

95

**PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA TUMBUH,
PUKUP NPK DAN CENDAWAN ENDOMIKORIZA**

***Glomus etunicatum* TERHADAP PERTUMBUHAN
BIBIT *Tectona grandis* L.f.**

Oleh :

VIRNI BUDI ARIFANTI

E 31.1078



**JURUSAN MANAJEMEN HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1999

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Penelitian : PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA TUMBUH, PUPUK NPK DAN CENDAWAN ENDOMIKORIZA *Glomus etunicatum* TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT *Tectona grandis* L.f.

Nama Mahasiswa : VIRNI BUDI ARIFANTI
Nomor Induk : E 31.1078

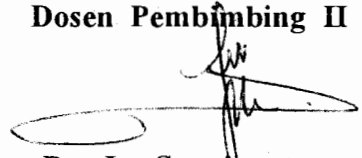
Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I



Ir. Syafii Manan, MSc.
NIP. 130 160 330

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Supriyanto
NIP. 132 008 552

Dosen Pembimbing III




Ir. Corryanti TWN., MSi.
NIP. 710 006 860

Disyahkan oleh

Ketua Jurusan Manajemen Hutan

Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor



H. Cecep Kusmana, MS
NIP. 131 430 799



Tanggal lulus : 28 Januari 1999



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Hipotesis.....	3
II. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	4
B. Bahan dan Alat Penelitian.....	4
C. Metode Penelitian.....	4
1. Persiapan Penelitian.....	4
Pematahan Dormansi Benih.....	4
Persiapan Media Kecambah.....	4
Penaburan Benih Pada Media Kecambah.....	4
Pemeliharaan Kecambah.....	5
Persiapan Media Tumbuh.....	5
2. Pelaksanaan Penelitian.....	5
Penyapihan.....	5
Pemupukan.....	5
Inokulasi Mikoriza.....	5
Pemeliharaan.....	5
Pengamatan.....	6
(1). Tinggi Bibit.....	6
(2). Diameter Bibit.....	6
(3). Kekokohan / Vigor.....	6
(4). Geometri Akar.....	6
(5). Nisbah Pucuk Akar (<i>Shoot- Ratio</i>).....	7
(6). RFMD.....	7
(7). Persentase Kolonisasi Mikoriza.....	7
(8). Jumlah Spora.....	8
D. Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	8
III. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	10
(1). Tinggi.....	10
(2). Diameter.....	13
(3). Kekokohan.....	16
(4). Berat Kering Total.....	21
(5). Nisbah Pucuk Akar.....	24
(6). Geometri Akar.....	27

1. Citra Diunggah Undang-undang
 2. Diunggah mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk dicantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Halaman

(7). Relative Field Mycorrhizal Dependency	35
(8). Persentase Kolonisasi Mikoriza	37
(9). Jumlah Spora	41
(10). Analisis Unsur Hara	45
(11). Indeks Mutu Bibit	46
B. Pembahasan	48
(1). Pengaruh Media Tumbuh	49
(2). Pengaruh Pupuk NPK (10:13:10)	53
(3). Pengaruh Inokulasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular	55
(4). Pengaruh Interaksi Antara Media Tumbuh dan Pupuk NPK	59
(5). Pengaruh Interaksi Antara Media Tumbuh dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular	62
(6). Pengaruh Interaksi Antara Pupuk NPK dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular	64
(7). Pengaruh Interaksi Antara Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular	67
IV. KESIMPULAN DAN SARAN	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sidik Ragam Pertambahan Tinggi Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	10
2.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza terhadap Pertambahan Tinggi Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	11
3.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Pertambahan Tinggi Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	11
4.	Sidik Ragam Pertambahan Diameter Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	13
5.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Pertumbuhan Diameter Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	14
6.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Diameter Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	15
7.	Sidik Ragam Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	16
8.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	17
9.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	18
10.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Cendawan Mikoriza Terhadap Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	18
11.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	19
12.	Sidik Ragam Berat Kering Total Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	21
13.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan ..	22
14.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	22
15.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	23
16.	Sidik Ragam Nisbah Pucuk Akar Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	24
17.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	25

Hak cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya atau tulisan tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

3. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University

4. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University



Nomor	Teks	Halaman
35.	Uji Duncan Pengaruh Cendawan Mikoriza Terhadap Persentase Kolonisasi Cendawan Mikoriza Pada Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	38
36.	Sidik Ragam Jumlah Spora Pada Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	41
37.	Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Pada Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	42
38.	Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Jumlah Spora Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	42
39.	Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	43
40.	Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	43
41.	Pengaruh Interaksi Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Serapan Unsur Fosfor dan Kalsium Pada Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	45
42.	Rekapitulasi Indeks Mutu Bibit <i>Tectona grandis</i> Berdasarkan Parameter Kekokohan, Nisbah Pucuk Akar, Berat Kering Total dan Kolonisasi Spora	46
43.	Rekapitulasi Sidik Ragam Seluruh Perlakuan Pada Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	48

© Hak cipta milik IPB University

1. Cipta, jilidung-dang-un-ig
 2. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pembagian Daerah Pengukuran Sebaran Akar Jati	6
2.	Saringan Bertingkat	8
3.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Pertambahan Tinggi Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	12
4.	Keragaan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan	13
5.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Pertambahan Diameter Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	16
6.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Kekokohan Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	19
7.	Keragaan Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan di Lapangan Yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi Dengan Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	20
8.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Berat Kering Total Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	23
9.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Nisbah Pucuk Akar Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	27
10.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Jumlah Akar Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	30
11.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Panjang Akar Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	32
12.	a. Perhitungan Sebaran Akar Pada Bibit <i>T. grandis</i> Berdasarkan Zona Sistem Perakaran	34
	b. Perbandingan Keragaan Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan Tanpa dan Dengan Mikoriza	34
13.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Nilai RFMD Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	37
14.	Kolonisasi Cendawan V-AM <i>Glomus etunicatum</i> Pada Akar <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	39
15.	Struktur V-AM <i>Glomus etunicatum</i> Pada Akar <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	40
16.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Persentase Kolonisasi Mikoriza Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	41

© Hak cipta milik IPB University

IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Nomor

Teks

Halaman

17.	Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Jumlah Spora Rata-Rata Bibit <i>Tectona grandis</i> Umur 3 Bulan	44
18.	Jenis Cendawan V-AM Yang Diisolasi Dari Media Tumbuh Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	44
19.	Fase Perkembangan Cendawan <i>Glomus etunicatum</i> Pada Media Tumbuh Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	45

Hak Cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rekapitulasi Nilai Pertumbuhan Tinggi Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	75
2.	Rekapitulasi Nilai Pertumbuhan Diameter Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	75
3.	Rekapitulasi Nilai Kekokohan Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	76
4.	Data Kekokohan Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan Yang Siap Tanam di Lapangan	76
5.	Rekapitulasi Nilai Berat Kering Total Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	77
6.	Rekapitulasi Nilai Nisbah Pucuk Akar Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	77
7.	Rekapitulasi Nilai Jumlah Akar Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	78
8.	Rekapitulasi Nilai Panjang Akar Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	78
9.	Rekapitulasi Nilai RFMD Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	79
10.	Rekapitulasi Nilai Persentase Kolonisasi V-AM Yang Telah Ditransformasi Dalam Arc Sin $\sqrt{\quad}$ % Pada Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	79
11.	Rekapitulasi Nilai Jumlah Spora Yang Telah Ditransformasi Dalam log (X+1) Pada Bibit <i>T. grandis</i> Umur 3 Bulan	80

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dianggap sah jika dipublikasikan atau seluruhnya, atau sebagian, tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jati (*Tectona grandis*) sampai saat ini merupakan produk utama bagi Perum Perhutani, karena kayu jati memiliki kekuatan dan keawetan alami yang tinggi serta penampilan yang baik sehingga permintaan akan kayu jati untuk pasar dalam negeri maupun untuk ekspor terus meningkat. Kayu jati banyak digunakan untuk mebel, rumah (bangunan), kerajinan cinderamata, dan lain-lain.

Hutan jati di Indonesia terdapat di Pulau Jawa, Kangean, Nusa Tenggara (Bali dan Sumbawa), Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Selatan. Luas hutan jati di Pulau Jawa seluas ± 780.000 ha terutama tumbuh di Jawa Tengah dan Jawa Timur (Beekman, 1949). Di Indonesia penanaman jati dalam skala luas telah dilakukan di Jawa (Sastrosumarto dan Suhaendi, 1985).

Teknik penanaman jati di Perum Perhutani berdasarkan Surat Keputusan Direksi Perusahaan Umum Kehutanan Negara No. 837/Perum/Perhutani/X/1974 tentang Pedoman Pembuatan Tanaman Jati untuk Perum Perhutani, dilakukan dengan penanaman biji jati secara langsung di lapangan. Teknik pelaksanaannya kemudian dijabarkan dalam Surat Keputusan Direksi Perusahaan Umum Kehutanan Negara No. 832/Perum/Perhutani/1974 tentang Intruksi Pelaksanaan Pembuatan Tanaman Jati untuk Perum Perhutani.

Namun penanaman benih jati secara langsung di lapangan memiliki kelemahan antara lain tidak dapat dipenuhinya keseragaman bibit yang berkualitas baik. Hal ini disebabkan karena vigor bibit (kemampuan bibit untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang suboptimal) belum dapat diketahui apabila bakal tanaman masih berupa benih.

Tanaman dengan tingkat vigor yang baik dapat dilihat dari keragaan fenotipik kecambah atau bibitnya, yang selanjutnya dapat berfungsi sebagai landasan pokok untuk ketahanannya terhadap berbagai unsur musibah yang menyimpannya (Sadjad, 1977 dalam Sutopo, 1985).

Usaha pembinaan hutan yang lestari dengan kualitas tegakan yang baik, sangat ditentukan oleh keadaan bibit/benih awal (Perum Perhutani, 1996). Dalam hubungan ini penggunaan benih bermutu tinggi untuk menghasilkan bibit berkualitas sangat diperlukan dan merupakan syarat mutlak dalam pembangunan hutan. Benih yang baik harus memenuhi kualitas genetik (unggul), fisiologis (daya kecambah tinggi) dan fisik (tidak cacat, tidak berpenyakit, murni) (Supriyanto, 1997).

Bibit yang baik adalah bibit yang sehat, kokoh dan bermikoriza. Dalam rangka memenuhi pengadaan bibit yang baik, Perum Perhutani mengembangkan orientasi baru dengan mengadakan pembibitan jati di persemaian sebelum ditanam di lapangan. Hal tersebut dilakukan berdasarkan

Surat Keputusan Direksi Perum Perhutani No.638/041.3/Binhut/Dir. tanggal 6 Oktober 1997 perihal pembuatan persemaian jati.

Susunan perakaran jati yang dangkal dengan percabangan dan akar halus yang sedikit menimbulkan masalah dalam pembibitan dengan kantong plastik atau single tube yaitu perakaran bibit jati tidak dapat mengikat tanah dalam kantong plastik secara kuat. Hal ini disebabkan karena geometri akar (jumlah dan distribusi akar dalam tanah) jati yang sederhana, sehingga mengakibatkan bibit jati akan mudah rusak ketika akan ditanam di lapangan.

Ditinjau dari persyaratan tumbuhnya, jati hanya akan tumbuh baik pada tanah-tanah yang sarang dan memiliki aerasi yang baik (Beekman, 1949). Media tumbuh yang dipergunakan harus memenuhi persyaratan fisik dan kimia sehingga mampu menopang bibit hingga mencapai ukuran yang memungkinkan untuk ditanam di lapangan (Supriyanto, 1997).

Pemilihan media tumbuh merupakan salah satu masalah penting untuk menentukan pertumbuhan dan kualitas bibit yang kelak akan ditanam di lapangan. Sistem perakaran bibit harus kompak dan dapat memenuhi ruangan media yang digunakan. Media tanam sebagai tempat berpijak tanaman harus didukung oleh aerasi dan drainase yang baik. Dengan memperhatikan persyaratan media tumbuh jati dan sistem perakaran yang dimiliki maka perlu dicari alternatif media yang dapat memperbaiki kelemahan tersebut.

Pemanfaatan sabut kelapa sebagai media tanam sangat dimungkinkan karena karakteristik fisiknya yang baik (Jayalath & Van Holm, 1993 dalam Sudada, 1994), yaitu mampu memberikan kesarangan bagi media tumbuh sehingga memberi kesempatan bagi akar untuk bernapas karena didukung oleh aerasi dan drainase media tanam yang baik. Namun sabut kelapa masih belum dimanfaatkan secara baik padahal bahan ini merupakan sumber kalium dan dapat mempertahankan kelembaban tanah (Nuraini, 1984).

Agar sistem perakaran dapat lebih kompak maka selain media tumbuh harus sarang, inokulasi cendawan mikoriza dapat memperbaiki geometri perakaran jati dengan dihasilkannya hormon Indole Acetic Acid (IAA) yang dapat berfungsi untuk merangsang pembelahan sel akar (Gay, 1986; Darusman, 1995 dalam Supriyanto, 1996). Bibit yang sistem perakarannya mengandung mikoriza umumnya akan lebih kompak dan bibit tumbuh lebih subur dan kekar. Jenis mikoriza pada jati tergolong dalam jenis endomikoriza (Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae / V-AM).

Sabut kelapa dengan campuran media lainnya sebagai media tumbuh dan inokulasi cendawan mikoriza *Glomus etunicatum* diharapkan dapat memperbaiki sistem geometri akar dan dapat menghasilkan bibit jati yang berkualitas (sehat, kokoh, secara genetik unggul, seragam dalam pertumbuhannya, seragam dalam ukuran bibit dan membentuk perakaran yang kompak/padat).



B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji beberapa jenis media tumbuh, dosis pemupukan dan inokulasi cendawan mikoriza *Glomus etunicatum* terhadap pertumbuhan dan geometri perakaran bibit jati.

C. Hipotesis

Perbaikan sifat fisik dan kimia media tumbuh, dosis pupuk dan mikoriza dapat memperbaiki pertumbuhan dan geometri akar bibit jati dalam *single tube*.



II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Pengembangan Hutan, Pusat Jati, Cepu, Perum Perhutani dan Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, SEAMEO-BIOTROP, Bogor. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Februari sampai bulan November 1998.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih *Tectona grandis*, tanah, pasir, H_2SO_4 (1%), sabut kelapa, kompos daun kayu putih, cendawan mikoriza jenis *Glomus etunicatum*, pupuk NPK, fungisida VAPAM, KOH (10%), HCl (1%), larutan asam Fuschine (0,02%), larutan glicerol, sukrosa (60%) dan larutan PVLG (Polyvinyl Lacto Glycerol).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak perkecambahan, *single tube*, sekop, tang, ember, plastik, embrat/sprinkel, saringan bertingkat, sprayer bertekanan tinggi, kertas saring, erlenmeyer, gelas preparat, *cover glass*, jarum ose, *centrifuge*, mikroskop binokuler *Leitz Wetzlar*, mikroskop trinokuler *Carton*, mikroskop pendar *NIKON Type 104*, kamera foto dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi dua kegiatan utama, yaitu persiapan penelitian dan pelaksanaan penelitian.

1. Persiapan Penelitian

Pematahan Dormansi Benih

Pematahan dormansi benih dilakukan dengan perendaman benih *T. grandis* dalam H_2SO_4 1% selama 5 menit. Setelah itu benih dibilas dengan air mengalir hingga larutan H_2SO_4 -nya hilang.

Persiapan Media Kecambah

Media kecambah yang digunakan adalah campuran tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1 yang telah disterilkan terlebih dahulu. Sterilisasi media dilakukan dengan menjemur media selama 2 hari lalu disemprot dengan fungisida (VAPAM).

Penaburan Benih Pada Media Kecambah

Setelah benih *T. grandis* diberi perlakuan diatas, benih-benih tersebut ditanam pada media kecambah sedalam 2 cm kemudian ditutup dengan pasir ringan dalam bak-bak kecambah.

Pemeliharaan Kecambah

Pemeliharaan kecambah meliputi penyiraman dan pemeliharaan dari hama dan penyakit. Untuk mencegah serangan hama maka selama perkecambahan, kecambah diletakkan di bawah sungkup pelindung.

Persiapan Media Tumbuh

Media tumbuh yang digunakan terdiri dari tanah dan sabut kelapa (3:2), tanah dan kompos (3:2), sabut kelapa dengan kompos (3:2) dan tanah, kompos, sabut kelapa (1:1:1). Untuk mencegah tumbuhnya jamur/bakteri, sabut kelapa, kompos dan tanah disemprot dengan larutan fungisida VAPAM. Kemudian media tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diinkubasi selama 1 minggu. Setelah 1 minggu media tersebut dimasukan ke dalam *single tube*.

2. Pelaksanaan Penelitian

Penyapihan

Kecambah umur 10 - 15 hari disapih/dipindahkan ke dalam *single tube* yang berisi media tumbuh. Pada saat penyapihan media tumbuh dibasahi dengan air agar tidak merusak perakarannya ketika dicabut.

Pemupukan

Bibit yang telah disapih tersebut setelah berumur 1 bulan diberi perlakuan pemupukan dengan pupuk NPK pada dosis 0 gram, 0.5 gram dan 1 gram per bibit.

Inokulasi Mikoriza

Jenis endomikoriza yang diinokulasikan adalah *Glomus etunicatum* berupa inokulum tanah yang mengandung spora. Jumlah spora yang diinokulasikan sebanyak 50 spora / bibit. Inokulum tersebut diletakkan dekat sistem perakaran dengan menggali lubang sedalam 1-2 cm mengelilingi leher akar bibit. Untuk mengetahui jumlah spora tersebut digunakan metoda tuang saring (Gerdemann & Nicholson, 1982).

Pemeliharaan

Pemeliharaan bibit selanjutnya meliputi kegiatan penyiraman serta perlindungan terhadap hama dan penyakit. Penyiraman bibit jati dilakukan setiap pagi dengan menggunakan air bersih atau dengan menggunakan *sprinkle*. Perlindungan hama dan penyakit dikerjakan dengan melakukan penyiangan atau pembersihan rumput dan gulma serta memantau pertumbuhan bibit secara intensif. Bila perlu disemprot dengan insektisida untuk mencegah serangan hama.

Pengamatan

(1) Tinggi Bibit

Pengukuran tinggi bibit atau semai dilakukan dengan menggunakan mistar, diukur mulai dari bekas kotiledon sampai titik tumbuh tertinggi pada jalur batang. Pengukuran dilakukan setiap minggu sampai akhir pengamatan.

(2) Diameter Bibit

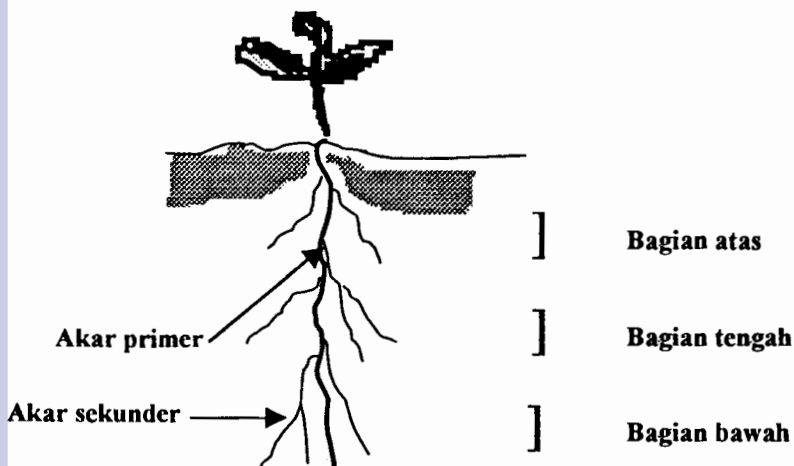
Pengukuran diameter bibit dilakukan dengan menggunakan kaliper di atas bekas kotiledon. Pengukuran diameter dilakukan bersamaan dengan pengukuran tinggi bibit.

(3) Kekokohan / Vigor

Kekokohan atau vigor diperoleh dari perbandingan antara tinggi dan diameter batang. Jika batang terlalu tinggi dan diameter kecil maka bibit tersebut tidak kokoh, tetapi pada tinggi yang sama dan diameternya lebih besar maka bibit tersebut dapat disebut kokoh (Supriyanto, 1997). ✓

(4) Geometri Akar

Pengukuran geometri perakaran meliputi pengukuran jumlah dan penyebaran perakaran dalam tanah. Jumlah akar dihitung dengan menjumlahkan seluruh akar primer dan akar sekunder yang ada dari setiap bibit. Sebaran akar dihitung berdasarkan jumlah akar pada bagian atas, tengah dan bawah dari sistem perakaran.



Gambar 1. Pembagian daerah pengukuran sebaran akar jati



(5) **Nisbah Pucuk Akar (*Shoot - Root Ratio*)**

Nisbah pucuk akar merupakan perbandingan berat kering pucuk dengan berat kering akar. Nilai ini ditentukan berdasarkan berat kering pucuk dan akar setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.

(6) **RFMD (Relative Field Mycorrhizal Dependency)**

Relative Field Mycorrhizal Dependency (RFMD) adalah tingkat ketergantungan suatu tanaman terhadap cendawan mikoriza pada suatu tingkat kesuburan tanah tertentu dan dinyatakan dalam persen (Plenchette *et al.*, 1983 dalam Bagyaraj, 1992).

$$\text{RFMD} = \frac{\text{Berat Kering Perlakuan} - \text{Berat Kering Kontrol}}{\text{Berat Kering Kontrol}} \times 100\%$$

(7) **Persentase Kolonisasi Mikoriza**

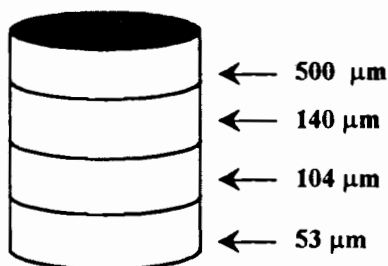
Persentase kolonisasi mikoriza dihitung setelah akar diberi pewarnaan dengan metode pemanasan dari Kormanik dan Mc Graw (1982) yang dimodifikasi oleh Supriyanto (1996). Akar dicuci sampai bersih lalu dimasukkan pada larutan KOH 10% dan dipanaskan diatas kompor penangas selama 10 menit dihitung sejak mendidih, lalu akar dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan larutan KOH. Akar-akar yang sudah dihilangkan fenolnya kemudian direndam dalam larutan hidrogen peroksida (H₂O₂) 2% (w/v) selama 10 menit tanpa pemanasan lalu dibilas dengan air mengalir. Setelah itu akar direndam pada larutan HCl 2% hingga berwarna putih pucat selama ± 10 menit. Larutan HCl digunakan untuk penjernihan (*clearing*) terutama komponen sitoplasma. Setelah direndam dalam larutan HCl, akar direndam dalam larutan Asam Fuschine 0.02% dalam larutan lacto-glycerol diatas penangas. Berdasarkan pengamatan peneliti, akar serabut pada bibit *T. grandis* sangat rapuh ketika dilakukan pewarnaan dengan cara pemanasan akar dalam larutan Asam Fuschine. Melalui beberapa uji coba ditemukan teknik yang paling baik untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan merendam akar serabut *T. grandis* dalam larutan Asam Fuchine selama 24 jam. Setelah akar berwarna merah, akar dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan larutan Asam Fuschine. Akar yang sudah diwarnai selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri ber-*grid line* dan diberi larutan destaining berupa larutan gliserin 50% (v/v). Pengamatan kolonisasi mikoriza dilakukan dengan metode *Gridline Intersection Method* (Newman, 1966; Tennant, 1975; Giovannetti & Mosse, 1980 dalam Brundrett *et al.*, 1996). Pengamatan dilakukan sepanjang *grid lines* pada cawan petri dengan menggunakan mikroskop binokuler untuk menghitung banyaknya akar yang tidak dan bermikoriza yang memotong *grid lines* tersebut. Pembuatan preparat awetan dilakukan dengan

meletakkan akar yang akan diawetkan pada gelas preparat yang sudah diolesi dengan larutan PVLG kemudian ditutup dengan gelas penutup (*cover glass*) dan dikeringkan pada suhu 30-40°C.

