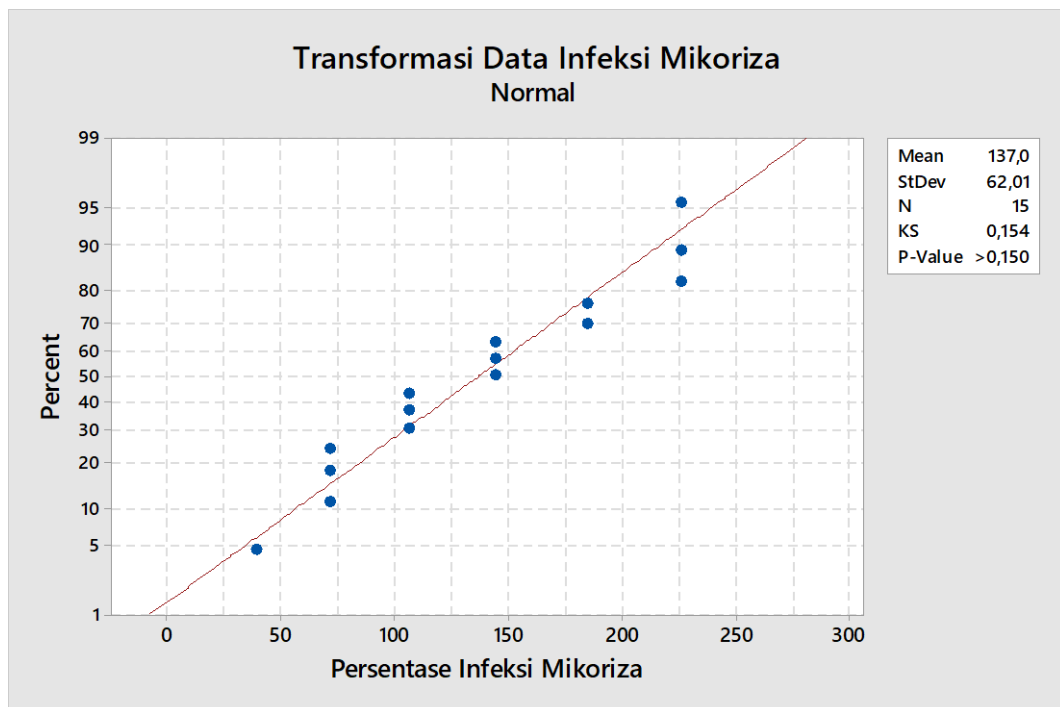
d) Transformasi data ke Arcsin menggunakan software minitab

Perlakuan	Kelompok			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
MOPO	0	0	0	0	0
MOP1	0	0	0	0	0
MOP2	0	0	0	0	0
MOP3	0	0	0	0	0
MOP4	0	0	0	0	0
M1P0	56,79	56,79	50,77	164,35	54,78
M1P1	50,77	45,00	56,79	152,56	50,85
M1P2	45,00	39,23	45,00	129,23	43,08
M1P3	39,23	33,21	39,23	111,67	37,22
M1P4	33,21	26,57	33,21	92,99	31,00
Total	225,00	200,80	225,00	650,80	

e) Tabel 2 Arah Hasil Transformasi data

Dosis Mikoriza	Dosis Pupuk NPK (% rekomendasi)					Jumlah	Rata-rata
	0	25	50	75	100		
0 g							
15 g	164,35	152,56	129,23	111,67	92,99	650,80	130,16
Total	164,35	152,56	129,23	111,67	92,99	650,80	
Rata-rata	164,35	152,56	129,23	111,67	92,99		

f) Uji Normalitas



g) Tabel anova

SK	db	JK	KT	F.hit	Prob.F	F.Tabel 5%
Kelompok	2	65,376	32,69	1,30	0,297	3,55
Mikoriza (M)	1	4833,534	4833,53	192,02*	0,000	4,41
Pupuk (P)	4	391,299	97,82	3,89*	0,019	2,93
Interaksi (M x P)	4	9675,637	2418,91	96,10*	0,000	2,93
Galat	18	453,092	25,17			
Total	29	15418,939	531,69			