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\text{Jumlah Akar bermikoriza}}{\text{Jumlah Sample Akar}} \times 100\%$$

(8) Jumlah Spora

Jumlah spora untuk setiap perlakuan dihitung dengan menggunakan metode tuang saring basah (Gerdemann & Nicholson, 1982). Tanah yang diinokulasi dengan mikoriza (kering udara) sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam air 200 ml lalu dikocok dengan *magnetic stirrer*. Setelah dikocok, tanah dituangkan pada saringan bertingkat (Gambar 2) lalu disemprot dengan air bertekanan tinggi. Larutan tanah (supernatan) yang terdapat pada bagian paling bawah saringan diambil lalu dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse dan diberi larutan gula 60% yang dimasukkan pada bagian dasar tabung. Kemudian masukkan tabung sentrifuse tersebut ke dalam mesin sentrifuse selama 5 menit dengan kecepatan sentrifusi sebesar 3000 rpm. Larutan spora yang naik ke permukaan dipipet dan difilter dengan kertas saring. Spora yang terdapat pada kertas saring diamati dan dihitung dibawah mikroskop binokuler.



Gambar 2. Saringan Bertingkat

D. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap pola faktorial 4 x 3 x 2 yang terdiri dari tiga faktor yaitu faktor media tumbuh, pemupukan NPK dan inokulasi dengan mikoriza dengan 20 buah ulangan.

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

Jenis media tumbuh (A)

- A₁ : Tanah dan sabut kelapa (3 : 2)
 A₂ : Tanah dan kompos (3 : 2)
 A₃ : Sabut kelapa dan kompos (3 : 2)
 A₄ : Tanah, kompos dan sabut kelapa (1 : 1 : 1)

Pemupukan NPK (B)

- B₁ : 0 gram/bibit
 B₂ : 0.5 gram/bibit
 B₃ : 1.0 gram/bibit

Inokulasi Mikoriza (C)

- C₁ : Tanpa mikoriza
 C₂ : Dengan mikoriza *Glomus etunicatum* (50 spora / bibit)

Model rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Keterangan :

- Y_{ijkl} : nilai pengamatan pengaruh media ke-i, dosis pupuk NPK ke-j, inokulasi mikoriza ke-k dan ulangan ke-k.
 μ : nilai rata-rata umum
 A_i : pengaruh faktor jenis media taraf ke-i
 B_j : pengaruh faktor dosis pupuk NPK ke-j
 C_k : pengaruh faktor inokulasi mikoriza ke-k
 (AB)_{ij} : pengaruh interaksi media tumbuh pada taraf ke-i dengan dosis pupuk NPK pada taraf ke-j
 (AC)_{ik} : pengaruh interaksi media tumbuh pada taraf ke-i dengan inokulasi mikoriza pada taraf ke-k
 (BC)_{jk} : pengaruh interaksi dosis pupuk NPK pada taraf ke-j dengan inokulasi mikoriza pada taraf ke-k
 (ABC)_{ijk} : pengaruh interaksi media tumbuh pada taraf ke-i, dosis pupuk NPK pada taraf ke-j dan inokulasi mikoriza pada taraf ke-k
 e_{ijkl} : kesalahan percobaan yang disebabkan jenis media tumbuh pada taraf ke-i, dosis pupuk NPK yang diberikan pada taraf ke-j, inokulasi mikoriza pada taraf ke-k dan ulangan ke-k.

Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara berbagai perlakuan yang diberikan, maka dilakukan analisis sidik ragam dengan uji F terhadap variabel yang diamati. Jika ternyata terdapat perbedaan yang nyata, maka dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan melakukan uji *Duncan's Multiple Range Test* (Uji Duncan), yang tujuannya adalah untuk mengetahui beda rata-rata antara perlakuan. Untuk menghitung sidik ragam persen kolonisasi spora, data ditransformasi ke $\arcsin \sqrt{\% \text{kolonisasi}}$, sedang untuk jumlah spora data ditransformasi dalam $\log (X+1)$.



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Tinggi

Pertumbuhan tinggi bibit jati (*Tectona grandis*) mulai diukur 15 hari sejak penyapihan selama 3 bulan. Sidik ragam pertambahan tinggi bibit jati disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Sidik Ragam Pertumbuhan Tinggi Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 0.05	F Tabel 0.01	Pr > F
Perlakuan	23	3336.099000	145.047783	18.18 tn			0.0001
MEDIA	3	1298.720500	432.906833	54.25**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	805.471875	402.735938	50.47**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	245.518625	40.919771	5.13**	2.11	2.85	0.0001
MIKORIZA	1	850.668750	850.668750	106.61**	3.36	6.70	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	43.745417	14.581806	1.83 tn	2.61	3.83	0.1413
PUPUK*MIKORIZA	2	38.695875	19.347938	2.42 tn	3.02	4.66	0.0896
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	53.277958	8.879660	1.11 tn	2.11	2.85	0.3537
Galat Percobaan	456	3638.558000	7.979294				
Jumlah	479	6974.657000					

Keterangan :

tn : tidak nyata

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis media tumbuh, pupuk NPK 10:13:10, inokulasi cendawan mikoriza *Glomus etunicatum* dan interaksi antara jenis media tumbuh dan pemberian pupuk NPK berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi rata-rata bibit jati.

Perbandingan antar perlakuan dengan metoda Duncan's Multiple Range Test (uji lanjut Duncan) disajikan pada Tabel 2.

Uji lanjut Duncan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa laju pertambahan tinggi tertinggi sebesar 10.563 cm terdapat pada bibit yang ditanam pada kombinasi media tanah dan kompos daun kayu putih (3:2) yang merupakan media kontrol dalam penelitian ini. Sedangkan laju pertambahan tinggi terendah adalah 6.356 cm pada bibit yang ditanam pada media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2).

Penggunaan kombinasi media tanah, kompos daun kayu putih dan sabut kelapa (1:1:1), tanah dan sabut kelapa (3:2) serta sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2) ternyata tidak dapat meningkatkan tinggi bibit *T. grandis*.

Tabel 2. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Tinggi Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Pertambahan Tinggi Rata-Rata (cm)	Peningkatan Tinggi Terhadap Kontrol (%)
MEDIA		
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	10.563 a**	-
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	9.941 a	- 5.9
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	8.130 b	- 29.9
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	6.356 c	- 39.8
PUPUK NPK 10:13:10		
-Dosis 1 gram	10.482 a**	29.7
-Dosis 0.5 gram	8.391 b	13.9
-Dosis 0 gram	7.369 c	-
MIKORIZA		
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	10.079 a**	35.9
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	7.416 b	-

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Pemberian pupuk NPK (10:13:10) pada bibit jati dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan pertumbuhan tinggi terbesar pada bibit *T.grandis* (10.482 cm) dan mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 29.7% terhadap kontrol, sedangkan perlakuan tanpa pemupukan NPK (dosis 0 gram/bibit) menghasilkan pertumbuhan tinggi terendah, yaitu sebesar 7.369 cm.

Perlakuan inokulasi cendawan *Glomus etunicatum* berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit jati. Inokulasi cendawan mikoriza *G.etunicatum* pada bibit jati menghasilkan pertambahan tinggi rata-rata yang lebih tinggi (10.079 cm) daripada pertambahan tinggi rata-rata pada bibit jati yang tidak diinokulasi dengan cendawan mikoriza (7.416 cm) atau dengan kata lain inokulasi cendawan mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit *T.grandis* sebesar 35.9%.

Tabel 3. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tinggi Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Pertumbuhan Tinggi Rata-Rata (cm)	Peningkatan Tinggi Terhadap Kontrol (%)
A4B3	11.667 a**	8.5
A2B3	11.633 a	8.2
A2B1 (kontrol)	10.753 ab	-
A1B3	10.503 ab	- 2.3
A4B2	9.533 bc	-11.3
A2B2	9.305 bcd	-13.5
A4B1	8.623 cd	-19.8
A3B3	8.125 de	-24.2
A1B2	7.912 de	-26.4
A3B2	6.815 ef	-36.6
A1B1	5.975 f	-44.4
A3B1	4.128 g	-61.6

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

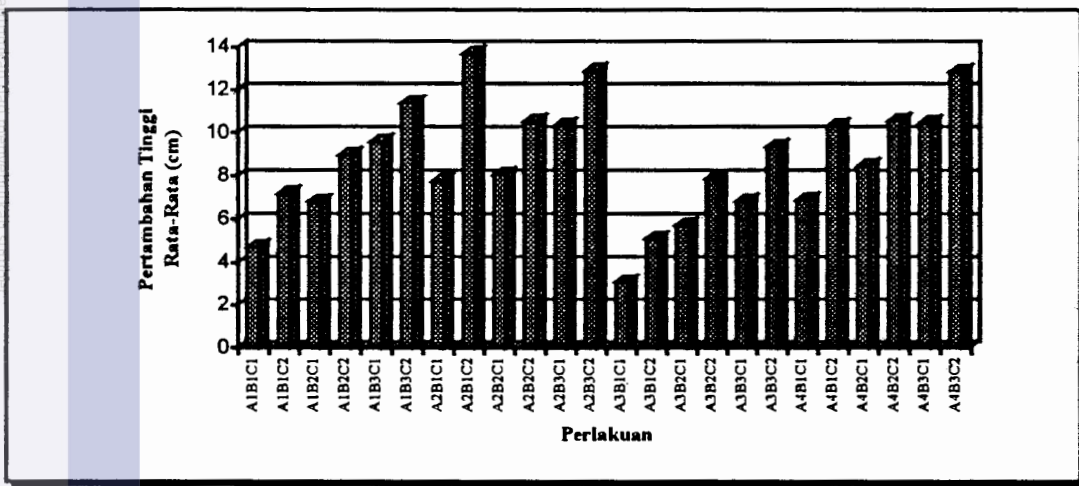
B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Hasil uji lanjut Duncan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan media tumbuh tanah, sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (1:1:1) dengan pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan pertumbuhan tinggi terbaik (11.667 cm). Perlakuan ini meningkatkan pertumbuhan tinggi sebesar 8.5% jika dibandingkan dengan kontrol. Pertumbuhan tinggi terendah (4.128 cm) ditemukan pada tanaman dengan kombinasi media tumbuh sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2).

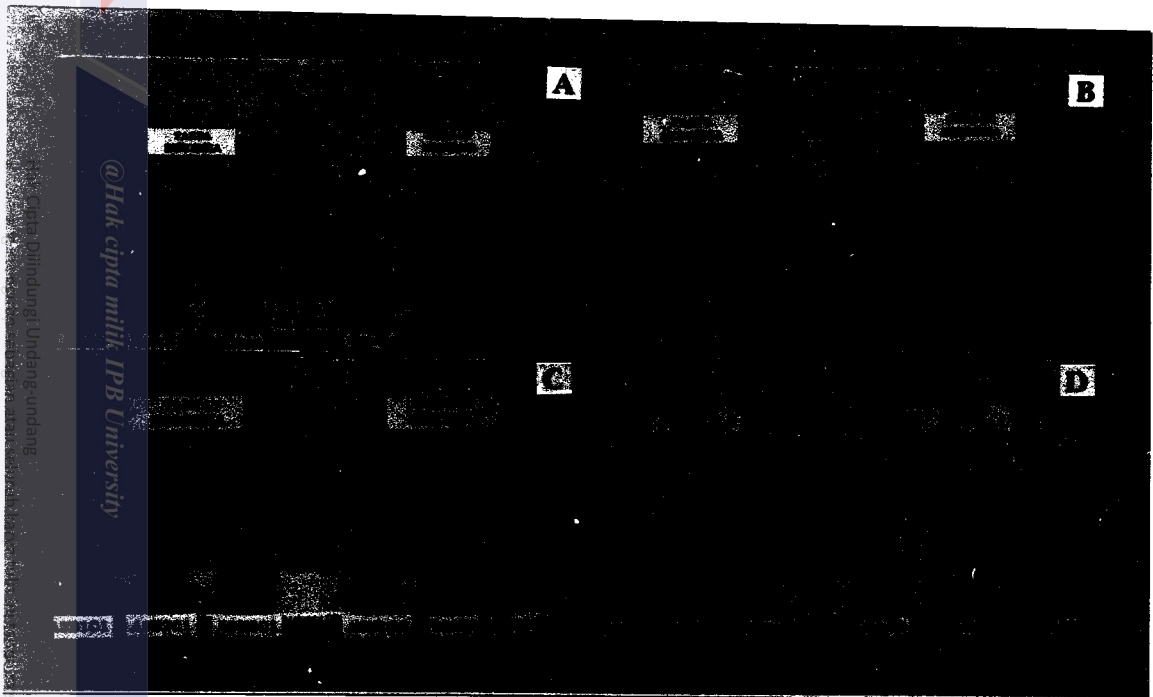
Pertumbuhan tinggi bibit jati dari kecambah sampai berumur 3 bulan pada penelitian ini disajikan dalam Gambar 3 dan 4. Perlakuan A2B1C2 (perlakuan berupa komposisi media tanah dan kompos daun kayu putih (3:2), tanpa pupuk NPK dan diinokulasi dengan cendawan *Glomus etunicatum*) memiliki pertumbuhan tinggi rata-rata tertinggi yaitu sebesar 13.73 cm dengan. Pertumbuhan tinggi terkecil adalah 3.12 cm pada tanaman dengan perlakuan A3B1C1 (media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2), tanpa pemupukan NPK dan tanpa diinokulasi dengan cendawan *G.etunicatum*).



Gambar 3. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Tinggi Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza



Gambar 4. Keragaan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan

Keterangan :

- A. Bibit *T. grandis* yang ditanam pada media tumbuh tanah : sabut kelapa (3:2)
- B. Bibit *T. grandis* yang ditanam pada media tanah : kompos daun kayu putih (3:2)
- C. Bibit *T. grandis* yang ditanam pada media sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)
- D. Bibit *T. grandis* yang ditanam pada media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa (1:1:1)

2. Diameter

Pengukuran diameter dilakukan pada leher akar bibit jati bersamaan dengan pengukuran tinggi bibit selama 3 bulan.

Sidik ragam pengaruh perlakuan media, pupuk, cendawan mikoriza dan kombinasinya terhadap diameter bibit jati disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Sidik Ragam Pertumbuhan Diameter Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	838.9652367	36.4767494	23.43 tn			0.0001
MEDIA	3	322.9779367	107.6593122	69.15**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	449.7458817	224.8729408	144.43**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	35.4089983	5.9014997	3.79**	2.11	2.85	0.0011
MIKORIZA	1	9.9878700	9.9878700	6.41*	3.36	6.70	0.0117
MEDIA*MIKORIZA	3	11.3496700	3.7832233	2.43 tn	2.61	3.83	0.0646
PUPUK*MIKORIZA	2	0.0124650	0.0062325	0.00 tn	3.02	4.66	0.9960
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	9.4824150	1.5804025	1.02 tn	2.11	2.85	0.4147
Galat Percobaan	456	709.9891600	1.5569938				
Jumlah	479	1548.9543967					

Keterangan :

tn : tidak nyata

* : berbeda nyata pada taraf uji F 0.05

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Hasil sidik ragam pada Tabel 4 menunjukkan bahwa jenis media dan dosis pupuk memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan diameter bibit jati. Inokulasi cendawan mikoriza berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter bibit jati.

Interaksi antara jenis media tumbuh dan pemberian pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan diameter bibit jati pada taraf uji F 0.01. Sedangkan interaksi antara jenis media tumbuh dan cendawan mikoriza, interaksi antara pemberian pupuk dan cendawan mikoriza serta interaksi antara jenis media tumbuh, pemberian pupuk dan cendawan mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter bibit *T. grandis*.

Tabel 5. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Diameter Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Pertumbuhan Diameter Rata-Rata (mm)	Peningkatan Diameter Terhadap Kontrol (%)
MEDIA		
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	4.7 a**	-
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	4.1 b	-12.8
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	4.0 b	-14.9
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	2.5 c	-46.8
PUPUK NPK 10:13:10		
-Dosis 1 gram	4.8 a**	92.0
-Dosis 0.5 gram	4.1 b	64.0
-Dosis 0 gram	2.5 c	-
MIKORIZA		
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	4.0 a*	8.1
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	3.7 b	-

Keterangan :

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT0)

**Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji lanjut Duncan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter tertinggi (4.7 mm) terdapat pada tanaman yang ditanam pada media A2 (tanah dan kompos daun kayu putih). Pada jenis media A4 (tanah, kompos daun kayu putih, sabut kelapa) tidak berbeda nyata dengan media A1 (tanah dan sabut kelapa), namun dari keduanya media A4 memiliki pertumbuhan diameter rata-rata yang lebih tinggi (4.1 mm). Sedangkan pertumbuhan diameter rata-rata terendah (2.5 mm) terdapat pada tanaman yang ditanam pada media A3 (sabut kelapa dan kompos daun kayu putih).

Ketiga jenis media tumbuh (A1, A3 dan A4) selain kontrol (A2) ternyata tidak meningkatkan pertumbuhan diameter bibit, dan pertumbuhan diameter bibit ini lebih kecil bila dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media tumbuh tanah dan kompos daun kayu putih (kontrol) untuk pertumbuhan *T. grandis* adalah yang terbaik.

Ketiga perlakuan pemberian pupuk NPK pada berbagai dosis memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan diameter bibit jati. Pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan pemberian pupuk NPK dengan dosis

0.5 gram/bibit dan 0 gram/bibit. Pertumbuhan diameter rata-rata tertinggi (4.8 mm) terdapat pada tanaman yang diberi pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan mampu meningkatkan pertumbuhan diameter bibit *T. grandis* sebesar 92.0% terhadap kontrol. Pertumbuhan diameter rata-rata terendah (2.5 mm) terdapat pada tanaman yang tidak diberi pupuk NPK.

Inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan diameter rata-rata bibit jati dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi cendawan mikoriza. Pertumbuhan diameter rata-rata tertinggi (4.0 mm) terdapat pada tanaman yang diinokulasi dengan cendawan *G. etunicatum*, sedangkan pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan cendawan mikoriza, pertumbuhan diameter rata-rata hanya sebesar 3.7 mm. Dalam hal ini cendawan mikoriza telah meningkatkan pertumbuhan diameter bibit *T. grandis* rata-rata sebesar 8.1% terhadap kontrol.

Tabel 6. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Diameter Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Pertumbuhan Diameter Rata-Rata (mm)	Peningkatan Diameter Terhadap Kontrol (%)
A2B3	5.7 a**	62.9
A1B3	5.4 ab	54.3
A4B3	5.3 ab	51.4
A2B2	4.9 b	40.0
A1B2	4.3 c	22.9
A4B2	4.2 c	20.0
A2B1 (kontrol)	3.5 d	-
A3B2	3.0 de	-14.3
A3B3	2.9 de	-17.1
A4B1	2.8 e	-20.0
A1B1	2.2 f	-37.1
A3B1	1.5 g	-57.1

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

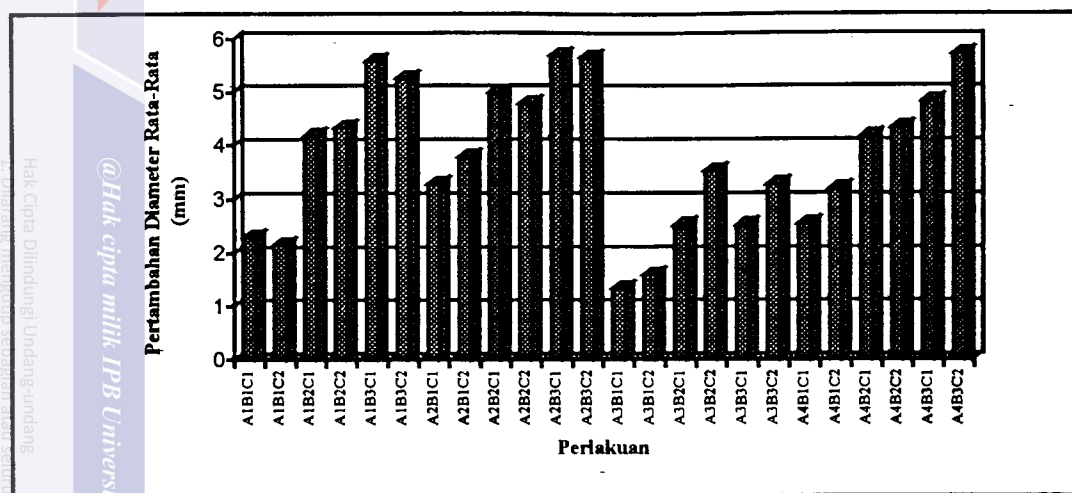
B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan jenis media tumbuh dan pupuk yang terbaik untuk pertumbuhan diameter bibit *T. grandis* adalah kombinasi media tanah dan kompos daun kayu putih (3:2) dengan dosis pemupukan NPK sebanyak 1 gram/bibit (5.7 mm). Perlakuan ini mampu meningkatkan pertumbuhan diameter bibit sebesar 62.9% terhadap kontrol. Pertumbuhan diameter terendah (1.5 mm) terdapat pada kombinasi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2).

Grafik pertumbuhan diameter rata-rata dari setiap perlakuan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk histogram pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Diameter Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

3. Kekokohan / Vigor

Kekokohan bibit/vigor merupakan perbandingan antara tinggi dan diameter bibit yang diukur pada pengamatan terakhir. Sidik ragam kekokohan bibit *T. grandis* disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Daftar Sidik Ragam Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	71816.535	3122.458	15.55 tn			0.0001
MEDIA	3	22279.941	7426.647	36.99 **	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	38245.647	19122.824	95.25 **	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	4784.848	797.475	3.97 **	2.11	2.85	0.0007
MIKORIZA	1	372.593	372.593	1.86 tn	3.36	6.70	0.1738
MEDIA*MIKORIZA	3	3846.083	1282.028	6.39 **	2.61	3.83	0.0003
PUPUK*MIKORIZA	2	1426.514	713.257	3.55 *	3.02	4.66	0.0294
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	860.909	143.485	0.71 tn	2.11	2.85	0.6379
Galat Percobaan	456	91544.988	200.757				
Jumlah	479	163361.522					

Keterangan :

tn : tidak nyata

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

* : berbeda nyata pada taraf uji F 0.05

Sidik ragam pada Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK, inokulasi cendawan mikoriza dan interaksi antara pupuk dan cendawan mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap kekokohan bibit *T. grandis*.

Tabel 8. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Kekokohan Rata-Rata
MEDIA	
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	54.2 a**
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	41.0 b
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	38.9 bc
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	36.6 c
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 0 gram	55.3 a**
-Dosis 1 gram	36.6 b
-Dosis 0.5 gram	36.0 b

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Berdasarkan pengamatan terhadap bibit *T. grandis* umur 3 bulan yang telah siap ditanam di lapangan, nilai kekokohan rata-rata yang dihasilkan oleh bibit *T. grandis* adalah sebesar 40.7 (Lampiran 4).

Uji lanjut Duncan pada Tabel 8 menunjukkan bahwa jenis media tumbuh yang menghasilkan nilai kekokohan terbaik adalah tanah dan sabut kelapa (3:2) yaitu sebesar 41.0. Media tersebut menghasilkan nilai kekokohan yang mendekati nilai kekokohan rata-rata bibit *T. grandis* yang telah siap tanam. Jenis media berupa tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa memiliki nilai kekokohan bibit yang tidak berbeda nyata dengan media tanah dan sabut kelapa (38.9). Media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih memiliki nilai kekokohan (54.2) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi kurang diimbangi dengan pertumbuhan diameter batang. Media tanah dan kompos daun kayu putih sebaliknya menghasilkan nilai kekokohan dibawah nilai kekokohan bibit yang telah siap tanam, yaitu sebesar 36.6. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter tertinggi dihasilkan pada media tanah:kompos daun kayu putih, dan nilai kekokohan yang dihasilkan masih berada dalam kisaran nilai kekokohan rata-rata (40.7).

Pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan nilai kekokohan terbaik sebesar 36.6 atau hampir mendekati nilai kekokohan rata-rata bibit yang siap tanam (40.7). Pemberian pupuk NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit menghasilkan pengaruh yang tidak nyata dengan pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit. Perlakuan tanpa pemupukan menghasilkan nilai kekokohan (55.3) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi kurang seimbang dengan pertumbuhan diameter, karena pertumbuhan tinggi jauh lebih pesat dibandingkan dengan pertumbuhan diameter.

Uji Duncan pada Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai kekokohan terbaik (42.41) dihasilkan pada interaksi antara media tumbuh sabut kelapa:kompos daun kayu putih dan pemupukan NPK pada dosis 0.5 gram/bibit. Perlakuan ini menghasilkan nilai kekokohan yang mendekati nilai kekokohan pada bibit *T. grandis* yang siap ditanam di lapangan (40.7). Perlakuan kontrol menghasilkan nilai

kekokohan rata-rata yang cukup baik, yaitu sebesar 46.10. Interaksi antara media sabut kelapa:kompos daun kayu putih dan perlakuan tanpa pemupukan (A3*B1) serta interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih dan pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit (A2*B3) menghasilkan nilai kekokohan yang kurang baik dibandingkan perlakuan lainnya, dan menunjukkan ketidakseimbangan antara pertumbuhan tinggi dan diameter bibit.

Tabel 9. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Nilai Kekokohan Rata-Rata (mm)
A3B1	67.54 a**
A1B1	58.37 b
A3B3	52.51 bc
A4B1	49.10 cd
A2B1 (kontrol)	46.10 c
A3B2	42.41 d
A4B2	35.33 e
A2B2	33.46 e
A1B2	33.00 e
A4B3	32.16 e
A1B3	31.58 e
A2B3	30.34 e

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

Tabel 10. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Cendawan Mikoriza Terhadap Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x MIKORIZA	Kekokohan Rata-Rata
A3C1	57.88 a**
A3C2	50.43 b
A1C2	44.67 bc
A4C2	39.83 cd
A2C2	39.22 cd
A4C1	37.89 d
A1C1	37.29 d
A2C1 (kontrol)	34.04 d

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

Uji Duncan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa interaksi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dan inokulasi cendawan *G. etunicatum* menghasilkan nilai kekokohan terbaik (39.83) atau hampir mendekati nilai kekokohan rata-rata bibit yang siap tanam. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut telah menghasilkan bibit yang layak untuk ditanam di lapangan.

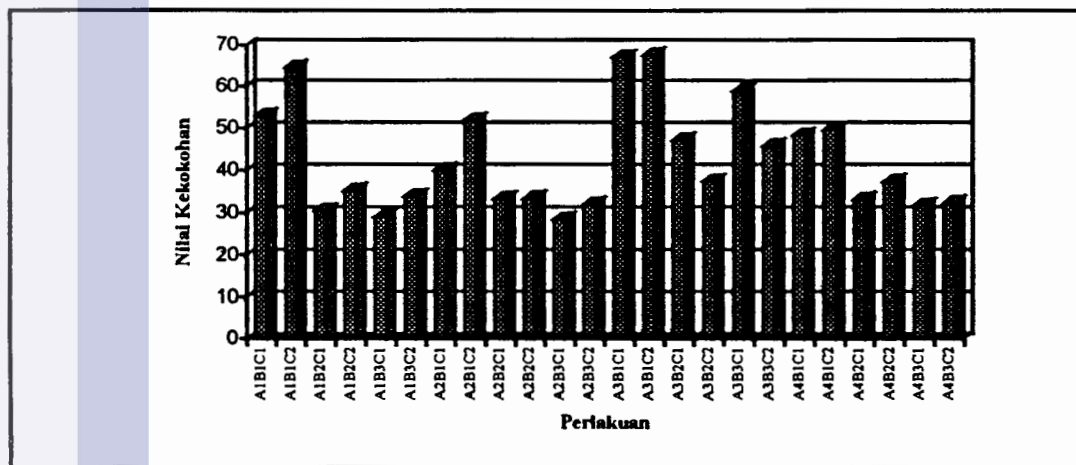
Interaksi antara media sabut kelapa:kompos daun kayu putih tanpa inokulasi cendawan mikoriza (A3*C1) dan interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih tanpa inokulasi cendawan mikoriza (A2*C1) menghasilkan nilai kekokohan yang kurang baik dibandingkan perlakuan lainnya, dengan pertumbuhan tinggi yang kurang seimbang dengan pertumbuhan diameter.

Tabel 11. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Mikoriza Terhadap Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI PUPUK x MIKORIZA	Kekokohan Rata-Rata
B1C2	58.58 a*
B1C1	51.97 b
B3C1	37.19 c
B2C1	36.16 c
B3C2	36.10 c
B2C2	35.93 c

Keterangan :
 B1 : NPK dosis 0 gram/bibit
 B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit
 B3 : NPK dosis 1 gram/bibit
 * Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)
 C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G.etunicatum*
 C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

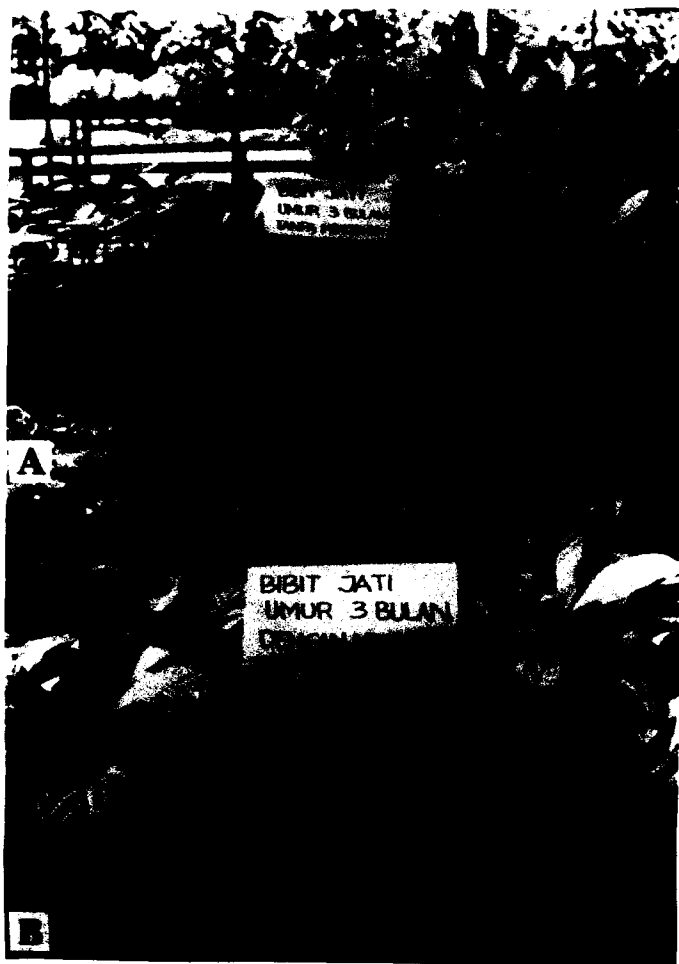
Uji Duncan pada Tabel 11 menunjukkan bahwa interaksi antara pupuk NPK dan cendawan mikoriza menghasilkan nilai kekokohan terbaik (37.19) pada kombinasi dosis pemupukan 1 gram/bibit tanpa inokulasi cendawan *G. etunicatum*. Interaksi antara perlakuan tanpa pemupukan NPK dengan inokulasi cendawan mikoriza (B1*C2) dan perlakuan dengan dosis NPK 0.5 gram/bibit dengan inokulasi cendawan mikoriza (B2*C2) menghasilkan nilai kekokohan yang kurang baik dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai kekokohan pada interaksi ketiga perlakuan tersebut digambarkan dalam bentuk histogram yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Kekokohan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :
 A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2);
 A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Histogram pada Gambar 6 menunjukkan bahwa interaksi media tumbuh, pupuk NPK dan cendawan mikoriza menghasilkan nilai kekokohan terbaik pada A2B1C1 (interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan NPK dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza) yaitu sebesar 40.09. Nilai kekokohan tersebut hampir mendekati nilai kekokohan bibit *T. grandis* yang telah siap ditanam di lapangan (Lampiran 4). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut telah menghasilkan bibit yang layak untuk ditanam di lapangan. Perlakuan A2B3C1 (media tanah:kompos daun kayu putih, dosis NPK 1 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza) menghasilkan nilai kekokohan terendah yaitu sebesar 28.61, dan perlakuan A3B1C2 (media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan, dengan inokulasi cendawan mikoriza) menghasilkan nilai kekokohan tertinggi sebesar 67.84. Kedua perlakuan tersebut menghasilkan nilai kekokohan yang kurang baik dan menunjukkan pertumbuhan tinggi dan diameter yang tidak seimbang.



Gambar 7. Keragaan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan di Lapangan yang Diinokulasi dan Tidak Diinokulasi dengan Cendawan Mikoriza *Glomus etunicatum*

4. Berat Kering Total

Berat kering total diperoleh dari penimbangan berat biomassa total dari bibit *T. grandis* dari semua perlakuan yang dinyatakan dalam persen.

Analisis statistik berat kering total dari semua perlakuan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Sidik Ragam Berat Kering Total Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	1283.611326	55.809188	55.21 tn			0.0001
MEDIA	3	437.322252	145.774084	144.22**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	654.299060	327.149530	323.66**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	122.856066	20.476011	20.26**	2.11	2.85	0.0001
MIKORIZA	1	46.684569	46.684569	46.19**	3.36	2.85	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	5.044186	1.681395	1.66 tn	2.61	3.83	0.1741
PUPUK*MIKORIZA	2	8.748064	4.374032	4.33*	3.02	4.66	0.0137
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	8.657131	1.442855	1.43 tn	2.11	2.85	0.2023
Galat Percobaan	456	460.919111	1.010788				
Jumlah	479	1744.530438					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

* : berbeda nyata pada taraf uji F 0.05

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Tabel 12 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tumbuh, pemupukan NPK, inokulasi cendawan mikoriza dan interaksi antara jenis media tumbuh dan pupuk NPK berpengaruh sangat nyata terhadap parameter berat kering total rata-rata bibit *T. grandis*. Sedangkan interaksi antara pupuk NPK dan inokulasi cendawan mikoriza berpengaruh nyata terhadap berat kering total tanaman.

Untuk mengetahui perlakuan yang terbaik bagi berat kering total rata-rata, maka dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT), yang hasilnya disajikan pada Tabel 13.

Uji lanjut Duncan pada Tabel 13 menunjukkan bahwa jenis media tumbuh kontrol (tanah dan kompos daun kayu putih) berpengaruh nyata terhadap berat kering total bibit dengan jenis media tumbuh tanah:sabut kelapa, tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dan sabut kelapa: kompos daun kayu putih. Maka dalam hal ini campuran media tanah dan kompos daun kayu putih merupakan media terbaik dari jenis media tumbuh lainnya.

Tabel 13 menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK (10:13:10) pada ketiga taraf dosis memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering total rata-rata bibit *T. grandis*. Pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan berat kering total rata-rata tertinggi (4.2 gram/bibit) dengan peningkatan berat kering total sebesar 200.0% terhadap kontrol. Pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit dapat meningkatkan penambahan berat kering total tanaman sebesar 128.6% dari kontrol. Perlakuan tanpa pemupukan NPK memberikan berat kering total rata-rata terendah

(3.2 gram/bibit).

Perlakuan inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum* menghasilkan pengaruh yang nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi cendawan mikoriza terhadap berat kering total rata-rata bibit *T. grandis*. Berat kering total rata-rata tertinggi (3.2 gram/bibit) dihasilkan pada tanaman yang diinokulasi dengan cendawan mikoriza *G. etunicatum* dengan peningkatan berat kering total sebesar 23.1% terhadap tanaman yang tidak diinokulasi dengan cendawan mikoriza (2.6 gram/bibit).

Tabel 13. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Berat Kering Total Rata-Rata (gram)	Peningkatan Berat Kering Total Terhadap Kontrol (%)
MEDIA		
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	3.8 a**	-
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	3.3 b	-13.2
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	3.3 b	-13.2
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	1.3 c	-65.8
PUPUK NPK 10:13:10		
-Dosis 1 gram	4.2 a**	200.0
-Dosis 0.5 gram	3.2 b	128.6
-Dosis 0 gram	1.4 c	-
MIKORIZA		
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	3.2 a**	23.1
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	2.6 b	-

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Tabel 14. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Berat Kering Total Rata-Rata (gram)	Peningkatan Berat Kering Total Terhadap Kontrol (%)
A1B3	5.2 a**	126.1
A2B3	5.1 a	121.7
A4B3	4.9 a	113.0
A2B2	4.0 b	73.9
A1B2	3.6 b	56.5
A4B2	3.2 c	39.1
A2B1 (kontrol)	2.3 d	-
A3B2	1.9 de	-17.4
A4B1	1.8 e	-21.7
A3B3	1.5 e	-34.8
A1B1	1.0 f	-56.5
A3B1	0.5 g	-78.3

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 14 menunjukkan bahwa interaksi antara jenis media tumbuh tanah dan sabut kelapa (3:2) dengan dosis pupuk NPK 1 gram/bibit menghasilkan nilai berat kering total rata-rata terbaik (5.2 gram/bibit) dengan peningkatan sebesar 130.6% terhadap kontrol. Perlakuan

ini memberikan pengaruh yang hampir sama dengan kombinasi media tanah:kompos daun kayu putih (3:2) sebesar 5.1 gram/bibit dan kombinasi media tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih (1:1:1) (4.9 gram/bibit). Berat kering total rata-rata terendah didapat pada kombinasi perlakuan media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (0.5 gram/bibit).

Tabel 15. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Berat Kering Total Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI PUPUK x MIKORIZA	Berat Kering Total Rata-Rata (gram)	Peningkatan Berat Kering Total Terhadap Kontrol (%)
B3C2	4.7 a*	291.7
B3C1	3.7 b	208.3
B2C2	3.4 b	183.3
B2C1	2.9 c	141.7
B1C2	1.6 d	33.3
B1C1 (kontrol)	1.2 d	-

Keterangan :

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

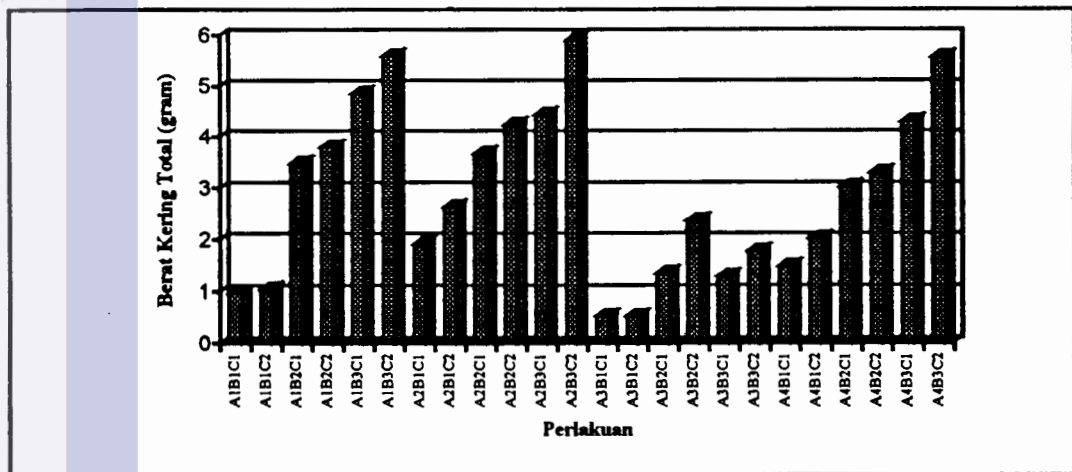
B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G.etunicatum*

C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

Uji lanjut Duncan pada Tabel 15 menunjukkan bahwa berat kering rata-rata bibit *T. grandis* tertinggi (4.7 gram/bibit) terdapat pada kombinasi perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum*. Perlakuan ini mampu meningkatkan berat kering total tanaman sebesar 291.7% terhadap kontrol. Sedangkan kombinasi perlakuan tanpa pemupukan dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza *G.etunicatum* (kontrol) menghasilkan berat kering total rata-rata terendah (1.2 gram/bibit).



Gambar 8. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Berat Kering Total Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2);

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK

dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Histogram pada Gambar 8 menunjukkan bahwa perlakuan A2B3C2 yang terdiri dari jenis media tumbuh tanah dan kompos daun kayu putih, pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum* menghasilkan berat kering total rata-rata tertinggi (5.9 gram/bibit) dari semua perlakuan dalam penelitian ini. Adapun berat kering total rata-rata terendah (0.5 gram/bibit) terdapat pada perlakuan A3B1C1 yaitu terdiri dari media tumbuh sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan NPK dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza.

5. Nisbah Pucuk Akar

Nisbah pucuk akar adalah perbandingan antara berat kering pucuk dan berat kering akar. Sidik ragam nisbah pucuk akar disajikan pada Tabel 16 berikut.

Tabel 16. Sidik Ragam Nisbah Pucuk Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	211.0664193	9.1768008	10.19 tn			0.0001
MEDIA	3	69.3678593	23.1226198	25.68**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	69.0802435	34.5401218	38.36**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	17.7334554	2.9555759	3.28**	2.11	2.85	0.0036
MIKORIZA	1	17.4463815	17.4463815	19.38**	3.36	6.70	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	4.3268866	1.4422955	1.60 tn	2.61	3.83	0.1881
PUPUK*MIKORIZA	2	16.8999745	8.4499873	9.39**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	16.2116184	2.7019364	3.00**	2.11	2.85	0.0069
Galat Percobaan	456	410.5410779	0.9003094				
Jumlah	479	621.6074971					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Hasil sidik ragam pada Tabel 16 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tumbuh, pemberian pupuk, inokulasi cendawan mikoriza, interaksi antara jenis media tumbuh dan pemberian pupuk, interaksi antara pemberian pupuk dan inokulasi cendawan mikoriza serta interaksi antara jenis media tumbuh, pemberian pupuk dan inokulasi cendawan mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap nisbah pucuk akar rata-rata bibit *T. grandis*.

Untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh yang terbaik bagi nisbah pucuk akar bibit *T. grandis* dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test yang disajikan dalam Tabel

17.

Tabel 17. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata
MEDIA	
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	2.569 a**
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	1.927 b
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	1.644 c
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	1.632 c
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 0 gram	2.459 a**
-Dosis 1 gram	1.811 b
-Dosis 0.5 gram	1.559 c
MIKORIZA	
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	2.134 a**
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	1.752 b

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Nisbah pucuk akar terbaik (1.632) berdasarkan hasil uji lanjut Duncan pada Tabel 17 dihasilkan pada tanaman yang ditanam pada jenis media A1 (tanah dan sabut kelapa). Media tumbuh sabut kelapa dan kompos daun kayu putih (3:2) menghasilkan nilai nisbah pucuk akar tertinggi yaitu sebesar 2.569.

Perlakuan pemupukan NPK pada tiga taraf dosis memberikan pengaruh yang nyata satu sama lain terhadap nisbah pucuk akar bibit *T. grandis*. Perlakuan pemberian pupuk NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit menghasilkan nilai nisbah pucuk akar terbaik (1.559). Nilai nisbah pucuk akar tertinggi dihasilkan pada perlakuan tanpa pemupukan, yaitu sebesar 2.459.

Inokulasi cendawan mikoriza berpengaruh nyata terhadap nisbah pucuk akar bibit *T. grandis* dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulasi cendawan mikoriza. Nisbah pucuk akar terbaik (1.752) didapat pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan cendawan mikoriza *G. etunicatum* atau meningkat sebesar 21.8%.

Tabel 18. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata	Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata
A3B3	2.850 a**	A4B2	1.739 de
A3B1	2.834 a	A1B3	1.539 ef
A4B1	2.510 ab	A4B3	1.532 ef
A2B1	2.282 bc	A2B2	1.327 ef
A1B1	2.211 bc	A2B3	1.322 ef
A3B2	2.022 cd	A1B2	1.146 f

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

**Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 18 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan jenis media tumbuh tanah dan sabut kelapa dengan dosis pemupukan NPK 0.5 gram/bibit menghasilkan nisbah pucuk akar rata-rata terbaik (1.146), kemudian diikuti dengan kombinasi media tumbuh tanah:kompos daun kayu putih dan dosis pemupukan 1 gram/bibit (42.1%). Nilai nisbah pucuk akar tertinggi (2.85) diperoleh pada kombinasi jenis media tumbuh sabut kelapa:kompos daun kayu putih dengan dosis pemupukan 1 gram/bibit.

Tabel 19. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI PUPUK xMIKORIZA	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata	Perlakuan INTERAKSI PUPUK x MIKORIZA	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata
B1C2	2.915 a**	B3C1	1.761 bcd
B1C1	2.003 b	B2C2	1.625 cd
B3C2	1.860 bc	B2C1	1.492 d

Keterangan :

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit
B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit
B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G.etunicatum*
C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 19 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum* memberikan nisbah pucuk akar terbaik (1.492). Adapun nisbah pucuk akar tertinggi (2.915) didapat pada kombinasi perlakuan tanpa pemupukan NPK dengan inokulasi cendawan *G.etunicatum*. Nilai nisbah pucuk akar yang baik berkisar antara 1 dan 3 (Duryea & Brown, 1984).

Tabel 20. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan-

Perlakuan INTERAKSI MEDIAXPUPUKxMIKORIZA	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata	Perlakuan INTERAKSI MEDIAXPUPUKxMIKORIZA	Nisbah Pucuk Akar Rata-Rata
A3B1C2	3.784 a**	A3B2C2	1.827 efghi
A3B3C2	3.124 b	A4B3C1	1.631 fghij
A4B1C2	2.837 bc	A1B3C2	1.584 fghij
A3B3C1	2.575 bcd	A4B2C1	1.548 fghij
A1B1C2	2.564 bcd	A1B3C1	1.495 ghij
A2B1C2	2.476 bcde	A4B3C2	1.433 hij
A3B2C1	2.216 cdef	A2B2C2	1.425 hij
A4B1C1	2.184 cdefg	A2B3C1	1.343 ij
A2B1C1	2.087 defgh	A1B2C2	1.317 ij
A4B2C2	1.931 defghi	A2B3C2	1.300 ij
A3B1C1	1.885 defghi	A2B2C1	1.230 ij
A1B1C1	1.858 defghi	A1B2C1	0.975 j

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

C2 : Dengan inokulasi mikoriza

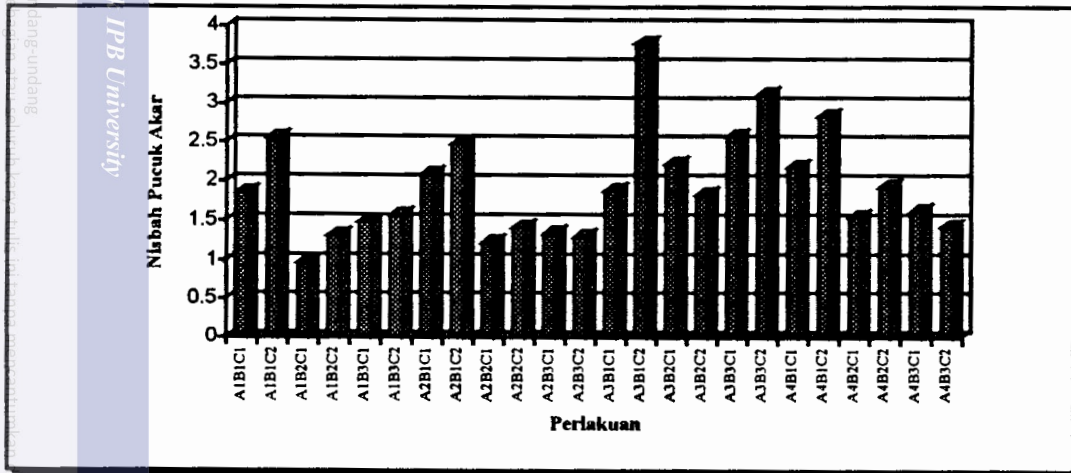
A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Tabel 20 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan jenis media tumbuh, dosis pemupukan NPK dan cendawan mikoriza yang memberikan nilai nisbah pucuk akar terbaik (1.23) terdapat pada kombinasi perlakuan jenis media tumbuh tanah:kompos daun kayu putih, pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza. Nilai nisbah pucuk akar tertinggi (3.784) dihasilkan pada kombinasi perlakuan media tumbuh sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan NPK dan dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*.