Ket : * Berpengaruh Nyata

KK : 23,12 %

h) Uji Duncan Multiple Range Test

Uji DMRT Interaksi Mikoriza x Pupuk NPK

SEM		4,869	
Interaksi		Rata-rata	Notasi
Interaksi Mikoriza terhadap PO	M1PO	66,66667	A
	MOPO	0	B
Interaksi Mikoriza terhadap P1	M1P1	60	A
	MOP1	0	B
Interaksi Mikoriza terhadap P2	M1P2	46,66667	A
	MOP2	0	B
Interaksi Mikoriza terhadap P3	M1P3	36,66667	A
	MOP3	0	B
Interaksi Mikoriza terhadap P4	M1P4	26,66667	A
	MOP4	0	B
Interaksi Pupuk terhadap MO	POMO	0	a
	P1MO	0	a
	P2MO	0	a
	P3MO	0	a
	P4MO	0	a
Interaksi Pupuk terhadap M1	POM1	66,66667	a
	P1M1	60	ab
	P2M1	46,66667	bc
	P3M1	36,66667	cd
	P4M1	26,66667	d

Lampiran 12. Hasil Analisis Data Tanah



RESEARCH AND DEVELOPMENT PT NUSA PUSAKA KENCANA ANALYTICAL & QC LABORATORY

P.O Box 35 Bahilang Estate - Tebing Tinggi Deli 20600 - North Sumatera Indonesia
Telp. (0621) 21511 - Fax. (0621) 22070



SOIL ANALYSIS REPORT

Applicant : **PUTRI DESITA**
Address : Jl. Dermaga, Mendalo
Kec. Jambi Luar Kota,
Kab. Muara Jambi Kota, Jambi
Phone : 082172241727
Email : putridesita725@gmail.com
Ref. Order (Date) : 18/Rd/Putri Desita/01/25 (24/01/25)
Date Received : 23/01/25

No. Of Sample : 1
Date Of Analysis : 05/02/25
Date Of Issue : 11/02/25
Ref. No. : RD/25/02/1117

No.	Lah. Ref	Jenis Sampel	Nama / Kode Sampel	Particle Size (%)			N (%)	Org. C (%)	1 M NH ₄ OAc pH 7						In 25 % HCl						pH (2.5)		Conductivity μSCM	P mg kg ⁻¹		B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				Coarse Sand	Fine Sand	Clay			CEC	Exchangeable Cation						mg kg ⁻¹						H ₂ O		KCl (0.01 M)	Total H ₂ SO ₄ : HClO ₄ 1:1		Av P																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
										Ca	Mg	K	Na	Al	H	P	K	Ca	Mn	Zn	Cu						Fe	Bray I	Bray II																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	25S0482	Sampel Tanah Gambut Awal					1,34	38,17	28,51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

NOTE :

- Laboratorium tidak melakukan sampling.
- Hasil analisis berdasarkan data yang diberikan oleh klien.
- Hasil analisis berdasarkan data yang diberikan oleh klien.
- Dianggap mempunyai dokumen in house PT. NPK Analytical & QC Laboratory.
- Jika ada keluhan dalam hasil analisa dapat menghubungi Manager Laboratorium.

No Telp : 0822-7623-915-91 atau Email : Masrma_Smarjuntak@basanagi.com

KETERANGAN :



No. Dokumen : RPP/2022

Revisi : 001

Revisi : 001

Lampiran 13. Data Suhu Selama Penelitian

Data Suhu Ruangan (°C)					
tanggal	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	-	31,6	33,3	34,4	25,3
2	-	34,1	32,5	32,4	28,4
3	-	33	29,8	35,6	25,7
4	-	29,3	34,1	34,5	24,8
5	-	31,8	32,3	31,4	31
6	-	27,2	34,8	32,4	31,6
7	-	31	31,3	27,3	30,2
8	28,2	24,5	29	29,3	34,6
9	26,3	26,8	30,5	29,5	28
10	27,8	28,5	27,9	30	31,5
11	26,8	29,4	31,7	32	25,8
12	29,3	32	30,5	27,9	25,7
13	28,1	33,6	30,6	32	25,8
14	26,4	34,8	32	32,7	27,4
15	28,7	31,9	31,8	31,6	30
16	29,5	32,4	31,1	29,2	30,6
17	31	31,3	33,1	28	31,5
18	30,4	29,7	27,3	31	30,6
19	30,6	33	26,2	33,5	32,1
20	29,5	33,7	29,6	32	31,2
21	30,5	33,5	31,1	31,5	29,8
22	27,5	34,6	28,8	33,8	27,3
23	30,3	34,5	31,3	32	28,5
24	33,6	33	28,9	33,8	26,9
25	31,8	32	31,3	31	27,9
26	29,2	33	32,4	29	31
27	32,4	29,8	32,5	31,8	30
28	28	31,7	29,4	32	26,8
29	29,5	33	31,1	31	27,3
30	32,4	31,4	33	26,1	29,2
31	34		34,5		28,8
Rata-rata	29,66	31,54	31,09	31,29	28,88