Gambar 9. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Nisbah Pucuk Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2) ; A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2) ; A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2) ; A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1) ; B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Histogram pada Gambar 9 menunjukkan bahwa perlakuan A3B1C2 (media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan dan dengan inokulasi cendawan mikoriza) menghasilkan nisbah pucuk akar rata-rata tertinggi (3.784) dari semua perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini. Nilai nisbah pucuk akar terendah (0.975) terdapat pada perlakuan A1B2C1 (media tanah dan sabut kelapa, dosis pemupukan NPK 0.5 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza).

6. Geometri Akar

Pengukuran geometri perakaran meliputi pengukuran jumlah dan penyebaran perakaran dalam tanah.

a. Jumlah Akar

Penghitungan jumlah akar meliputi penghitungan jumlah akar primer dan sekunder. Sidik ragam perhitungan jumlah akar bibit disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21. Sidik Ragam Jumlah Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	13726.66667	596.81159	9.36			0.0001
MEDIA	3	6312.56667	2104.18889	32.99**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	5075.55417	2537.77708	39.78**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	1013.24583	168.87431	2.65*	2.11	2.85	0.0156
MIKORIZA	1	508.40833	508.40833	7.97**	3.36	6.70	0.0050
MEDIA*MIKORIZA	3	116.35833	38.78611	0.61 tn	2.61	3.83	0.6101
PUPUK*MIKORIZA	2	337.27917	168.63958	2.64 tn	3.02	4.66	0.0722
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	363.25417	60.54236	0.95 tn	2.11	2.85	0.4595
Galat Percobaan	456	29087.20000	63.78772				
Jumlah	479	42813.86667					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

* : berbeda nyata pada taraf uji F 0.05

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Hasil sidik ragam pada Tabel 21 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tumbuh, pemupukan dan inokulasi cendawan mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah akar bibit *T. grandis*. Interaksi antara jenis media dan pemupukan berpengaruh nyata terhadap jumlah akar, namun interaksi antara jenis media dan inokulasi cendawan mikoriza serta interaksi antara jenis media tumbuh, pemupukan dan inokulasi cendawan mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah akar bibit *T. grandis*. Uji lanjut Duncan disajikan dalam Tabel 22 berikut.

Tabel 22. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Jumlah Akar Rata-Rata	Peningkatan Jumlah Akar Terhadap Kontrol (%)
MEDIA		
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	31 a**	6.9
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	29 a	-
-Tanah: Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	29 a	- 0.0
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	22 b	- 24.1
PUPUK NPK 10:13:10		
-Dosis 1 gram	31 a**	34.8
-Dosis 0.5 gram	29 b	26.1
-Dosis 0 gram	23 c	-
MIKORIZA		
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	29 a**	7.4
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	27 b	-

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Hasil uji lanjut Duncan pada Tabel 22 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media A1 (tanah dan sabut kelapa), A2 (tanah dan kompos daun kayu putih) dan A4 (tanah, kompos daun kayu putih dan sabut kelapa) berpengaruh nyata terhadap media A3 (sabut kelapa dan kompos daun kayu putih). Jumlah akar terbanyak (31) ditemukan pada tanaman yang ditanam pada media A1 (tanah dan sabut

kelapa) dan mampu meningkatkan jumlah akar sebesar 6.9% terhadap media kontrol, sedangkan jumlah akar terendah (22) terdapat pada bibit yang ditanam pada media A3 (sabut kelapa dan kompos daun kayu putih) atau sebesar 24.1% lebih rendah dari kontrol.

Tabel 22 menunjukkan pula bahwa pemberian pupuk NPK dengan tiga taraf masing-masing berpengaruh nyata. Pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan jumlah akar terbanyak (31) dengan peningkatan jumlah akar sebesar 34.8% dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan jumlah akar sebesar 26.1% diikuti pada dosis pemupukan 0.5 gram/bibit. Sedangkan perlakuan tanpa pemupukan menghasilkan jumlah akar terendah (23).

Inokulasi cendawan *G. etunicatum* berpengaruh nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi cendawan mikoriza terhadap jumlah akar bibit *T. grandis*. Jumlah akar terbanyak (29) terdapat pada tanaman yang diinokulasi dengan cendawan mikoriza *G. etunicatum* yaitu dengan peningkatan jumlah akar sebanyak 7.4% terhadap kontrol. Jumlah akar terendah ditemukan pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan cendawan mikoriza *G. etunicatum* (27).

Tabel 23. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Jumlah Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Jumlah Akar Rata-Rata	Peningkatan Jumlah Akar Terhadap Kontrol (%)
A4B3	35 a*	40.0
A1B3	34 a	36.0
A2B3	34 a	36.0
A1B2	33 a	32.0
A2B2	30 b	20.0
A4B2	29 b	16.0
A1B1	25 c	0.0
A2B1 (kontrol)	25 c	-
A4B1	24 c	- 4.0
A3B2	24 c	- 4.0
A3B3	22 cd	- 12.0
A3B1	19 c	- 24.0

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

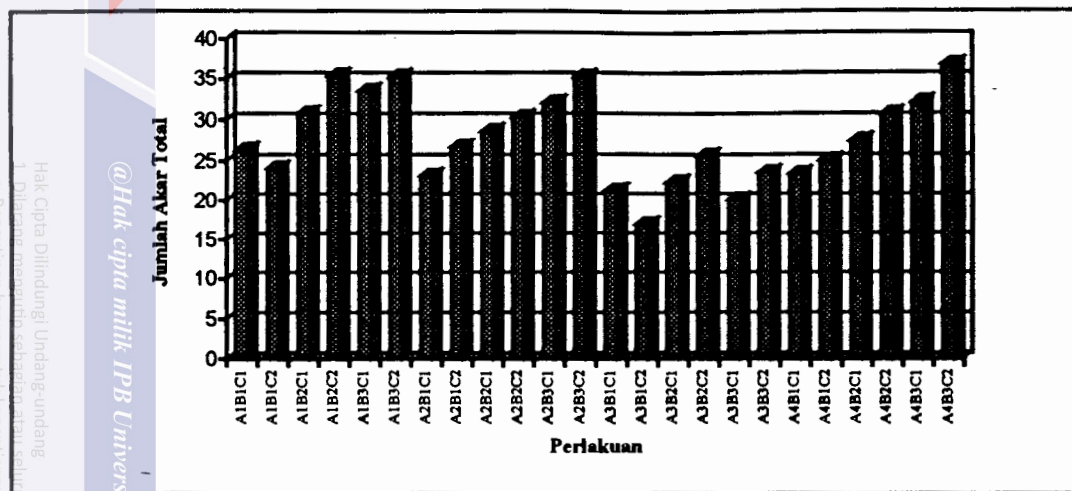
B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)

Tabel 23 menunjukkan bahwa interaksi pemberian jenis media tumbuh dan pemupukan NPK yang menghasilkan jumlah akar terbanyak (35) terdapat pada kombinasi media tumbuh tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih (1:1:1) dengan dosis pemupukan NPK sebanyak 1 gram/bibit. Perlakuan tersebut mampu meningkatkan jumlah akar sebesar 40.0%. Pengaruh yang hampir sama didapat pada kombinasi perlakuan jenis media tanah:sabut kelapa dengan dosis NPK 1 gram/bibit (36.0%), media tanah:kompos daun kayu putih dengan dosis NPK 1 gram/bibit (36.0%) dan media tanah:sabut kelapa dengan dosis NPK 0.5 gram/bibit. Jumlah akar terendah (19) dihasilkan oleh kombinasi perlakuan media tanah:sabut kelapa tanpa disertai pemupukan NPK dan memiliki jumlah akar 24.0% lebih rendah daripada kontrol.



Gambar 10. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Jumlah Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Histogram pada Gambar 10 menunjukkan bahwa perlakuan A4B3C2 (media tanah, kompos daun kayu putih dan sabut kelapa, dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit dan inokulasi *G. etunicatum*), memberikan jumlah akar rata-rata tertinggi (37). Jumlah akar rata-rata terendah (17) terdapat pada tanaman dengan perlakuan A3B1C2, yaitu dengan perlakuan jenis media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, tanpa pemupukan dan dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*.

b. Panjang Akar

Panjang akar dihitung berdasarkan jumlah panjang akar primer dan panjang akar sekunder. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap panjang akar bibit *T. grandis*, maka dilakukan analisis sidik ragam yang hasilnya disajikan pada Tabel 24.

Tabel 24. Sidik Ragam Panjang Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	991685.7457	43116.7716	9.17			0.0001
MEDIA	3	533208.1070	177736.0357	37.81**	2.61	3.83	0.0001
PUPUK	2	295136.3547	147568.1773	31.39**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK	6	103688.2520	17281.3753	3.68**	2.11	2.85	0.0014
MIKORIZA	1	23480.8163	23480.8163	5.00*	3.36	6.70	0.0259
MEDIA*MIKORIZA	3	16264.8757	5421.6252	1.15	2.61	3.83	0.3272
PUPUK*MIKORIZA	2	8637.2412	4318.6206	0.92	3.02	4.66	0.3998
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	11270.0988	1878.3498	0.40	2.11	2.85	0.8793
Kesalahan Percobaan	456	2143514.4340	4700.6895				
Jumlah	479	3135200.1797					

Keterangan :

* : berbeda nyata pada taraf uji F 0.05

** : berbeda sangat nyata pada taraf uji F 0.01

Hasil sidik ragam pada Tabel 24 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian jenis media tumbuh, pemupukan dengan NPK dan interaksi antara jenis media dan pemupukan menghasilkan pengaruh yang sangat nyata terhadap panjang akar bibit *T. grandis* sedangkan perlakuan inokulasi cendawan mikoriza memberikan pengaruh yang nyata.

Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan analisis data dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT), yang disajikan pada Tabel 25.

Tabel 25. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Panjang Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Panjang Akar Rata-Rata (cm)
MEDIA	
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	206.6 a**
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	183.2 b
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	179.9 b
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	116.7 c
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 1 gram	194.8 a**
-Dosis 0.5 gram	182.8 a
-Dosis 0 gram	137.2 b
MIKORIZA	
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	178.6 a*
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	164.6 b

Keterangan :

* Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji lanjut Duncan pada Tabel 25 menunjukkan bahwa media A1 (tanah dan sabut kelapa) menghasilkan panjang akar rata-rata terpanjang (206.6 cm) atau 12.8% lebih panjang daripada kontrol. Panjang akar rata-rata terpendek (116.7 cm) terdapat pada tanaman yang ditanam pada media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih dengan panjang akar 36.3% lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 25 menunjukkan bahwa pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit menghasilkan panjang akar rata-rata terpanjang (194.8 cm). Pengaruh serupa ditemukan pada perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit yang menghasilkan panjang akar rata-rata sepanjang 182.8 cm. Panjang akar rata-rata terpendek (137.2 cm) dihasilkan pada perlakuan tanpa pemupukan terhadap tanaman.

Inokulasi cendawan *G. etunicatum* pada tanaman jati dapat memperbaiki panjang akar tanaman (178.6 cm) dibandingkan tanpa inokulasi cendawan mikoriza (164.6 cm).

Uji Duncan pada Tabel 26 menunjukkan bahwa panjang akar rata-rata tertinggi (240.9 cm) diperoleh pada kombinasi perlakuan media tumbuh tanah dan sabut kelapa dengan dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit. Pengaruh yang hampir sama dihasilkan pada kombinasi media tanah:sabut kelapa dengan dosis pupuk NPK 1 gram/bibit (226 cm), media tanah:kompos daun kayu putih dengan dosis NPK 1 gram/bibit (218.5 cm) dan jenis media tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih dengan

dosis pupuk NPK 1 gram/bibit (217.8 cm). Panjang akar terpendek (100.1 cm) dihasilkan pada kombinasi media sabut kelapa:kompos daun kayu putih tanpa disertai pemupukan NPK.

Tabel 26. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Panjang Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Panjang Akar Rata-Rata (cm)
A1B2	240.9 a**
A1B3	226.0 a
A2B3	218.5 a
A4B3	217.8 a
A4B2	179.9 b
A2B2	177.4 b
A2B1 (kontrol)	153.6 bc
A1B1	153.2 bc
A4B1	142.0 cd
A3B2	133.1 cd
A3B3	116.9 de
A3B1	100.1 e

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

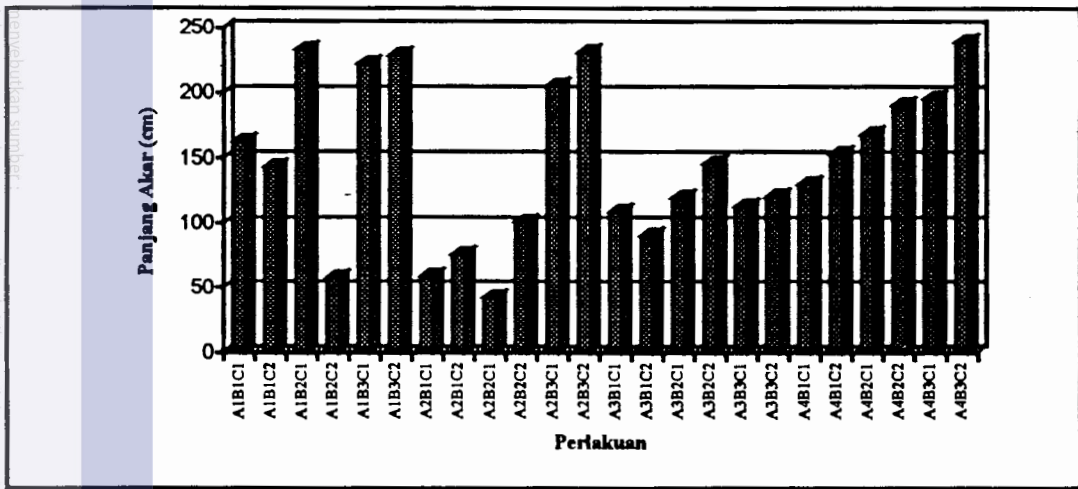
B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Perbandingan panjang akar untuk masing-masing perlakuan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk histogram yang disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Panjang Akar Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2);

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK

dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Histogram pada Gambar 11 menunjukkan bahwa panjang akar rata-rata terpanjang (239.61 cm) terdapat pada tanaman dengan perlakuan A4B3C2 (media tumbuh tanah, kompos daun kayu

putih dan sabut kelapa (1:1:1), pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan *G. etunicatum*). Sedangkan panjang akar terendah (42.60 cm) terdapat pada tanaman yang diberi perlakuan A2B2C1 (media tumbuh tanah dan kompos daun kayu putih, dosis pemupukan NPK 0.5 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza).

c. Sebaran Akar

Sebaran/distribusi perakaran dalam tanah dihitung berdasarkan jumlah akar pada bagian atas, tengah dan bawah dari sistem perakaran (Gambar 12A). Data jumlah akar pada bagian atas, tengah dan bawah perakaran dari setiap perlakuan disajikan dalam Tabel 27.

Tabel 27. Sebaran Akar Pada Tiga Zona Sistem Perakaran Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

KOMBINASI PERLAKUAN	JUMLAH SEBARAN AKAR		
	ATAS	TENGAH	BAWAH
A1B1C1	12	12	15
A1B1C2	11	10	17
A1B2C1	15	17	21
A1B2C2	15	16	20
A1B3C1	14	15	18
A1B3C2	16	17	21
A2B1C1	13	12	16
A2B1C2	12	14	17
A2B2C1	12	15	19
A2B2C2	14	16	18
A2B3C1	16	18	19
A2B3C2	16	16	18
A3B1C1	9	9	14
A3B1C2	9	8	11
A3B2C1	11	11	14
A3B2C2	11	10	15
A3B3C1	9	12	13
A3B3C2	10	9	12
A4B1C1	11	12	16
A4B1C2	12	11	13
A4B2C1	14	15	15
A4B2C2	16	13	19
A4B3C1	15	18	19
A4B3C2	16	14	20
JUMLAH	309	320	400

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

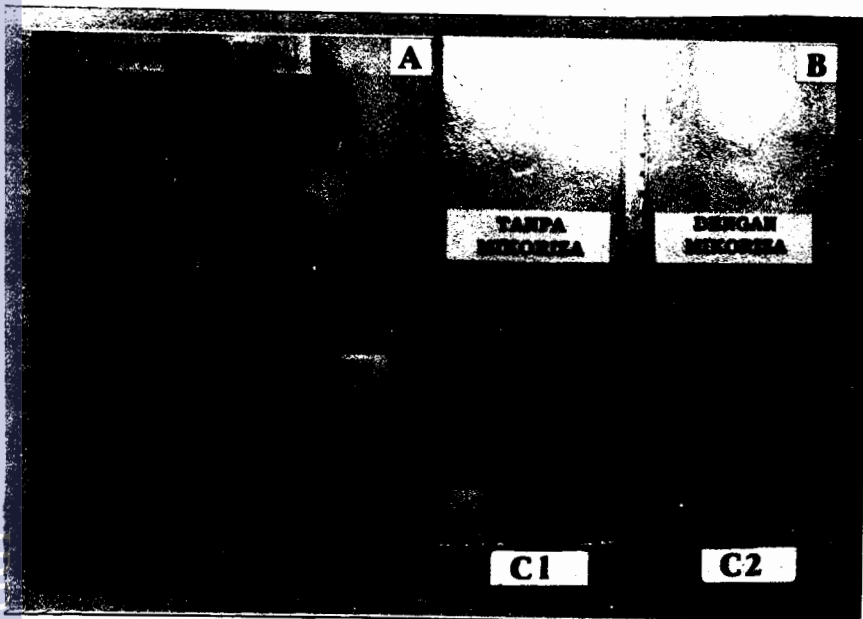
Tabel 27 menunjukkan bahwa jumlah akar terbanyak pada zona atas perakaran (16) dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A1B3C2 (media tanah:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, dengan inokulasi cendawan mikoriza), A2B3C1 (media tanah:kompos daun kayu putih, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, tanpa inokulasi cendawan mikoriza), A2B3C2 (media tanah:kompos daun kayu putih, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, tanpa inokulasi cendawan mikoriza) , A4B2C2 (media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit, dengan inokulasi cendawan mikoriza) dan A4B3C2 (media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, dengan inokulasi cendawan mikoriza). Jumlah akar terendah (9) dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A3B1C1 (media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa

pupuk NPK, tanpa inokulasi cendawan mikoriza), A3B1C2 (media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa pupuk NPK, dengan inokulasi cendawan mikoriza) dan A3B3C1 (media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, dosis pupuk 1 gram/bibit, tanpa inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum*).

Jumlah akar terbanyak pada zona tengah (18) dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A2B3C1 (media tanah:kompos daun kayu putih, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit dan tanpa inokulasi cendawan mikoriza) lalu diikuti dengan perlakuan A4B3C1 (jenis media tumbuh tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, tanpa inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum*). Sedangkan jumlah akar pada zona tengah perakaran paling sedikit (8) ditemukan pada kombinasi perlakuan A3B1C2 (jenis media tumbuh sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, tanpa pupuk NPK, dengan inokulasi cendawan mikoriza *G. etunicatum*).

Jumlah akar terbanyak pada zona bawah dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A1B2C1 (media tanah:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit, tanpa inokulasi cendawan mikoriza) dan A1B3C2 (media tanah dan kompos daun kayu putih, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, dengan inokulasi cendawan mikoriza) dengan jumlah akar sebanyak 21. Sedangkan jumlah akar terendah (11) terdapat pada kombinasi perlakuan A3B1C2 (media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, tanpa pupuk NPK, dengan inokulasi cendawan mikoriza).

Sebaran akar terbanyak dihasilkan pada zona perakaran bagian bawah dengan jumlah akar sebanyak 400 buah, diikuti oleh zona perakaran bagian tengah (320 buah) dan zona perakaran bagian atas (309 buah).



Gambar 12. Perhitungan Sebaran Akar Pada Bibit *Tectona grandis* Berdasarkan Zona Sistem Perakaran (A) dan Perbandingan Keragaan Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan Tanpa dan Dengan Mikoriza (B)



7. Relative Field Mycorrhizal Dependency (RFMD)

RFMD adalah nilai tingkat ketergantungan suatu tanaman terhadap mikoriza pada suatu tingkat kesuburan tanah tertentu. Sidik ragam nilai RFMD bibit *T. grandis* secara statistik ditampilkan pada Tabel 28.

Tabel 28. Sidik Ragam RFMD Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	556399.4388	24191.2799	3.97			
MEDIA	3	27590.0331	9196.6777	1.51 tn	2.61	3.83	0.2114
PUPUK	2	5441.1951	2720.5975	0.45 tn	3.02	4.66	0.6402
MEDIA*PUPUK	6	105464.3844	17577.3974	2.88**	2.11	2.85	0.0091
MIKORIZA	1	279408.2137	279408.2137	45.85**	3.36	6.70	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	27590.0331	9196.6777	1.51 tn	2.61	3.83	0.2114
PUPUK*MIKORIZA	2	5441.1951	2720.5975	0.45 tn	3.02	4.66	0.6402
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	105464.3844	17577.3974	2.88**	2.11	2.85	0.0091
Galat Percobaan	456	2778644.5217	6093.5187				
Jumlah	479	3335043.9605					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

** : sangat berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Tabel 29. Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap RFMD Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	RFMD Rata-Rata (%)
MEDIA	
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	36.71 tn
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	21.97
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	21.42
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	16.41
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 1 gram	28.71 tn
-Dosis 0.5 gram	22.96
-Dosis 0 gram	20.71

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)

Perlakuan faktor tunggal jenis media tumbuh dan pemupukan NPK tidak berpengaruh nyata terhadap nilai RFMD. Namun dari Tabel 29 diketahui bahwa campuran media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih memiliki nilai RFMD terbesar 36.71% dan nilai RFMD terkecil terdapat pada campuran media tanah dan sabut kelapa (16.41%). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman pada campuran media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih memiliki tingkat ketergantungan terhadap cendawan mikoriza *G. etunicatum* yang paling tinggi diantara jenis media yang lain.

Pemberian pupuk dengan dosis 1 gram/bibit memberikan nilai RFMD paling tinggi (28.71%). Sedangkan perlakuan tanpa pemupukan memberikan nilai RFMD terendah (20.71%).

Tabel 30. Pengaruh Cendawan Mikoriza Terhadap RFMD Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan MIKORIZA	RFMD Rata-Rata (%)
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	48.25 a**
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	00.00 b

Keterangan:

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 30 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi cendawan mikoriza pada bibit *T. grandis* menghasilkan nilai RFMD tertinggi (48.25%) dan berpengaruh sangat nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi cendawan mikoriza.

Tabel 31. Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap RFMD Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	RFMD Rata-Rata (%)	Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	RFMD Rata-Rata (%)
A3B2	64.73 a**	A4B3	20.89 b
A3B3	39.26 ab	A4B2	9.94 b
A2B1 (kontrol)	35.23 ab	A2B2	9.47 b
A1B3	33.47 ab	A1B1	8.06 b
A4B1	33.43 ab	A1B2	7.69 b
A2B3	21.21 b	A3B1	6.13 b

Keterangan:

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 31 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih dengan dosis NPK 0.5 gram/bibit menghasilkan nilai RFMD tertinggi (64.73%). Nilai RFMD terendah (6.13%) diperoleh pada kombinasi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih tanpa pemupukan NPK.

Tabel 32. Pengaruh Interaksi Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap RFMD Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIAXPUPUKxMIKORIZA	RFMD Rata-Rata (%)	Perlakuan INTERAKSI MEDIAXPUPUKxMIKORIZA	RFMD Rata-Rata (%)
A3B2C2	129.47 a**	A4B3C2	41.78 bcde
A3B3C2	78.53 b	A4B2C2	19.88 cde
A2B1C2	70.47 bc	A2B2C2	18.95 cde
A1B3C2	66.94 bcd	A1B1C2	16.12 cde
A4B1C2	66.85 bcd	A1B2C2	15.37 cde
A2B3C2	42.42 bcde	A3B1C2	12.26 de

Keterangan:

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

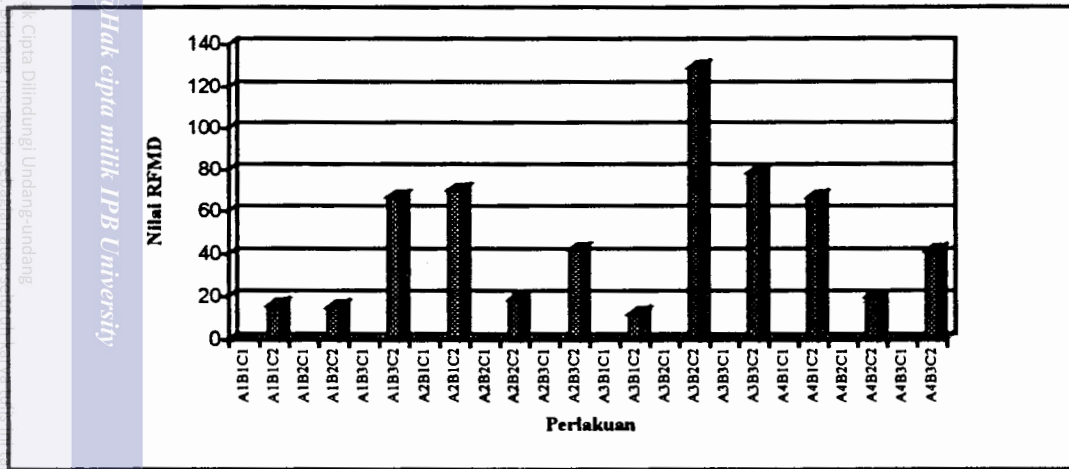
C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Tabel 32 menunjukkan bahwa nilai RFMD tertinggi (129.47%) dihasilkan pada interaksi antara media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 0.5 gram/bibit dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang diberi

perlakuan tersebut memiliki tingkat ketergantungan yang paling tinggi terhadap cendawan mikoriza.

Tingkat ketergantungan dari setiap perlakuan digambarkan dalam bentuk histogram yang disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Nilai RFMD Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

8. Persentase Kolonisasi Mikoriza

Persentase kolonisasi mikoriza dihitung setelah akar diberi pewarnaan dengan metode pemanasan dari Kormanik dan Mc Graw (1982) yang dimodifikasi oleh Supriyanto (1986), berdasarkan keberadaan vesikel, arbuskel, hifa atau kombinasi dari mikoriza pada akar yang diamati (Gambar 14 dan 15). Data persentase kolonisasi ditransformasi kedalam bentuk $\arcsin \sqrt{\% \text{ kolonisasi}}$ (Gomez & Gomez, 1984), dan dianalisis secara statistik pada Tabel 33.

Tabel 33. Sidik Ragam Persentase Kolonisasi Mikoriza Pada Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel		Pr > F
					0.05	0.01	
Perlakuan	23	64870.83663	2820.47116	21.34			0.0001
MEDIA	3	742.31291	247.43764	1.87 tn	2.61	3.83	0.1335
PUPUK	2	219.26759	109.63379	0.83 tn	3.02	4.66	0.4370
MEDIA*PUPUK	6	960.03140	160.00523	1.21 tn	2.11	2.85	0.2995
MIKORIZA	1	60980.69961	60980.69961	461.32**	3.36	6.70	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	795.67486	265.22495	2.01 tn	2.61	3.83	0.1123
PUPUK*MIKORIZA	2	355.66176	177.83088	1.35 tn	3.02	4.66	0.2615
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	817.18851	136.19809	1.03 tn	2.11	2.85	0.4047
Galat Percobaan	456	60277.21759	132.18688				
Jumlah	479	125148.05422					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

** : berbeda sangat nyata pada taraf uji F 0.01

Tabel 33 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi cendawan *G. etunicatum* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap persentase kolonisasi endomikoriza pada akar tanaman *T. grandis* sedangkan perlakuan yang lainnya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase kolonisasi endomikoriza.

Untuk mengetahui perbedaan tingkat kolonisasi antar perlakuan, maka dilakukan Uji Duncan yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 34.

Tabel 34. Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Persentase Kolonisasi Cendawan Mikoriza Pada Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Persentase Kolonisasi (%)
MEDIA	
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	34.7 tn
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	32.8
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	30.2
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	29.7
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 0.5 gram	33.4 tn
-Dosis 1.0 gram	31.4
-Dosis 0 gram	30.8

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.05 (DMRT)

Tabel 34 menunjukkan bahwa pengaruh faktor tunggal jenis media tumbuh dan pemberian pupuk NPK tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase kolonisasi cendawan mikoriza, namun nilai persentase kolonisasi cendawan mikoriza tertinggi pada perlakuan jenis media tumbuh terdapat pada media tanah dan kompos daun kayu putih (34.7%) sedangkan nilai kolonisasi terendah terdapat pada media tanah dan sabut kelapa (29.7%). Pemberian pupuk NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit memiliki nilai kolonisasi tertinggi (33.4%) dan mampu meningkatkan tingkat kolonisasi sebesar 4.7% terhadap kontrol.

Tabel 35. Uji Duncan Pengaruh Mikoriza Terhadap Persentase Kolonisasi Mikoriza Pada Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Persentase Kolonisasi (%)
MIKORIZA	
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	51.1 a**
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	15.4 b

Keterangan :

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji F 0.01

Tabel 35 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi cendawan *G. etunicatum* pada tanaman *T. grandis* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap persentase kolonisasi endomikoriza dan menghasilkan kolonisasi sebesar 51.1%.

@Hak cipta milik IPB University



Gambar 14. Kolonisasi Cendawan V-AM *G. etunicatum* pada Akar *Tectona grandis* Umur 3 Bulan dengan Perbesaran 128x

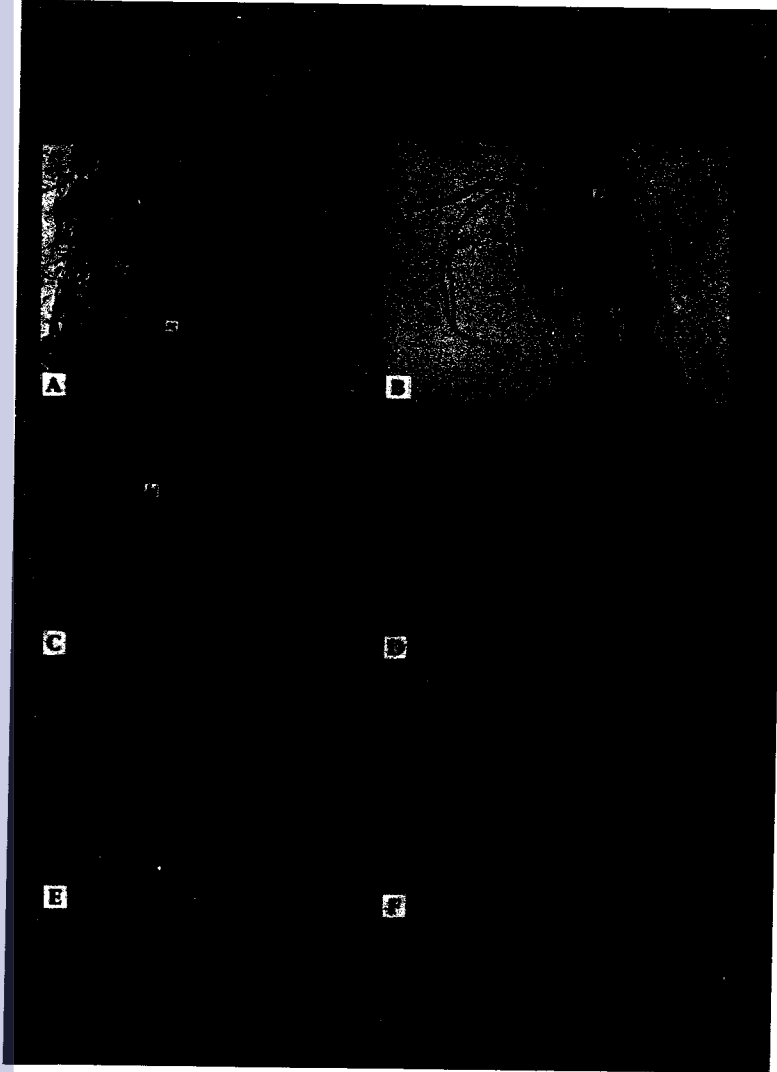
Keterangan :

v : vesikel

hi : hifa internal



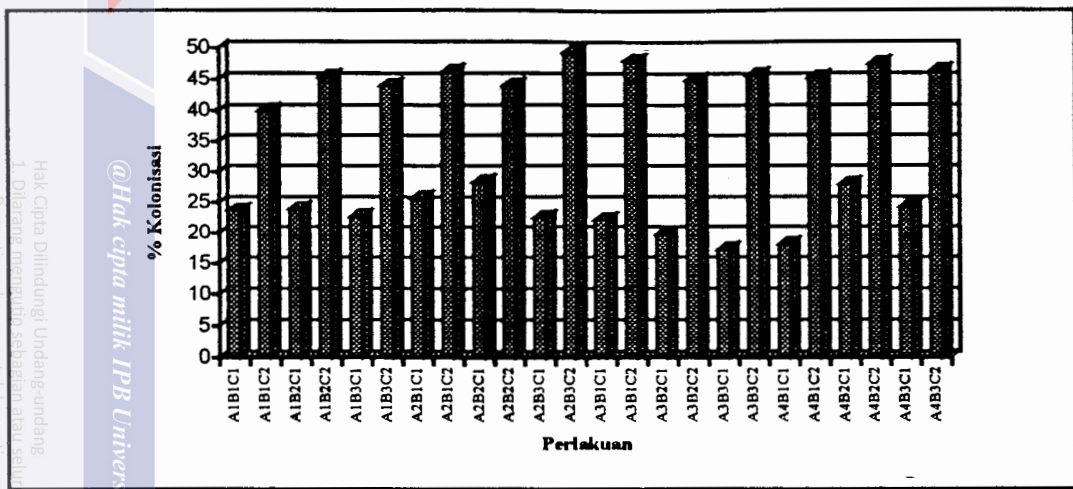
@Hak cipta milik IPB University



Gambar 15. Struktur V-AM *G. etunicatum* Pada Akar *T. grandis* Umur 3 Bulan

- A. Sporocarp (sc) pada akar *T. grandis* dengan perbesaran 128x
- B. Pembentukan vesikel (v) dan hifa eksternal (he) oleh cendawan VA-M *G. etunicatum* pada akar *T. grandis* umur 3 bulan dengan perbesaran 128x
- C. Hifa internal (hi) dan hifa eksternal (he) pada akar *T. grandis* umur 3 bulan dengan perbesaran 51x
- D. Appresorium (ap) pada akar *T. grandis* umur 3 bulan dengan perbesaran 128x
- E. Tudung akar *T. grandis* umur 3 bulan yang tidak terinfeksi oleh cendawan V-AM *G. etunicatum* dengan perbesaran 51x
- F. Akar dan rambut akar (ra) *T. grandis* umur 3 bulan yang tidak terinfeksi oleh cendawan V-AM *G. etunicatum* dengan perbesaran 128x

IPB University



Gambar 16. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Persentase Kolonisasi Mikoriza Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

9. Jumlah Spora

Untuk memperoleh spora yang akan dihitung maka dilakukan penyaringan (*sieving*) dengan menggunakan metode tuang saring basah (Gerdemann & Nicholson, 1982) dari media yang telah dikeringanginkan sebanyak 10 gram/media. Untuk keperluan sidik ragam data jumlah ditransformasi kedalam bentuk Log (X+1) (Gomez & Gomez, 1984). Bentuk spora *G. etunicatum* yang diisolasi dari media tumbuh pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 18 A dan B.

Tabel 36. Sidik Ragam Jumlah Spora Pada Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Sumber Keragaman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 0.05	F Tabel 0.01	Pr > F
Perlakuan	23	189.1371048	8.2233524	77.73			0.0001
MEDIA	3	1.8140573	0.6046858	5.72**	2.61	3.83	0.0008
PUPUK	2	1.1424304	0.5712152	5.40**	3.02	4.66	0.0048
MEDIA*PUPUK	6	2.8238996	0.4706499	4.45**	2.11	2.85	0.0002
MIKORIZA	1	178.1325169	178.1325169	1683.72**	3.36	6.70	0.0001
MEDIA*MIKORIZA	3	1.3042173	0.4347391	4.11**	2.61	3.83	0.0068
PUPUK*MIKORIZA	2	2.6185537	1.3092769	12.38**	3.02	4.66	0.0001
MEDIA*PUPUK*MIKORIZA	6	1.3014296	0.2169049	2.05 tn	2.11	2.85	0.0578
Galat Percobaan	456	48.2434450	0.1057970				
Jumlah	479	237.3805498					

Keterangan :

tn : tidak berbeda nyata

** : berbeda sangat nyata pada taraf uji F 0.01

Tabel 36 menunjukkan bahwa perlakuan faktor tunggal media tumbuh, pemupukan NPK, inokulasi cendawan mikoriza, interaksi antara jenis media tumbuh dan pemupukan, interaksi antara jenis media tumbuh dan cendawan mikoriza serta interaksi antara pemupukan dan inokulasi

cendawan mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah spora per 10 gram media kering udara (MKU).

Tabel 37. Uji Duncan Pengaruh Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Pada Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan	Jumlah Spora Rata-Rata (n/10 g MKU)
MEDIA	
-Tanah:Kompos Daun Kayu Putih:Sabut Kelapa (1:1:1)	108 a**
-Tanah : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	103 a
-Tanah : Sabut Kelapa (3:2)	81 b
-Sabut Kelapa : Kompos Daun Kayu Putih (3:2)	78 b
PUPUK NPK 10:13:10	
-Dosis 0.5 gram	103 a**
-Dosis 1 gram	95 a
-Dosis 0 gram	79 b
MIKORIZA	
-Dengan Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	375 a**
-Tanpa Inokulasi Cendawan Mikoriza <i>Glomus etunicatum</i>	22 b

Keterangan :

MKU : Media kering udara

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

Uji Duncan pada Tabel 37 menunjukkan bahwa jumlah spora tertinggi pada perlakuan jenis media tumbuh diperoleh pada campuran media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa (108 spora/10 g MKU). Media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih sebaliknya memiliki jumlah spora terendah (78 spora/10 g MKU).

Perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit menghasilkan jumlah spora tertinggi (103 spora/10 g MKU). Jumlah spora terendah (79 spora/10 g MKU) terdapat pada media tanpa pemupukan (kontrol). Jumlah spora terbanyak terdapat pada media yang diinokulasi dengan cendawan *G. etunicatum* yaitu sebanyak 375 spora/10 g MKU.

Tabel 38. Uji Duncan Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Pupuk NPK Terhadap Jumlah Spora Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK	Jumlah Spora Rata-Rata (n/10 g TKU)
A4B2	159 a**
A2B3	155 ab
A1B2	93 abc
A4B1	89 abc
A4B3	88 abc
A2B2	88 abc
A3B2	86 abc
A1B3	82 abc
A2B1	81 abc
A3B1	76 bc
A3B3	73 c
A1B1	70 c

Keterangan :

MKU : Media kering udara

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.1 (DMRT)

Uji Duncan pengaruh interaksi antara jenis media tumbuh dan pupuk NPK pada Tabel 38 menunjukkan bahwa jumlah spora tertinggi (159 spora/10 g MKU) dihasilkan oleh kombinasi antara jenis media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit. Sedangkan jumlah spora terendah (70 spora/10 g MKU) dihasilkan oleh kombinasi antara jenis media tanah:sabut kelapa tanpa pemupukan.

Tabel 39. Pengaruh Interaksi Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI PUPUK x MIKORIZA	Jumlah Spora Rata-Rata (n/10 g MKU)
B3C2	459 a**
B3C1	411 a
B2C2	256 b
B2C1	24 c
B1C2	23 c
B1C1	19 c

Keterangan :

MKU : Media kering udara

B1 : NPK dosis 0 gram/bibit

B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit

B3 : NPK dosis 1 gram/bibit

** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G.etunicatum*

C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

Tabel 39 menunjukkan bahwa jumlah spora tertinggi (459 spora/10 g MKU) dihasilkan oleh kombinasi perlakuan antara pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*. Sedangkan jumlah spora terendah (19 spora/10 g MKU) dihasilkan oleh kombinasi antara perlakuan tanpa pemupukan dan tanpa inokulasi cendawan *G. etunicatum* (kontrol).

Tabel 40. Pengaruh Interaksi Media Tumbuh dan Mikoriza Terhadap Jumlah Spora Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x MIKORIZA	Jumlah Spora Rata-Rata (n/10 g MKU)
A4C2	450 a**
A3C2	372 a
A2C2	351 a
A1C2	338 a
A2C1	30 b
A4C1	25 bc
A1C1	19 cd
A3C1	16 d

Keterangan :

MKU : Media kering udara

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2)

A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2)

A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2)

A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1)

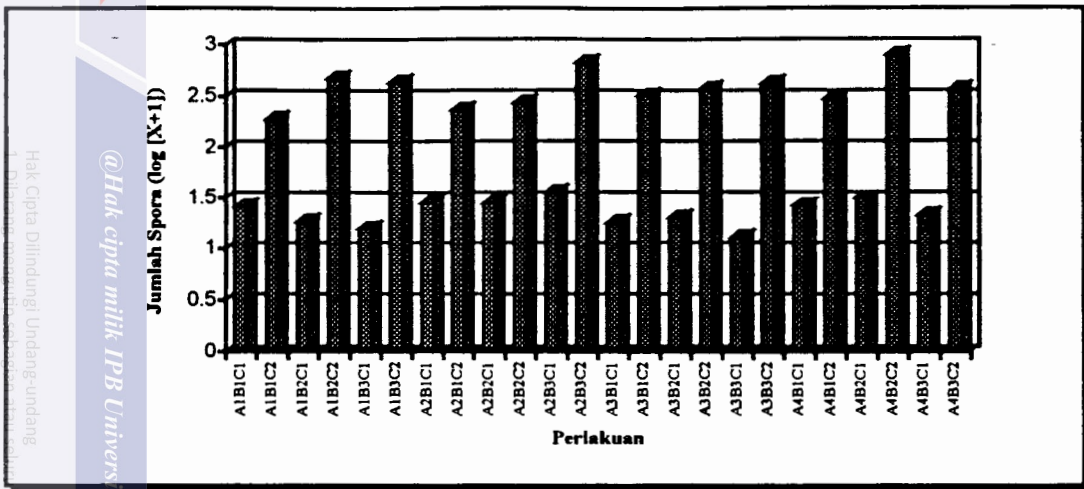
** Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0.01 (DMRT)

C1 : Tanpa inokulasi mikoriza *G.etunicatum*

C2 : Dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*

Tabel 40 menunjukkan bahwa interaksi antara media tumbuh tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan inokulasi cendawan mikoriza *G.etunicatum* menghasilkan jumlah spora terbanyak (450 spora/ 10 g MKU). Sedangkan jumlah spora terendah (16 spora/10 g MKU) terdapat pada interaksi antar jenis media sabut kelapa:kompos daun kayu putih tanpa inokulasi cendawan mikoriza *G.etunicatum*. Pada media kontrol (A2C1) terdapat spora yang berasal dari spora liar dari jenis *Scutellospora* sp. dan *Acaulospora* sp. (Gambar 18 C,D).

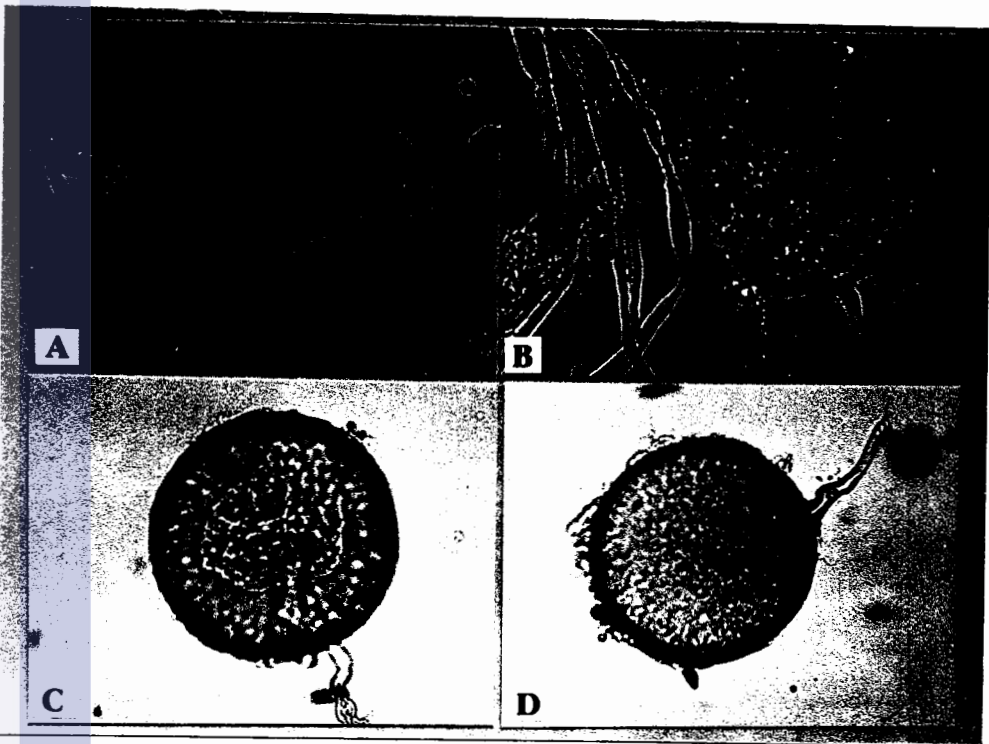
@Hak cipta milik IPB University



Gambar 17. Pengaruh Berbagai Kombinasi Perlakuan Terhadap Jumlah Spora Rata-Rata Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

Keterangan :

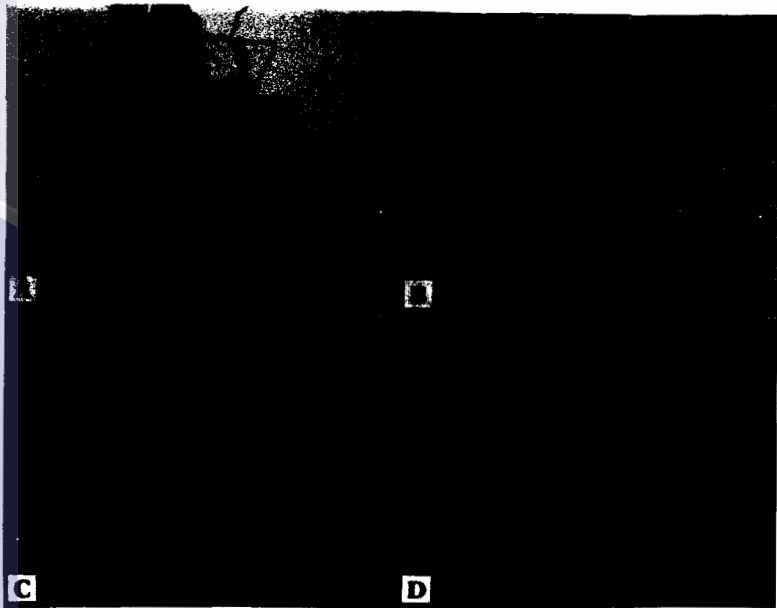
A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza



Gambar 18. Jenis Cendawan V-AM yang Diisolasi dari Media Tumbuh Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

- A,B. Cendawan *Glomus etunicatum* yang diinokulasikan pada bibit *T. grandis* dengan perbesaran 339x dan 169x
- C. Cendawan *Scutellospora* sp. yang berada secara alami di media tumbuh bibit *T. grandis* dengan perbesaran 339x
- D. Cendawan *Acaulospora* sp. yang berada secara alami di media tumbuh bibit *T. grandis* dengan perbesaran 339x

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Diizinkan mengutip, salinan, atau mendistribusikan karya tulis ini untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
2. Dilarang menggunakan dan memperdayanya sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
mencantumkan dan menyebutkan sumber :



Gambar 19. Fase Perkembangan Cendawan *Glomus etunicatum* Pada Media Tumbuh Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

- A,B. Sporocarp *G. etunicatum* dengan perbesaran 67x dan 164x
 C,D. Cendawan *G. etunicatum* dengan perbesaran 322x

10. Analisis Unsur Hara

Kemampuan penyerapan unsur hara oleh tanaman dihitung berdasarkan analisis unsur hara jaringan daun di Laboratorium *Natural Product* SEAMEO-BIOTROP. Serapan unsur hara yang diteliti adalah unsur Ca dan P. Unsur Ca merupakan unsur esensial yang diperlukan oleh *T. grandis* yang umumnya tumbuh dengan baik pada tanah berkapur, dan unsur P merupakan unsur yang penting untuk perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman.