Sumber : Pengukuran pribadi menggunakan *hygrotermometer digital*

Lampiran 14. Data Kelembaban Selama Penelitian

Data Kelembapan Ruangan (%)					
tanggal	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	-	99	58	91	86
2	-	99	63	91	76
3	-	99	83	86	72
4	-	99	81	89	89
5	-	99	83	96	72
6	-	99	79	91	73
7	-	99	66	92	64
8	99	98	87	94	61
9	99	98	85	95	61
10	99	97	94	95	62
11	99	98	91	96	63
12	99	92	90	99	56
13	99	86	87	97	55
14	99	76	90	97	56
15	99	98	92	97	63
16	99	96	91	96	60
17	99	99	87	98	89
18	99	99	90	79	72
19	99	98	89	89	68
20	99	97	91	90	66
21	99	93	90	81	65
22	99	85	96	71	62
23	99	81	94	80	67
24	99	88	95	83	70
25	99	96	88	89	68
26	99	98	72	78	64
27	99	96	64	94	72
28	99	96	78	80	76
29	99	90	69	86	68
30	99	91	57	97	64
31	99		55		55
Rata-rata	99	94,63	81,77	89,9	67,58

Sumber : Pengukuran pribadi menggunakan *hygrotermometer digital*

Lampiran 15. Dokumentasi Selama Penelitian



Tanah gambut sebagai media tanam



Sterilisasi media gambut



Pemanenan mikoriza sp-3 untuk diaplikasikan



Pengayakan gambut sebagai media tanam



Pemindahan bibit kepolybag yang lebih besar dan pemberian mikoriza



Pengukuran bibit untuk menentukan kelompok



Pemberian pupuk NPK sesuai perlakuan



Perawatan batang bawah



Pengambilan *entres* di kebun induk



Entres dorman



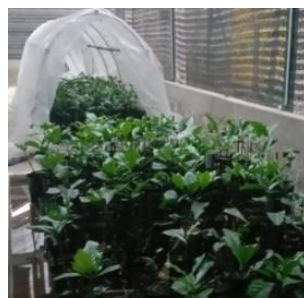
Persiapan kumbung



Proses penyambung



Proses pemeliharaan sambungan



Proses pengeluaran bibit dari kumbung



Penyusunan bibit sesuai denah RAK



Perawatan bibit setelah penyambungan



Pengamatan panjang tunas



Pengamatan diameter tunas



Pengamatan jumlah daun
dan jumlah cabang



Pengamatan waktu
muncul tunas



Pengukuran luas daun
total pada akhir



Pembongkaran akar
Tanaman



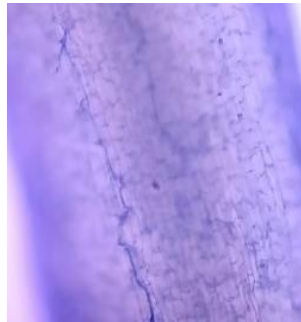
Pengamatan infeksi akar



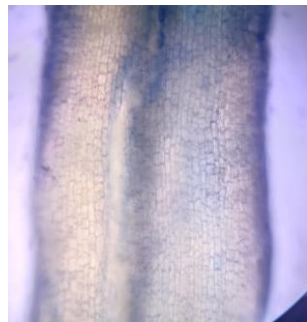
Pupuk NPK Phonska
15:15:15



Akar bibit yang terinfeksi
mikoriza



Spora mikoriza dalam
akar



Akar bibit yang tidak
terinfeksi mikoriza