Tabel 41. Pengaruh Interaksi Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Cendawan Mikoriza Terhadap Serapan Unsur Fosfor dan Kalsium Pada Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

Perlakuan INTERAKSI MEDIA x PUPUK x MIKORIZA	Kandungan P (ppm)	Serapan P (mg/tanaman)	Peningkatan Serapan Unsur P Terhadap Kontrol (%)	Kandungan Ca (%)	Serapan Ca (mg/tanaman)	Peningkatan Serapan Unsur Ca Terhadap Kontrol (%)
A1B1C1	2196.922	1.305	- 13.3	0.77	4.574	- 79.5
A1B1C2	2591.191	1.658	10.2	1.30	8.320	- 62.7
A1B2C1	2143.808	2.877	91.2	1.01	13.554	- 39.3
A1B2C2	1714.550	4.278	184.3	1.31	32.685	46.4
A1B3C1	1326.996	4.452	195.8	1.02	34.221	53.2
A1B3C2	2177.220	6.523	333.4	1.04	31.158	39.5
A2B1C1	1098.441	1.505	kontrol	1.63	22.331	kontrol
A2B1C2	1103.385	2.412	60.3	0.69	15.083	- 32.5
A2B2C1	1408.780	2.274	51.1	0.65	10.491	- 53.0
A2B2C2	2097.910	5.354	255.7	1.10	28.072	25.7
A2B3C1	1281.861	3.502	132.7	0.97	26.500	17.7
A2B3C2	1880.726	4.980	230.9	0.99	26.215	17.4
A3B1C1	2552.517	0.727	- 51.7	0.99	2.822	- 87.4
A3B1C2	1882.780	1.069	- 29.0	1.01	5.737	- 74.3
A3B2C1	2803.983	1.932	28.4	1.27	8.750	- 60.8
A3B2C2	1789.983	3.439	128.5	1.05	20.171	- 9.7
A3B3C1	2830.591	2.502	66.2	1.15	10.166	- 54.5
A3B3C2	2125.732	1.783	18.5	0.78	6.544	- 70.7
A4B1C1	2031.441	1.680	11.6	1.27	10.503	- 53.0
A4B1C2	1571.766	1.776	18.0	2.32	26.216	17.4
A4B2C1	2296.948	6.117	306.4	0.75	19.973	- 10.6
A4B2C2	2668.239	4.645	208.6	0.80	13.928	- 37.6
A4B3C1	1920.271	3.856	156.2	0.76	15.261	- 31.7
A4B3C2	1570.023	4.648	208.8	1.32	39.085	75.0

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

Tabel 41 menunjukkan bahwa interaksi A1*B3*C2 (media tanah:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*) menghasilkan serapan unsur fosfor tertinggi (6.523 mg/tanaman) atau meningkat sebesar 333.4% terhadap kontrol. Serapan unsur P terendah dihasilkan pada interaksi A3*B1*C1 (media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa pupuk NPK, tanpa inokulasi cendawan *G. etunicatum*) sebesar 0.727 mg/tanaman.

Serapan unsur Ca tertinggi (39.085 mg/tanaman) dihasilkan pada interaksi A4*B3*C2 (media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis pupuk NPK 1 gram/bibit, dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*) atau meningkat sebesar 75% terhadap kontrol. Serapan unsur Ca terendah dihasilkan pada interaksi A3*B1*C1 (media sabut kelapa:kompos daun kayu putih, tanpa pupuk NPK, tanpa inokulasi cendawan mikoriza) sebesar 2.822 mg/tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada bibit *T. grandis* terjadi penyerapan unsur Ca yang lebih besar daripada serapan unsur P pada semua perlakuan.

11. Indeks Mutu Bibit

Penentuan indeks mutu bibit dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang terbaik dari semua perlakuan berdasarkan parameter-parameter penduga atau kunci yang menentukan kualitas mutu bibit yang disajikan pada Tabel 42. Semakin baik mutu suatu bibit maka nilai indeks mutu akan semakin tinggi.

Tabel 42 menunjukkan bahwa perlakuan yang dapat meningkatkan kualitas bibit adalah sebagai berikut :

- a. Jenis media : kualitas bibit terbaik dengan indeks mutu bibit sebesar 27 dihasilkan dari komposisi media tumbuh A2 yang terdiri dari tanah dan kompos daun kayu putih (3:2).
- b. Pemupukan : Pemupukan NPK menghasilkan mutu bibit terbaik (27) pada perlakuan B3 atau dengan dosis NPK sebanyak 1 gram/bibit.
- c. Inokulasi cendawan V-AM : Perlakuan inokulasi cendawan *G. etunicatum* menghasilkan indeks mutu bibit terbaik sebesar 27 pada perlakuan C2 yaitu pada bibit yang diinokulasi dengan cendawan *G. etunicatum*.
- d. Interaksi antara media tumbuh dan pupuk NPK : Bibit dengan nilai mutu terbaik (30) dihasilkan pada interaksi A2B3 yaitu antara media tanah:kompos daun kayu putih dan dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit.
- e. Interaksi antara media tumbuh dan cendawan mikoriza : kualitas bibit terbaik sebesar 28 dihasilkan pada interaksi A2C2 atau antara media tanah:kompos daun kayu putih dan inokulasi cendawan *G. etunicatum*.
- f. Interaksi antara pupuk NPK dan cendawan mikoriza : indeks mutu bibit tertinggi (29) dihasilkan pada interaksi B3C2 yaitu antara pemberian dosis NPK 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan *G. etunicatum* pada bibit *T. grandis*.

- g. Interaksi antara media tumbuh, pemupukan dan cendawan mikoriza : jumlah nilai mutu bibit tertinggi (32) dihasilkan oleh 2 perlakuan yaitu (1) interaksi A2B3C2 yang terdiri dari kombinasi jenis media tumbuh tanah dan kompos daun kayu putih, pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan dengan inokulasi cendawan *G.etunicatum*, dan (2) interaksi A4B3C2 yang terdiri dari kombinasi jenis media tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dan dengan inokulasi cendawan *G. etunicatum*.

Tabel 42. Rekapitulasi Indeks Mutu Bibit *Tectona grandis* Berdasarkan Parameter Kekokohan, Nisbah Pucuk Akar, Berat Kering Total dan Kolonisasi Mikoriza

Perlakuan	Parameter				
	Kekokohan	Nisbah Pucuk Akar	Berat Kering Total	Kolonisasi Mikoriza	Jumlah
A1	8	9	4	4	25
A2	9	9	5	4	27
A3	7	8	2	4	21
A4	9	9	4	4	26
B1	7	8	2	4	21
B2	9	9	4	4	26
B3	9	9	5	4	27
C1	8	9	3	3	23
C2	8	9	4	5	26
A1B1	7	9	1	4	21
A1B2	9	10	5	4	28
A1B3	9	9	7	4	29
A2B1	8	9	3	4	24
A2B2	9	10	5	4	28
A2B3	9	10	7	4	30
A3B1	7	8	1	4	20
A3B2	8	9	3	4	24
A3B3	8	8	2	4	22
A4B1	8	8	2	4	22
A4B2	9	9	4	4	26
A4B3	9	9	6	4	28
A1C1	9	10	4	3	26
A1C2	8	9	5	5	27
A2C1	9	9	4	3	25
A2C2	8	9	6	5	28
A3C1	7	9	2	2	20
A3C2	8	8	2	5	23
A4C1	9	9	4	3	25
A4C2	8	9	5	5	27
B1C1	8	9	2	3	22
B1C2	7	8	2	5	22
B2C1	9	9	4	3	25
B2C2	9	9	4	5	27
B3C1	9	9	5	3	26
B3C2	9	9	6	5	29
A1B1C1	8	9	1	2	20
A2B1C1	8	9	3	2	22
A3B1C1	7	9	2	2	20
A4B1C1	8	9	2	2	21
A1B2C1	9	10	5	3	27
A2B2C1	9	10	5	3	27
A3B2C1	8	9	2	2	21
A4B2C1	9	9	4	3	25
A1B3C1	9	9	6	2	26
A2B3C1	9	10	6	2	27
A3B3C1	7	8	2	2	19
A4B3C1	9	9	6	2	26
A1B1C2	7	8	2	5	22
A2B1C2	8	9	4	6	27
A3B1C2	6	7	1	6	23
A4B1C2	8	8	3	6	25
A1B2C2	9	10	5	5	29
A2B2C2	9	10	5	5	29
A3B2C2	9	9	3	5	26
A4B2C2	9	9	4	6	28
A1B3C2	9	9	7	5	28
A2B3C2	9	10	7	6	32
A3B3C2	8	8	2	6	24
A4B3C2	9	10	7	6	32

Keterangan :

A1 : Tanah : sabut kelapa (3:2); A2 : Tanah : kompos daun kayu putih (3:2); A3 : Sabut kelapa : kompos daun kayu putih (3:2); A4 : Tanah : kompos daun putih : sabut kelapa (1:1:1); B1 : NPK dosis 0 gram/bibit ; B2 : NPK dosis 0,5 gram/bibit ; B3 : NPK dosis 1 gram/bibit ; C1 : Tanpa mikoriza ; C2 : Dengan mikoriza

B. PEMBAHASAN

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu tinggi, diameter, kekokohan, berat kering total, nisbah pucuk akar, geometri akar, Relative Field Mycorrhizal Dependency (RFMD), persentase kolonisasi endomikoriza dan jumlah spora, disusun dalam rekapitulasi sidik ragam yang hasilnya disajikan pada Tabel 43.

Tabel 43. Rekapitulasi Sidik Ragam Dari Seluruh Parameter Pengamatan

Perlakuan						Geometri Akar		RFMD	% Kolonisasi	Jumlah Spora
	Tinggi	Diameter	Vigor	BKT	NPA	Jumlah Akar	Panjang Akar			
A	**	**	**	**	**	**	**	tn	tn	**
B	**	**	**	**	**	**	**	tn	tn	**
C	**	*	tn	**	**	**	*	**	**	**
A * B	**	**	**	**	**	*	**	**	tn	**
A * C	tn	tn	**	tn	tn	tn	tn	tn	tn	**
B * C	tn	tn	*	*	**	tn	tn	tn	tn	**
A*B*C	tn	tn	tn	tn	**	tn	tn	**	tn	tn

Keterangan :

- | | | | |
|---|-------------------------------|----|--|
| A | : Jenis media tumbuh | * | : Berbeda nyata pada taraf uji F 0.05 |
| B | : Dosis pemupukan NPK | ** | : Berbeda sangat nyata pada taraf uji F 0.01 |
| C | : Inokulasi Cendawan Mikoriza | tn | : Tidak berbeda nyata |

Tabel 43 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tumbuh (A) mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis* yang terlihat pada parameter tinggi, diameter, berat kering total, nisbah pucuk akar, geometri akar dan jumlah spora *G. etunicatum*. Perlakuan pemberian dosis pupuk NPK (B) mempengaruhi hampir seluruh parameter pengamatan, kecuali parameter Relative Field Mycorrhizal Dependency (RFMD) dan persentase kolonisasi spora endomikoriza. Pada perlakuan inokulasi cendawan mikoriza (C) terlihat bahwa perlakuan ini mempengaruhi pertumbuhan bibit pada seluruh parameter pengamatan kecuali kekokohan (vigor) tanaman.

Interaksi antara perlakuan jenis media tumbuh dengan dosis pemupukan NPK (A*B) berpengaruh pada hampir seluruh parameter pengamatan, kecuali pada persentase kolonisasi endomikoriza. Interaksi antara perlakuan jenis media tumbuh dengan inokulasi cendawan mikoriza mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis* yaitu terhadap kekokohan (vigor) bibit dan perkembangan spora endomikoriza dalam media tumbuhnya. Perlakuan interaksi antara dosis pemupukan NPK dengan inokulasi cendawan mikoriza (B*C) berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit *T. grandis* khususnya terhadap vigor (kekokohan), berat kering total, nisbah pucuk akar dan jumlah spora. Sedangkan apabila ketiga faktor tersebut dikombinasikan, maka akan mempengaruhi pertumbuhan bibit pada nisbah pucuk akar dan RFMD.

Dari data diatas terlihat bahwa pertumbuhan bibit lebih banyak dipengaruhi oleh perlakuan dari masing-masing faktor tunggal (jenis media tumbuh, dosis pemupukan NPK atau inokulasi cendawan mikoriza) daripada interaksi antar faktor tunggal tersebut. Sehingga keterkaitan antara

satu faktor dengan faktor yang lain tidak terlalu besar. Namun secara keseluruhan semua perlakuan diatas telah mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis*.

1. Pengaruh Media Tumbuh

Persyaratan yang harus dipenuhi oleh media tumbuh adalah persyaratan fisik dan kimia yang baik (Supriyanto, 1997). Persyaratan fisik media tumbuh adalah tekstur, struktur dan konsistensi yang baik dan ringan (Hamzah, 1984 dalam Supriyanto, 1997). Sedangkan persyaratan kimia yang harus dipenuhi adalah memiliki pH, kandungan nutrisi dan Kapasitas Tukar Kation yang baik (Supriyanto, 1997).

Media untuk pembibitan memerlukan aerasi yang baik, karena itu penggunaan tanah lapisan atas (*top soil*) dengan drainase jelek dan memiliki kandungan liat tinggi tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai media tumbuh bila tanpa ada pencampuran dengan bahan lain (Pamoengkas, 1997).

Beberapa bahan lokal yang dapat dipergunakan untuk media tumbuh antara lain adalah tanah, kompos, gambut, serbuk gergaji, ampas tebu, sekam padi, lumpur pabrik kertas (*sludge*) yang sudah diolah dan limbah minyak kayu putih. Bahan-bahan media tumbuh alternatif perlu dimanfaatkan untuk media tumbuh baik hanya bersifat sebagai penyokong pertumbuhan maupun sebagai nutrisi bagi tanaman (Supriyanto, 1997).

Penggunaan sabut kelapa sebagai suatu alternatif media pertumbuhan bagi bibit *T. grandis* didasari kenyataan bahwa bahan ini masih belum dapat digunakan secara baik, padahal bahan ini merupakan sumber kalium dan dapat mempertahankan kelembaban tanah sehingga pemanfaatan dengan cara membenamkan langsung lebih disarankan daripada menggunakannya dalam bentuk abu (Ketaren & Djatmiko, 1981 dalam Nuraini, 1984). Pada tanah yang miskin unsur hara pembenaman sabut kelapa yang belum terkena hujan dapat meningkatkan unsur hara N dan P, jika tidak sabut hanya berfungsi sebagai penyimpan air dan peranannya sebagai sumber kalium berkurang (Thampan, 1982).

Untuk meningkatkan kesuburan media tumbuh, maka dilakukan penambahan unsur hara dari bahan organik berupa kompos limbah daun kayu putih. Dilihat dari kandungan hara yang dimiliki kompos limbah daun kayu putih, kompos ini termasuk kompos yang berkualitas untuk diberikan pada tanaman dan perbaikan lahan kritis (Suyanto, 1997).

Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, selain dibutuhkan media tumbuh yang baik, diperlukan pula adanya mikroorganisme yang dapat membantu meningkatkan penyerapan unsur hara yang terkandung di dalam media tumbuh tanaman, dalam hal ini yaitu cendawan endomikoriza (V-AM). Cendawan mikoriza dapat melakukan hal ini apabila berasosiasi dengan akar tanaman inang

(host). Untuk mengetahui keberadaan cendawan V-AM dalam akar tanaman maka dilakukan analisis terhadap kolonisasi V-AM yang dinyatakan dalam persen.

Persentase kolonisasi endomikoriza *G. etunicatum* tertinggi terdapat pada komposisi media tanah dan kompos daun kayu putih (34.7%), diikuti oleh komposisi media tanah:kompos limbah daun kayu putih:sabut kelapa (32.8%), tanah:sabut kelapa (30.2%) dan sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih (29.7). Secara keseluruhan semua perlakuan tersebut tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan V-AM dapat menginfeksi sistem perakaran bibit *T. grandis* yang ditanam pada media apa saja, namun tingkat infektivitas tertinggi dihasilkan pada bibit yang ditanam pada komposisi media A2 yaitu tanah:kompos daun kayu putih (kontrol).

Nilai RFMD (*Relative Field Mycorrhizal Dependency*) tertinggi (36.71%) dihasilkan oleh komposisi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* yang ditanam pada media tersebut memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap mikoriza. Komposisi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih dalam hal ini memiliki kesuburan yang rendah sehingga ketergantungan tanaman akan mikoriza meningkat.

Tinggi semai secara umum merupakan indikator yang baik untuk mengetahui keragaan tanaman di lapangan (Duryea & Brown, 1984). Tabel 2 menunjukkan bahwa pertambahan tinggi terbaik dihasilkan pada komposisi media tanah : kompos daun kayu putih (3:2) atau merupakan media kontrol, dengan pertambahan tinggi rata-rata sebesar 10.56 cm dan diikuti dengan media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa (1:1:1) dengan pertambahan tinggi rata-rata sebesar 9.94 cm.

Diameter batang adalah karakteristik yang sangat erat hubungannya dengan pertumbuhan semai dan berkorelasi secara konsisten dengan kemampuan hidup bibit di lapangan (Duryea & Brown, 1984). Komposisi media tanah dan kompos daun kayu putih (3:2) menghasilkan pertambahan diameter rata-rata terbaik pada penelitian ini, yaitu sebesar 4.7 mm dan berat kering total terbaik sebesar 3.8 gram/bibit.

Komposisi media tanah dan kompos limbah daun kayu putih memiliki warna yang lebih hitam dan memiliki struktur yang paling remah diantara media lainnya. Hal ini membuktikan bahwa campuran media tersebut memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dengan kandungan unsur hara pada kompos daun kayu putih yang terdiri dari N (0.55-2.84%), P (0.4-0.95%), K (0.2-2.16%), Ca (1.99-2.33%) dan Kapasitas Tukar Kation sebesar 73.44%. Peranan kompos dalam peningkatan kesuburan tanah sangat besar, yaitu sebagai sumber hara bagi tanah, merangsang aktivitas mikroorganisme yang hidup dalam tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Suyanto, 1997).



Komposisi media tanah dan kompos daun kayu putih sebagai media kontrol, berdasarkan indeks mutu bibit (Tabel 42) merupakan media terbaik dari seluruh media yang digunakan dalam penelitian ini. Hal ini terlihat dari respon tanaman yaitu parameter kekokohan (vigor), nisbah pucuk akar, berat kering total dan persen kolonisasi endomikoriza yang memberikan nilai tertinggi untuk komposisi media tanah dan kompos daun kayu putih.

Komposisi sabut kelapa dan kompos daun kayu putih pada media tumbuh ternyata menghasilkan bibit yang berkualitas tidak terlalu baik. Hal ini disebabkan karena sabut kelapa mengandung lignin (44%) dan mengandung zat ekstraktif berupa tanin, yang termasuk ke dalam salah satu bentuk fenol, dalam kadar yang tinggi. Zat ini dapat menyebabkan reaksi asam yang menyebabkan warna menjadi merah dan dapat meracuni tanaman (Agoes, 1994). Selain itu, komposisi media tersebut memiliki sifat porositas yang sangat tinggi sehingga tidak dapat mengikat air dengan baik yang mengakibatkan terlambatnya pertumbuhan tanaman.

Namun, komposisi tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih dan komposisi sabut kelapa:tanah ternyata memberikan nilai kualitas bibit yang cukup baik pada penelitian ini yang meliputi parameter kekokohan bibit, nisbah pucuk akar, berat kering total dan persen kolonisasi endomikoriza.

Nisbah pucuk akar merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman yang mencerminkan perbandingan antara kemampuan penyerapan air dan mineral dengan proses transpirasi dan luasan fotosintesis dari tanaman (Kramer & Kozlowski, 1960).

Pertumbuhan dan kemampuan hidup semai yang terbaik pada umumnya terjadi pada rasio pucuk-akar antara 1 dan 3 (Duryea & Brown, 1984). Nisbah pucuk akar terbaik pada penelitian ini dihasilkan pada komposisi media tanah dan sabut kelapa (3:2), yaitu sebesar 1.63. Nisbah yang seimbang dibutuhkan agar penyerapan air dan hara oleh akar untuk ditranslokasikan ke pucuk tanaman seimbang dengan luasan fotosintesis yang cukup untuk melakukan transpirasi dan menghasilkan karbohidrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan akar.

Kekokohan merupakan landasan pokok untuk ketahanan bibit terhadap berbagai unsur musibah yang menyimpannya (Sadjad, 1977 dalam Sutopo, 1985). Kekokohan terbaik dihasilkan pada komposisi media tanah dan sabut kelapa dengan nilai kekokohan sebesar 41.0. Nilai tersebut hampir mendekati nilai kekokohan bibit *T. grandis* umur 3 bulan yang siap tanam di lapangan, yaitu sebesar 40.7 (Lampiran 4).

Komposisi media tanah dan sabut kelapa memberikan pengaruh yang terbaik pula untuk geometri perakaran bibit *T. grandis* dalam hal jumlah dan panjang akar. Komposisi media tersebut mampu meningkatkan jumlah akar sebesar 5.4% dan panjang akar sebesar 12.8% terhadap kontrol.

Hasil analisis unsur hara pada jaringan daun yang dilakukan di Laboratorium *Natural Product* SEAMEO-BIOTROP (Tabel 41) menunjukkan bahwa serapan unsur P tertinggi sebesar 6.523 mg/tanaman dihasilkan pada interaksi perlakuan A1B3C2 (interaksi antara media tumbuh tanah:sabut kelapa, dosis NPK 1 gram/bibit dengan inokulasi V-AM *G. etunicatum*). Serapan unsur Ca terbesar (30.085 mg/tanaman) dihasilkan pada interaksi A4B3C2 yang terdiri dari interaksi antara komposisi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis NPK 1 gram/bibit dan dengan inokulasi V-AM *G. etunicatum*.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa media dengan campuran sabut kelapa mampu menyediakan unsur Ca dan P lebih besar dibandingkan dengan media kontrol (komposisi tanah:kompos daun kayu putih) dan bibit *T. grandis* mampu menyerap unsur Ca lebih tinggi daripada unsur P. Hal ini menunjukkan bahwa jati membutuhkan unsur Ca yang tinggi untuk pertumbuhannya, sehingga dapat menjelaskan fenomena yang ada di alam bahwa pada umumnya jati tumbuh di habitat yang kaya akan kapur. Penyerapan unsur P yang lebih tinggi pada media dengan campuran sabut kelapa ternyata mampu menghasilkan perkembangan akar yang baik dalam hal jumlah dan panjang akar.

Media yang baik diantaranya harus bersifat sarang (*porous*) dan mampu mengikat air dan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini ditemukan pada sabut kelapa yang bersifat sarang dengan porositas 95% dengan perbandingan pentosan dan lignin yang rendah (0.3%), sehingga sabut kelapa mengalami degradasi bahan organik yang sangat lambat karena kandungan ligninnya yang cukup tinggi yang memungkinkan tahan terhadap degradasi oleh mikroba (Manzeen & Van Holm, 1993 dalam Sudada, 1994). Sabut kelapa dalam hal ini dapat menyimpan air 6-8 kali beratnya (Nuraini, 1984). Dengan struktur yang sarang tersebut maka akan memberi ruang lebih banyak dalam media bagi sistem perakaran, air (drainase) dan pertukaran udara (aerasi) dimana hal ini akan mendukung perkembangan akar. Kekurangan unsur hara yang tidak dimiliki oleh sabut kelapa dapat dilengkapi apabila dicampur dengan tanah, sehingga kebutuhan tanaman akan nutrisi, drainase dan aerasi yang baik dapat terpenuhi.

Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Bilan (1960) yang meneliti perakaran dari semai pinus, bahwa meningkatnya kelembaban dan temperatur tanah akan menambah jumlah cabang akar. Peningkatan kelembaban dan temperatur tanah dapat terjadi dengan penambahan bahan organik seperti sabut kelapa, serbuk gergaji, sekam dan serasah daun yang juga dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Ikhsanuddin, 1987).

Sebaran dan jumlah akar lebih banyak ditemukan pada zona bawah perakaran, kemudian diikuti pada zona tengah dan atas perakaran. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh wadah media (*singletube*) yang memiliki *root-trainers*. *Root-trainers* adalah dinding bagian dalam wadah

yang berupa sirip atau celah vertikal yang memungkinkan akar tumbuh secara lateral dan berkembang mengarah ke lubang drainase pada dasar kontainer sampai akhirnya muncul atau keluar dari wadah (Pamoengkas, 1996). Oleh karena itu, maka jumlah akar terbanyak ditemukan pada zona bawah sistem perakaran daripada bagian atas sistem perakaran.

Hal lain dapat disebabkan karena pada zona bawah perakaran terdapat akumulasi unsur hara tertinggi akibat pencucian (*leaching*) dibanding pada zona perakaran lainnya, sehingga pertumbuhan akar lebih banyak terangsang pada bagian bawah zona perakaran.

Jumlah spora *G. etunicatum* terbanyak dihasilkan pada media A4 yang terdiri dari media tanah, kompos limbah daun kayu putih dan sabut kelapa (107 spora/ 10 g MKU) dan jumlah terendah dihasilkan pada komposisi media A3 yaitu sabut kelapa dan kompos limbah daun kayu putih (78.05 spora/ 10g MKU). Hal ini disebabkan karena adanya fenol dan tanin pada media sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih yang dapat menghambat perkembangan cendawan (Kramer & Kozlowski, 1960).

2. Pengaruh Pupuk NPK (10:13:10)

Pemakaian pupuk diperlukan karena kesuburan tanah persemaian tidak dapat dipertahankan dalam waktu yang tidak terbatas. Hal ini disebabkan karena pada tanaman persemaian tidak ada pengembalian unsur-unsur hara, oleh karena daun yang mengandung unsur hara yang tinggi diambil dari tanah tersebut dengan jalan pemindahan anakan (Toumey & Korstian, 1956 dalam Soerianegara, 1990).

Penggunaan pupuk NPK (10:13:10) dengan perbandingan fosfor yang paling tinggi dalam penelitian ini dilakukan dengan asumsi bahwa unsur P akan dapat merangsang pertumbuhan perakaran semai dan berdasarkan kenyataan bahwa unsur P sering menjadi pembatas dalam tanah setelah nitrogen. Oleh karena itu, untuk menyediakan unsur P yang sulit diserap oleh tanaman dan untuk mencukupi unsur-unsur esensial lain yang dibutuhkan oleh tanaman (N dan K), maka digunakan pupuk NPK dengan perbandingan 10:13:10 pada berbagai dosis.

Peran fosfor yang utama bagi tanaman adalah proses fotosintesis, perubahan karbohidrat, glikolisis, metabolisme asam amino dan transfer energi (Tisdale & Nelson, 1975 dalam Soerianegara, 1990). Fosfor merupakan bagian esensial dari banyak gula fosfat yang berperan dalam nukleotida, seperti RNA dan DNA dan metabolisme energi karena keberadaannya dalam ATP, ADP, AMP dan pirofosfat. Tumbuhan yang kahat fosfor akan menjadi kerdil dan berwarna hijau tua dan sebaliknya akan menyebabkan pertumbuhan akar sering melebihi pertumbuhan tajuk (Salisbury & Ross, 1995).

Jumlah fosfor yang cukup di awal pertumbuhan tanaman adalah penting untuk pertumbuhan primordia dan juga penting sebagai aktivator enzim esensial. Fosfor juga mempengaruhi

perkembangan akar, kekuatan batang dan mutu tanaman (Soerianegara, 1990).

Ketersediaan fosfor bagi tanaman dapat ditingkatkan dengan adanya asosiasi antara tanaman inang dengan cendawan V-AM. Kemampuan asosiasi ini dianalisis berdasarkan perhitungan persentase kolonisasi V-AM dalam akar tanaman inang.

Persentase kolonisasi endomikoriza *G. etunicatum* tertinggi diperoleh pada perlakuan pemupukan NPK dengan dosis 0.5 gram/bibit (33.4%), diikuti dengan dosis pemupukan 1 gram/bibit (31.4%) dan tanpa pemupukan (30.8%). Hal ini sesuai dengan teori "Dasar Fisik Mikotrofi" (Hatch, 1937 dalam Imas *et.al*, 1989) yang mengemukakan bahwa mikoriza akan berkembang dengan baik jika terdapat suatu ketidakseimbangan di dalam ketersediaan satu atau lebih dari 4 unsur hara makro, yakni N, P, K dan Ca, sehingga pada kondisi status hara yang cukup tinggi pembentukan mikoriza akan terhambat. Dengan demikian penggunaan cendawan V-AM dapat mengefisienkan penggunaan pupuk NPK.

Pertumbuhan tinggi rata-rata tertinggi dihasilkan oleh dosis pemupukan NPK sebesar 1 gram/bibit (10.482 cm) atau 29.7% lebih pesat daripada kontrol. Sedangkan pertambahan tinggi rata-rata terendah dihasilkan pada tanaman yang tidak diberi pupuk NPK (7.369 cm). Hal serupa dihasilkan pada parameter diameter batang (4.8 mm) atau meningkat sebesar 92% terhadap kontrol; berat kering total tanaman (4.2 gram/bibit) dengan pertambahan sebesar 200% terhadap kontrol; dan kekokohan tanaman (36.6) yang mendekati nilai kekokohan bibit siap tanam di lapangan (40.7).

Hal ini terlihat dari indeks mutu bibit (Tabel 42) berdasarkan parameter-parameter kunci yang menentukan mutu bibit (kekokohan, nisbah pucuk akar, berat kering total dan persen kolonisasi endomikoriza), yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit adalah yang terbaik, diikuti dengan pemupukan NPK pada dosis 0.5 gram/bibit dan tanpa pemupukan.

Hal ini didukung pula oleh hasil analisis unsur hara pada jaringan daun (Tabel 41) yang menunjukkan bahwa serapan unsur P dan Ca tertinggi yaitu sebesar 6.523 mg/tanaman dan 30.085 mg/tanaman dihasilkan pada interaksi media tumbuh, cendawan V-AM dan pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis pemupukan yang cukup (1 gram/bibit) mampu menyediakan unsur-unsur esensial seperti N, P dan K yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya (pertambahan tinggi, diameter,biomassa, kekokohan dan perakaran).

Ketersediaan unsur-unsur hara esensial yang memiliki fungsi dan peran tersendiri akan mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas tanaman. Peranan nitrogen bagi tanaman adalah merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu menambah tinggi tanaman, merangsang tumbuhnya anakan dan membuat tanaman menjadi lebih hijau karena merupakan bahan penyusun klorofil yang penting dalam fotosintesis (Setyamidjaja, 1986 dalam Soerianegara, 1990). Nitrogen diserap dari tanah dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+).

Dalam tanah fosfor dijumpai dalam bentuk anorganik dan organik. Tanaman umumnya menyerap fosfor dalam bentuk ion orthofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan sebagian kecil dalam bentuk sekunder (HPO_4^{2-}). Serapan kedua ion tersebut oleh tanaman dipengaruhi oleh pH tanah sekitar akar. Pada pH tanah yang rendah serapan bentuk $H_2PO_4^-$ akan meningkat (Leiwakabessy, 1989).

Kalium diserap oleh tanaman dalam bentuk K^+ dan dijumpai dalam berbagai kadar di dalam tanah. Kalium mempunyai peranan penting terhadap peristiwa fisiologis tanaman, diantaranya yaitu merupakan pengaktif dari sejumlah besar enzim yang penting untuk fotosintesis, respirasi, pembentukan pati dan protein (Salisbury & Ross, 1995). Proses fotosintesa dapat berkurang bila kandungan kalium rendah dan pada saat itu respirasi bertambah besar. Hal ini akan menekan persediaan karbohidrat yang akan mengurangi pertumbuhan tanaman.

Ketersediaan nutrisi yang cukup (a.l. dengan pemupukan NPK) akan mempengaruhi geometri akar. Geometri akar yang meliputi parameter jumlah, panjang dan sebaran akar menghasilkan respon terbaik pada perlakuan pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit. Sedangkan jumlah dan panjang akar terendah dihasilkan pada perlakuan tanpa pemberian pupuk NPK. Hal ini ditegaskan oleh Smith & Read (1997) bahwa faktor-faktor seperti ketersediaan nutrisi, suhu dan kekompakan tanah akan mempengaruhi perkembangan dan percabangan perakaran.

Nilai ketergantungan mikoriza pada tingkat kesuburan tanah tertentu (RFMD) memberikan nilai tertinggi pada perlakuan pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit (28.709%). Hal ini menunjukkan bahwa media yang diberi pupuk dengan dosis 1 gram/bibit memiliki kesuburan yang tinggi sehingga tanaman dapat tumbuh lebih baik dengan biomassa yang lebih tinggi daripada kontrol.

3. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular (V-AM)

Mikoriza adalah hubungan simbiosis mutualis antara cendawan dengan akar tanaman/tumbuhan (Alexopoulos & Nims, 1979 dalam Supriyanto, 1994).

Mikoriza endotropik terdapat pada jati (*Tectona grandis*) di Indonesia. Infeksi dari fungi ini terdapat pada sel-sel korteks dari akar halus jati yang masih muda (Coster, 1921 dalam Manan, 1994).

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh inokulasi V-AM terhadap kualitas mutu bibit *T. grandis* pada Tabel 42, disimpulkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza memberikan kualitas mutu bibit lebih baik dibandingkan dengan kualitas bibit tanpa penginokulasian dengan mikoriza.

Inokulasi cendawan *G. etunicatum* menghasilkan pertambahan tinggi terbaik pada bibit *T. grandis* (10.079 cm) atau meningkat sebesar 35.9% terhadap kontrol dan menghasilkan pertumbuhan

diameter terbaik (4.0 mm) atau 8.1% lebih besar daripada kontrol

Hal ini didukung oleh Serrano (1985) dalam Imas *et.al* (1989) yang menyatakan bahwa tanaman yang bermikoriza biasanya tumbuh lebih baik daripada tanaman yang tidak bermikoriza.

Hal ini disebabkan karena mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur makro (N, P, K, Ca, Mg, Fe) dan unsur mikro (Cu, Mn, Zn), terutama fosfor (Paul & Clark, 1989).

Mikoriza ternyata mampu menghasilkan zat-zat pengatur tumbuh seperti auksin, sitokinin dan gibberelin. Akar bermikoriza mempunyai kemampuan menyerap unsur hara khususnya fosfor yang lebih banyak dan cepat jika dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza. Hal ini sangat membantu dalam ketersediaan ATP (*Adenosine Triphosphate*) yang berfungsi dalam proses penyerapan unsur-unsur hara melalui membran sel akar tumbuhan (Fakuara, 1994).

Keberadaan cendawan mikoriza (V-AM) pada tanaman dianalisis dengan persentase kolonisasi V-AM pada tanaman inang., Cendawan mikoriza *G. etunicatum* dalam akar bibit *T. grandis* mampu menginfeksi akar tanaman sebanyak 51.1% dan memiliki persentase kolonisasi V-AM 97.6% lebih tinggi daripada kontrol.

Kolonisasi endomikoriza pada akar dapat terjadi dari tiga sumber inokulum yaitu spora, bagian akar yang terinfeksi dan hifa, yang secara umum disebut dengan *propagule*. Kolonisasi V-AM pada sistem perakaran adalah suatu proses yang dinamis dimana kedua komponen berkembang, yaitu akar dan cendawan. Akar tumbuh secara apikal melalui pembelahan, perpanjangan dan diferensiasi sel serta melakukan inisiasi akar lateral. Pada saat yang sama, cendawan membentuk unit-unit infeksi yang tumbuh dan mengkolonisasi korteks akar (Smith & Read, 1997).

Akar yang terinfeksi V-AM umumnya tidak menunjukkan tanda morfologi yang mudah dikenali seperti ektomikoriza. Mikoriza vesikula-arbuskula memiliki dua macam organ yang terdapat dalam jaringan akar yang terinfeksi, yaitu vesikula dan arbuskula. Arbuskula diduga berperan sebagai pemindah unsur hara diantara simbiosis-simbiosis dan vesikula mengandung banyak lemak yang berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan. Persentase kolonisasi dalam hal ini tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan pembentukan unit-unit infeksi dan pertumbuhan cendawan, tapi dipengaruhi pula oleh kecepatan pertumbuhan sistem perakaran (Smith & Read, 1997).

Dengan meningkatnya unsur hara dan air yang dapat diterima oleh tanaman, perkembangan diameter akan lebih cepat dan menghasilkan diameter yang besar pada umur dan tinggi tanam tertentu (Fakuara, 1994).

Berat kering total terbesar (3.2 gram/bibit) dengan peningkatan sebesar 23.1% daripada kontrol dihasilkan pada tanaman yang diinokulasi oleh V-AM. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Mosse (1981) dalam Imas *et. al* (1989) yang meneliti bahwa adanya peningkatan bobot kering tanaman dan persentase fosfor dalam jaringan disebabkan karena pengaruh

inokulasi cendawan V-AM. Adanya perbaikan pertumbuhan terjadi karena mikoriza bergantung pada jumlah fosfor yang tersedia di dalam tanah dan jenis tanamannya. Peningkatan unsur fosfor dalam tanaman disebabkan karena akar yang terinfeksi oleh mikoriza memiliki kemampuan lebih besar untuk menyerap fosfor pada konsentrasi yang lebih rendah daripada akar yang tidak terinfeksi oleh mikoriza (Safir, 1988).

Kenyataan ini ditunjang dengan analisis unsur hara pada jaringan daun yang menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan cendawan *G. etunicatum* umumnya menyerap fosfor lebih tinggi daripada tanaman yang tidak bermikoriza. Serapan unsur P tertinggi dihasilkan pada interaksi antara media dan pupuk yang diinokulasi dengan V-AM *G. etunicatum* sebesar 6.523 mg/tanaman atau mampu meningkatkan penyerapan unsur P sebanyak 333.4% lebih tinggi daripada kontrol (Tabel 41).

Hal ini disebabkan oleh adanya struktur VA-M dalam akar tanaman yang mampu meningkatkan luas area untuk pertukaran metabolik antara tanaman inang dan cendawan VA-M, yaitu berkat peran hifa eksternal dalam meningkatkan potensi sistem perakaran untuk mengabsorpsi unsur hara dan air (Pacovsky, 1986 ; Linderman, 1992 dalam Lukiwati, 1996). Hifa eksternal berperan dalam serapan dan translokasi unsur-unsur hara ke tanaman yaitu 80% P, 25% N, 10% K, 25% Zn dan 60% Cu (Marschner dan Dell, 1994 dalam Lukiwati, 1996).

Hifa cendawan mikoriza akan menyusup masuk ke dalam jaringan akar semai membentuk vesikula dan arbuskula pada endomikoriza. Hifa yang berkembang di luar jaringan akar akan berkembang di dalam tanah, menyusup diantara partikel tanah dan menyerap unsur hara, air dan lain-lain yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Jaringan hifa di luar sistem perakaran jauh lebih panjang dari jaringan akar rambut. Dengan demikian hifa tersebut merupakan jembatan untuk tanaman dalam memenuhi kebutuhannya (Supriyanto, 1996).

Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap geometri akar yang meliputi jumlah dan panjang akar memberikan nilai tertinggi dibandingkan dengan sistem perakaran yang tidak diinokulasi dengan mikoriza. Bibit *T. grandis* berumur 3 bulan yang diinokulasi dengan mikoriza *G. etunicatum* memiliki jumlah akar sebesar 7.7% dan panjang akar sebesar 8.5% lebih besar daripada kontrol.

Hal ini diterangkan oleh Hatch (1937) dalam Imas *et. al* (1989) bahwa infeksi mikoriza pada sistem perakaran tanaman dapat meningkatkan derajat percabangan dan diameter akar. Selain itu, perkembangan akar dapat dibantu oleh perlakuan inokulasi karena V-AM menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang dapat memacu sistem geometri akar, yaitu jumlah dan distribusi akar (Powell & Bagyaraj, 1984).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peranan mikoriza pada bibit hasil stek pucuk Dipterocarpaceae sangat penting terutama dalam meningkatkan kualitas sistem perakaran dan

pertumbuhan bibit (Supriyanto, 1996). Perbaikan sistem perakaran tersebut disebabkan karena mikoriza menghasilkan hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang dapat mempengaruhi terhadap pembelahan sel akar (Gay, 1986; Darusman, 1995 dalam Supriyanto, 1996).

Jumlah rata-rata spora terbanyak ditemukan pada media dari tanaman yang diinokulasi dengan V-AM *G. etunicatum* (372 spora/10 g MKU) atau lebih banyak sebesar 89.9% daripada kontrol.

Populasi spora tidak selalu mencerminkan kontribusi cendawan terhadap kolonisasi akar karena akan berbeda untuk setiap jenis cendawan, jenis tanaman dan tergantung kepada variabel lingkungan (Smith & Read, 1997). Populasi spora dalam hal ini lebih mencerminkan kemampuan spora tersebut untuk berkembang biak dalam media tumbuhnya.

Walaupun telah dinyatakan diatas bahwa populasi spora tidak selalu menunjukkan kemampuan infeksi pada akar, namun pada penelitian ini ditemukan adanya kolonisasi endomikoriza sebesar 15.4% pada sistem perakaran yang tidak diberi perlakuan penginokulasian mikoriza.

Berdasarkan hasil analisis spora pada media tumbuh bibit *T. grandis*, ternyata ditemukan spora-spora endomikoriza alami yaitu dari jenis *Scutellospora* sp. dan *Acaulospora* sp (Gambar 18 C dan D). Spora-spora tersebut memiliki dinding yang tebal dan resisten serta merupakan suatu bentuk untuk bertahan hidup dengan kemampuan untuk menyebar melalui angin dan air (Smith & Read, 1997). Hal inilah yang kemungkinan menyebabkan terjadinya kolonisasi pada sistem perakaran bibit yang tidak diberi perlakuan inokulasi walaupun persen kolonisasinya tidak sebesar pada tanaman yang diberi perlakuan inokulasi dengan mikoriza *G. etunicatum*.

Pada penelitian ini ternyata dapat dikatakan bahwa jenis V-AM *G. etunicatum* memiliki kemampuan untuk berkembang biak pada seluruh komposisi media yang digunakan dalam penelitian ini. Hal ini terlihat pula pada media kontrol, yang menghasilkan jumlah rata-rata spora endomikoriza sebanyak 22 spora/10 g MKU, yang sebagian diduga terdapat secara alami dalam media tumbuh bibit jati yaitu jenis *Scutellospora* sp. dan *Acaulospora* sp.

Jenis tanaman memiliki perbedaan dalam kemampuan untuk tumbuh secara individual tanpa mikoriza. Hal ini mencerminkan adanya perbedaan dalam kebutuhan nutrisi dan mineral, kecepatan tumbuh serta kemampuan sistem perakaran yang tidak terinfeksi untuk menyerap mineral yang dibutuhkan. Jenis tanaman yang bersifat mikotrofik, yaitu yang pertumbuhannya dapat dirangsang oleh mikoriza, bervariasi dari yang bersifat fakultatif tergantung terhadap mikoriza, sampai kepada yang tidak dapat tumbuh tanpa mikoriza pada tanah alami yang paling subur sekalipun, dan terakhir yaitu yang secara ekologi bersifat mikotrofik obligat (Safir, 1988). Ketergantungan tanaman terhadap mikoriza pada tingkat kesuburan tanah tertentu dalam hal ini dinyatakan dalam *Relative Field Mycorrhizal Dependency* (RFMD).



Nilai RFMD dari seluruh perlakuan dalam penelitian ini memiliki nilai yang positif. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* memiliki ketergantungan terhadap endomikoriza *G. etunicatum*. Diterangkan pula bahwa pohon-pohon hutan yang tidak memiliki rambut-rambut akar serta memiliki lignin dan tanin yang tinggi pada umumnya merupakan jenis yang bersifat mikotrofik obligat (Safir, 1988), dalam hal ini seperti pada *T. grandis*.

4. Pengaruh Interaksi Antara Jenis Media Tumbuh dan Pupuk NPK

Berdasarkan Tabel 42, indeks mutu bibit tertinggi (30) untuk kualitas bibit dihasilkan pada interaksi antara jenis media tumbuh dengan komposisi tanah dan kompos limbah daun kayu putih dengan pemberian pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit. Sedangkan kualitas bibit terendah (20) dihasilkan pada interaksi antara jenis media tumbuh dengan komposisi sabut kelapa dan kompos limbah daun kayu putih tanpa pemberian pupuk NPK.

Interaksi antara tanah yang memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara yang tinggi dengan kompos limbah daun kayu putih yang dapat menyediakan nutrisi dan memiliki KTK yang tinggi (Suyanto, 1997) serta ditambah pula dengan dosis pupuk NPK sebanyak 1 gram/bibit, akan meningkatkan kesuburan media tumbuh sehingga kebutuhan tanaman akan unsur hara, air dan oksigen untuk pertumbuhannya dapat terpenuhi. Dengan terpenuhinya faktor-faktor diatas maka dapat dihasilkan bibit yang berkualitas baik, yang tercermin dari tinggi, diameter dan biomassa tanaman.

Sebaliknya, interaksi antara komposisi media tumbuh sabut kelapa dan kompos limbah daun kayu putih, yang memiliki kandungan fenol, cineol dan porositas yang tinggi, tanpa ditambah perlakuan pemupukan dengan NPK menghasilkan kualitas bibit terendah. Hal ini disebabkan karena dalam media tumbuh tersebut tidak tersedia unsur hara yang cukup akibat tidak ada penambahan pupuk NPK, dan media tidak dapat mengikat air dengan baik karena porositas yang tinggi. Selain itu, dengan adanya fenol dan cineol dalam media dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Gejala kekahatan unsur hara N,P dan K pada bibit *T. grandis* yang ditanam pada media ini terlihat dengan menguningnya daun, timbul bercak-bercak dan terjadi klorosis.

Pertambahan tinggi terbaik dengan peningkatan sebesar 8.5% terhadap kontrol dihasilkan pada kombinasi A4B3 (media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit). Pertambahan diameter batang terbaik dengan peningkatan sebesar 62.9% terhadap kontrol dalam hal ini dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A2B3 (media tanah:kompos daun kayu putih dengan dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit). Sedangkan berat kering total terbesar dihasilkan oleh kombinasi A1B3 (media tanah:sabut kelapa dengan dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit). Dari hasil pengamatan pada parameter diatas dapat disimpulkan bahwa pada interaksi

antara media tumbuh dan pupuk NPK ternyata pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit secara konsisten mempengaruhi pertumbuhan bibit jati.

Diantara berbagai jenis tanah, lempung berpasir adalah media yang paling cocok untuk pertumbuhannya, karena jati memerlukan tanah dengan drainase yang baik (Sastrosumarto & Suhaendi, 1985). Hasil penelitian terhadap tinggi, diameter dan berat kering total tanaman menunjukkan bahwa pertumbuhan tertinggi dihasilkan pada tanaman yang ditanam pada media dengan drainase yang baik dan mengandung unsur hara yang cukup. Hal ini disebabkan antara lain dengan penambahan bahan organik pada media tumbuh semai.

Penggunaan bahan organik untuk media tumbuh memiliki beberapa keunggulan yaitu (1) dapat memacu pelapukan bahan induk dan proses dekomposisi material lainnya, (2) sebagai sumber hara tanaman, (3) berpengaruh langsung pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan (4) dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (Supriyanto, 1997).

Bahan organik akan mempengaruhi sifat fisika dan kimia tanah. Bahan organik mempengaruhi paling sedikit separuh dari kemampuan menukar kation dalam tanah dan bertanggungjawab pada kemantapan agregat tanah. Selain itu bahan organik menyediakan senyawa energi dan senyawa pembentuk tubuh jasad mikro (Buckman & Brady, 1982 dalam Soerianegara, 1990).

Keragaan tanaman di atas tanah dapat disebabkan oleh faktor-faktor dalam tanah yang mempengaruhi sistem perakaran dan kemampuan penyerapan sistem perakaran. Selain dari kandungan nutrisi dan kelembaban dalam tanah, serta vigor dari sistem perakaran, kemampuan penyerapan ditentukan pula oleh distribusi dan panjang akar. Jumlah dan panjang akar menunjukkan kemampuan penyerapan terhadap unsur hara, air dan mineral (Schuurman & Goedewaagen, 1971).

Pada penelitian ini jumlah akar terbanyak dihasilkan dari interaksi antara komposisi media tumbuh tanah:kompos limbah daun kayu putih:sabut kelapa dengan dosis pemupukan NPK 1 gram/bibit yang dapat meningkatkan jumlah akar 38.3% dari kontrol, sedangkan jumlah akar terendah terdapat pada interaksi antara komposisi media tumbuh sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih tanpa pemupukan NPK.

Kemampuan bibit untuk mengembangkan sistem perakarannya antara lain ditentukan oleh jenis media yang digunakan. Kriteria media perakaran yang baik adalah media harus cukup kuat dan kompak untuk menopang pertumbuhan tanaman, mampu mempertahankan kelembaban, memiliki aerasi dan drainase yang baik, bebas dari hama dan penyakit, tidak memiliki salinitas yang tinggi dan dapat disterilkan dengan suhu tinggi tanpa mengurangi unsur-unsur hara penting bagi pertumbuhan (Hartman & Kester, 1976).

Media perakaran harus memiliki kesarangan yang cukup (*porous*) dan terdapat suatu ruangan dalam media untuk sistem perakaran, air dan udara sehingga sistem perakaran mampu menyebar ke seluruh ruangan media dengan mudah (Pamoengkas, 1997).

Komposisi media tanah:kompos limbah daun kayu putih:sabut kelapa dalam hal ini memberikan aerasi dan kesarangan bagi sistem perakaran untuk berkembang dan meningkatkan kemampuan penyerapan sistem perakaran. Selain itu, pemupukan NPK akan menambah ketersediaan nutrisi dan unsur hara yang dapat diserap oleh akar bibit *T. grandis*.

Dari hasil pengamatan terhadap geometri akar, penambahan sabut kelapa pada media tanah pada umumnya memberikan hasil yang baik bagi pertumbuhan sistem perakaran. Hal ini terlihat dari parameter jumlah dan panjang akar yang memiliki nilai tertinggi pada media yang dicampur dengan sabut kelapa.

Sebaran akar pada berbagai lapisan dapat menunjukkan status unsur hara dari setiap zona tersebut (Schuurman & Goedewaagen, 1971). Dari hasil penelitian ini distribusi sistem perakaran terbanyak terdapat pada zona bagian bawah yang dihasilkan oleh interaksi antara komposisi media tanah:sabut kelapa dengan dosis pemupukan NPK sebesar 1 gram/bibit. Hal ini dapat menunjukkan adanya kemungkinan bahwa status nutrisi terbesar dari media tumbuh terakumulasi pada bagian bawah media akibat penyiraman yang menyebabkan unsur hara dari pemberian pupuk NPK terbawa ke bagian bawah media. Namun ada kemungkinan pula hal ini disebabkan karena adanya *root-trainers* dalam wadah media yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar lateral dan mengarahkan pertumbuhan akar ke arah bawah/dasar media.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa interaksi antara media tumbuh dengan pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit menghasilkan pengaruh terbaik bagi parameter tinggi, diameter, berat kering total, jumlah akar dan sebaran akar. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit secara konsisten mempengaruhi pertumbuhan bibit jati. Penggunaan media tumbuh dalam hal ini dapat disubstitusikan dengan media A4 (tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa), A2 (tanah:kompos daun kayu putih) dan A1 (tanah:sabut kelapa).

Nilai RFMD terbesar (64.73%) dihasilkan pada interaksi antara antara jenis media tumbuh sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih dengan dosis pemupukan 0.5 gram/bibit. Perlakuan ini mampu meningkatkan nilai RFMD sebesar 83.7% daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* memiliki ketergantungan tertinggi terhadap endomikoriza pada tingkat kesuburan media sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih dengan NPK 0.5 gram/bibit.

Interaksi antara pengaruh jenis media tumbuh dengan pemupukan NPK tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase kolonisasi V-AM dalam akar bibit *T. grandis*. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kolonisasi V-AM *G. etunicatum* tidak dipengaruhi oleh jenis media

dan dosis pemupukan atau dengan kata lain mikoriza dapat menginfeksi akar tanaman yang ditanam pada semua kombinasi media dengan semua tingkat pemberian pupuk NPK.

Interaksi antara jenis media dan pemupukan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah spora dalam media (Tabel 38). Jumlah spora terbanyak terdapat pada interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan dosis pemupukan sebesar 0.5 gram/bibit. Populasi spora dalam hal ini tidak mempengaruhi keefektifan mikoriza dalam menginfeksi akar, namun dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa spora endomikoriza *G. etunicatum* dapat berkembang biak pada seluruh perlakuan interaksi media dan pupuk yang digunakan dalam penelitian ini, khususnya pada media A4 (tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa).

5. Pengaruh Interaksi Antara Media Tumbuh dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular

Manfaat mikoriza secara umum untuk tanaman adalah untuk meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfor, meningkatkan penyerapan air, mengurangi penggunaan pupuk buatan, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketahanan terhadap kekurangan air dan mengurangi serangan cendawan patogen akar (Supriyanto, 1996). Dalam memperbaiki struktur tanah mikoriza pun berperan dalam membantu siklus mineral (Suhardi, 1984).

Interaksi antara jenis media tumbuh dan mikoriza pada penelitian ini memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas bibit bila ditinjau dari parameter vigor dan jumlah spora (Tabel 43).

Kekokohan tanaman terbaik pada penelitian ini dihasilkan pada interaksi A4C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan inokulasi cendawan V-AM) dengan nilai vigor sebesar 39.83. Nilai ini merupakan nilai yang hampir mendekati vigor bibit *T. grandis* yang akan ditanam di lapangan yaitu sebesar 40.7 (Lampiran 4).

Bibit yang baik memiliki nilai kekokohan yang seimbang antara tinggi dan diameter batang, sehingga bibit dengan vigor yang baik akan tahan terhadap faktor lingkungan di lapangan yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman seperti gangguan angin, dll.

Jumlah spora terbanyak dihasilkan pada interaksi A4C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan inokulasi cendawan V-AM) sebanyak 450 spora/10 g MKU. Kelembaban dan suhu berpengaruh terhadap perkecambahan spora. Disamping pengaruhnya terhadap pembentukan spora, suhu juga mungkin menentukan ukuran dan /atau morfologi struktur reproduksi (Hadi, 1994). Penambahan bahan organik seperti sabut kelapa dan kompos limbah daun kayu putih ke dalam media tanah akan dapat meningkatkan kelembaban dan temperatur tanah (Bilan, 1960 dalam Ikhsanuddin, 1987).

Persentase kolonisasi tertinggi dari V-AM *G. etunicatum* dihasilkan pada interaksi antara media tanah:kompos limbah daun kayu putih dengan inokulasi mikoriza (46.6%), sedangkan nilai kolonisasi terendah dihasilkan pada interaksi antara media sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih tanpa perlakuan inokulasi mikoriza (19.75%).

Pemberian bahan organik seperti kompos limbah daun kayu putih pada tanah akan meningkatkan suhu media. Temperatur tanah dalam hal ini akan mempengaruhi aspek-aspek yang dapat menyebabkan terjadinya kolonisasi V-AM pada akar tanaman (Smith & Read, 1997). Sebagai contoh, infektivitas spora *G. intraradices* meningkat pada suhu diatas 38°C pada tanah yang lembab (Haugen & Smith, 1992 dalam Smith & Read, 1997).

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua proses fisiologis, yaitu adanya asimilasi CO₂ oleh daun yang berguna untuk pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara oleh akar yang berguna untuk pertumbuhan tunas (Schoorman & Goedewaagen, 1971). Pengaruh kolonisasi V-AM terhadap pertumbuhan bibit *T. grandis* diantaranya terlihat dari pertambahan tinggi tanaman tertinggi dihasilkan pada interaksi antara media tanah:kompos limbah daun kayu putih:sabut kelapa dengan inokulasi mikoriza (11.25 cm), kemudian diikuti oleh interaksi antara jenis media tanah:sabut kelapa yang diinokulasi dengan mikoriza (9.2 cm).

Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza dapat berkembang biak dengan baik pada media yang memiliki kesaranan yang baik dengan unsur hara yang cukup dan tidak berlebihan. Kesaranan media memegang peranan yang cukup penting karena akan mempengaruhi pertukaran oksigen dan karbondioksida untuk perkecambahan spora. Dimana pada umumnya spora fungi memerlukan oksigen untuk berkecambah (Hadi, 1994). Hal ini terbukti dengan dihasilkannya jumlah spora terbanyak pada interaksi antara media tanah:kompos limbah daun kayu putih:sabut kelapa dengan penginokulasian mikoriza (450 spora/10 g MKU).

Berat kering total tanaman tertinggi (31.63 gram) dihasilkan pada interaksi antara komposisi media tanah:kompos daun kayu putih dengan inokulasi V-AM *G. etunicatum*.

Penyerapan unsur hara oleh mikoriza bagi tanaman akan meningkatkan pertumbuhan tanaman baik tunas maupun akar sehingga mampu meningkatkan biomasnya.

Penelitian menunjukkan bahwa status nutrisi tanaman inang dipengaruhi oleh mikoriza yang berfungsi sangat efisien sebagai alat penyerap unsur hara (Imas *et. al.*, 1989). Inokulasi cendawan V-AM ke dalam media tanah dan kompos daun kayu putih dengan unsur hara yang cukup, akan meningkatkan peran mikoriza dalam menyerap unsur hara, khususnya fosfor yang tadinya tidak tersedia bagi tanaman kini menjadi tersedia bagi tanaman. Bjorkman (1942) dalam Imas *et.al* (1989) menunjukkan bahwa mikoriza akan berkembang dengan baik jika status unsur hara dalam kondisi sedikit defisien dalam N atau P.

Pengaruh interaksi antara media tumbuh dan inokulasi V-AM terhadap jumlah dan panjang akar tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun dari nilai rata-rata diketahui bahwa jumlah dan panjang akar tertinggi dihasilkan pada interaksi antara media tanah:sabut kelapa dan perlakuan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*.

Jumlah dan panjang akar menunjukkan kemampuan penyerapan unsur hara dan air oleh akar tanaman. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa media tanah dan sabut kelapa memberi peluang kepada akar yang terinfeksi oleh mikoriza untuk dapat menyerap air dan unsur hara yang lebih banyak. Penggunaan sabut kelapa sebagai bahan organik pada tanah dapat meningkatkan suhu tanah yang dapat mempengaruhi pertumbuhan akar. Bowen (1991) menyatakan bahwa suhu minimum untuk pertumbuhan akar adalah 5°C dan maksimum 35-40°C, dengan suhu optimum 20-25°C, tergantung dari jenisnya.

Perlakuan interaksi antara media tumbuh dan mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai RFMD, namun dari nilai rata-rata RFMD dapat diketahui bahwa nilai RFMD tertinggi dihasilkan pada media sabut kelapa:kompos daun kayu putih. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang ditanam pada media tersebut memiliki ketergantungan yang paling tinggi terhadap mikoriza. Kesuburan media yang rendah dapat menjadi salah satu penyebab tingginya ketergantungan tanaman yang ditanam pada komposisi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih terhadap mikoriza.

Indeks mutu bibit (Tabel 42) menunjukkan bahwa interaksi A2C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih dengan inokulasi cendawan V-AM) menghasilkan nilai mutu bibit terbaik yaitu sebesar 28. Namun dari hasil uji lanjut Duncan pada interaksi yang nyata diketahui bahwa nilai kekokohan dan jumlah spora terbaik dihasilkan pada interaksi A4C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa dengan inokulasi cendawan V-AM). Hal ini menunjukkan bahwa cendawan V-AM *G. etunicatum* mempengaruhi secara konsisten pertumbuhan bibit *T. grandis* pada media tumbuh A2 (tanah:kompos daun kayu putih) dan A4 (tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa).

6. Pengaruh Interaksi Antara Pupuk NPK dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular

Pertumbuhan mikoriza secara maksimum tergantung pada perolehan nutrisi yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman dan miselia fungi. Kebutuhan akan nutrisi tersebut dapat disediakan melalui pemupukan. Kekurangan atau kelebihan pemupukan dapat mempengaruhi kolonisasi hifa pada akar tanaman dalam kontainer di persemaian (Dell & Malajczuk, 1994).

Mikoriza dapat berkembang dengan baik pada kondisi hara yang tidak terlalu kekurangan atau kelebihan unsur N dan P (Dell & Malajczuk, 1984). Hal ini terlihat dari hasil analisis unsur hara



pada jaringan daun yang menunjukkan bahwa tanaman bermikoriza tanpa pemupukan NPK mampu menghasilkan fosfor lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang diberi pemupukan (Tabel 41).

Ketersediaan N dan P secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan karbohidrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikoriza. Nitrogen yang terlalu tinggi akan mereduksi kelebihan karbohidrat sehingga dapat menurunkan pembentukan mikoriza (Bjorkman *dalam* Imas *et. al.*, 1989).

Pertumbuhan bibit yang baik pada dosis pupuk NPK 1 gram/bibit menunjukkan bahwa pada dosis tersebut mikoriza dapat berkembang dengan baik, yang menunjukkan pula bahwa pemberian dosis 1 gram/bibit tidak menghambat pertumbuhan mikoriza.

Pada penelitian ini ternyata kualitas bibit terbaik didapatkan pula pada interaksi antara dosis pupuk NPK yang paling tinggi (1 gram/bibit) dengan inokulasi V-AM.

Pemberian dosis NPK sebanyak 1 gram/bibit pada dasarnya masih berada dalam kadar toleransi yang dapat meningkatkan perkembangan mikoriza untuk bibit yang berada dalam kontainer di persemaian. Penelitian pada *Eucalyptus* sp. menunjukkan bahwa pemberian NPK yang dianjurkan untuk bibit *Eucalyptus* sp. yang ditanam di lapangan adalah sebesar 3-10 gram/pohon. Konsentrasi ini mampu menyediakan nutrisi pada tingkat yang akan memaksimalkan perkembangan mikoriza pada *Eucalyptus* sp. (Dell & Malajczuk, 1984).

Oleh karena itu penggunaan dosis NPK yang digunakan dalam penelitian ini (1 gram/bibit), yang lebih rendah daripada kisaran dosis yang dianjurkan untuk bibit di lapangan, dapat digunakan untuk bibit yang berada dalam kontainer di persemaian dengan asumsi bahwa pada bibit yang ditanam dalam kontainer kebutuhan akan nutrisi lebih rendah daripada bibit yang ditanam di lapangan.

Terjadinya peningkatan penyerapan fosfor pada tanaman yang bermikoriza ditentukan oleh spesies tanaman, keperluan tanaman akan fosfor, kemampuan tanaman untuk menggunakan fosfor tanah dengan sebaik-baiknya, kandungan P dalam tanah, infeksi mikoriza yang bergantung pada tanaman, adaptasi cendawan pada tanah dan lingkungan serta efisiensi spesies cendawan (Imas *et. al.*, 1989).

Tabel 42 menunjukkan bahwa indeks mutu bibit terbaik (29) dihasilkan pada interaksi B3C2 (pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dengan inokulasi mikoriza *G. etunicatum*). Parameter yang menentukan kualitas bibit dalam hal ini adalah kekokohan bibit, nisbah pucuk akar, berat kering total dan persentase kolonisasi V-AM pada akar tanaman.

Tabel 43 menunjukkan bahwa interaksi antara pupuk NPK dan cendawan V-AM menghasilkan pengaruh yang nyata pada parameter kekokohan, berat kering total, nisbah pucuk akar dan jumlah spora.

Nilai kekokohan terbaik sebesar 37.19 (Tabel 11) dihasilkan pada interaksi B3C1 (dosis pupuk NPK 1 gram/bibit tanpa inokulasi cendawan V-AM). Berat kering total tertinggi sebesar 4.7 gram dengan peningkatan sebesar 291.7% terhadap kontrol (Tabel 15) dihasilkan pada interaksi B3C2 (komposisi pupuk NPK 1 g/bibit dengan inokulasi cendawan V-AM). Nisbah pucuk akar terbaik sebesar 1.492 (Tabel 19) dihasilkan pada interaksi B2C1 (dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit tanpa inokulasi cendawan V-AM). Jumlah spora terbanyak dihasilkan pada interaksi B3C2 (dosis pupuk NPK 1 gram/bibit dengan inokulasi cendawan V-AM).

Hasil indeks mutu bibit dan uji lanjut Duncan diatas menunjukkan bahwa pada interaksi antara pupuk NPK dan cendawan V-AM terlihat adanya kecenderungan pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit yang secara konsisten mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis*. Cendawan endomikoriza dalam hal ini pun turut mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis*, namun pada interaksinya dengan pupuk NPK pengaruh cendawan V-AM lebih didominasi oleh dosis pupuk NPK.

Panjang dan jumlah akar yang merupakan bagian dari geometri akar memiliki nilai tertinggi pada interaksi antara pemupukan NPK dengan dosis 1 gram/bibit dengan inokulasi mikoriza.

Pertumbuhan akar sangat dipengaruhi oleh ketersediaan karbon dalam tanaman. Dengan tersedianya unsur hara (NPK dengan dosis 1 gram/bibit) yang cukup dalam media yang dapat diserap oleh mikoriza, maka tanaman akan dapat meningkatkan proses fotosintesisnya untuk menghasilkan karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan akar serta meningkatkan jumlah dan panjang akar.

Tabel 39 menunjukkan bahwa interaksi pupuk NPK dengan dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan V-AM menghasilkan nilai terbaik untuk jumlah spora sebanyak 459 spora/10 g MKU. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata V-AM *G. etunicatum* mampu berkembang biak pada kondisi tanah yang subur. Sedangkan Tabel 33 menunjukkan bahwa interaksi antara pupuk NPK dan mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap persentase kolonisasi V-AM. Hal ini menunjukkan bahwa *G. etunicatum* mampu menginfeksi akar tanaman pada seluruh taraf pemberian dosis pupuk NPK (0 gram/bibit, 0.5 gram/bibit dan 1 gram/bibit). Namun pada Tabel 34 dapat diketahui bahwa tingkat keefektifan optimal dari mikoriza untuk menginfeksi akar tanaman terjadi pada kondisi pemupukan dengan dosis 0.5 gram/bibit.

Hal ini diterangkan dalam Hadi (1994) bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangannya fungi membutuhkan karbon dalam bentuk senyawa organik, nitrogen anorganik, nitrogen organik, vitamin dan unsur hara seperti P, K, S dan Mg. Dalam penelitian ini kebutuhan nutrisi untuk perkecambahan spora disediakan dengan penambahan pupuk NPK sebanyak 1 gram/bibit.

Interaksi antara pemberian pupuk NPK dengan inokulasi mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai RFMD. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* yang diberi perlakuan pemupukan NPK pada dosis 0 gram/bibit, 0.5 gram/bibit dan 1 gram/bibit dan diinokulasi

dengan V-AM *G. etunicatum* memiliki ketergantungan terhadap mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitasnya.

7. Pengaruh Interaksi Antara Media Tumbuh, Pupuk NPK dan Mikoriza Vesikular-Arbuskular

Penelitian ini pada akhirnya bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari seluruh perlakuan yaitu pengaruh media tumbuh, pupuk NPK dan cendawan V-AM terhadap kualitas bibit *T. grandis* yang dihasilkan.

Pemberian bahan organik seperti kompos limbah daun kayu putih dan sabut kelapa pada media tanah dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) media. KTK dapat didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk menyerap kation, sehingga media yang memiliki KTK yang tinggi mampu menyerap unsur hara dengan baik. Dalam hal ini pemberian kompos limbah daun kayu putih dan sabut kelapa pada media tanah akan meningkatkan kemampuan media tersebut untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Unsur hara merupakan unsur-unsur mineral inorganik yang diperoleh oleh sistem perakaran untuk digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (De Saussure, 1904; Devlin, 1975 dalam Soerianegara, 1990). Ada tiga unsur mineral yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang besar dan diperoleh dari dalam tanah, yaitu unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) (Sosrosodirjo *et. al.*, 1982 dalam Soerianegara, 1990).

Mikoriza memiliki peran yang penting dalam penyerapan unsur hara dan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman yang ditanam pada media dengan kondisi hara yang tidak melimpah. Mikoriza yang memiliki enzim fosfatase (Paul & Clark, 1989), dalam hal ini mampu menyerap fosfat pada konsentrasi larutan yang lebih rendah daripada tanaman yang tidak terinfeksi oleh mikoriza.

Interaksi antara media tumbuh, pupuk NPK dan cendawan V-AM pada Tabel 43 menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada parameter nisbah pucuk akar dan RFMD (*Relative Field Mycorrhizal Dependency*).

Nisbah pucuk akar terbaik pada penelitian ini dihasilkan pada tanaman yang kaya akan bahan organik, pemupukan NPK pada dosis yang cukup tinggi (1 gram/bibit) dan diinokulasi dengan V-AM. Ketiga faktor tersebut saling berinteraksi sehingga mampu berfungsi sebagai media yang dapat menyediakan unsur hara dan aerasi yang baik bagi tanaman. Keberadaan V-AM pada sistem perakaran mampu meningkatkan unsur hara dari tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan bibit.

Nilai RFMD terbesar dihasilkan oleh interaksi antara media sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 0.5 gram/bibit dan inokulasi V-AM *G. etunicatum*. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* yang ditanam pada tingkat kesuburan media sabut

kelapa:kompos limbah daun kayu putih dengan pemupukan NPK sebanyak 0.5 gram/bibit memiliki ketergantungan yang paling tinggi terhadap mikoriza.

Bibit yang memiliki nilai RFMD yang tinggi dalam hal ini memiliki biomassa yang lebih tinggi daripada kontrol dengan adanya keberadaan mikoriza. Ketergantungan tanaman akan mikoriza tergantung dari banyak faktor, diantaranya adalah jenis cendawan/inokulum, morfologi akar, pertumbuhan tanaman dan tipe tanah (Xioutang, 1994).

Komposisi media sabut kelapa dan kompos daun kayu putih dalam hal ini merupakan media yang tidak terlalu baik untuk pertumbuhan bibit *T. grandis* karena memiliki porositas yang sangat tinggi dan kesuburan yang rendah sehingga tingkat ketergantungan terhadap mikoriza menjadi sangat tinggi. Namun dari seluruh perlakuan dalam penelitian ini, didapatkan nilai RFMD yang positif dari setiap perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa bibit *T. grandis* memiliki ketergantungan terhadap mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitasnya.

Keberadaan V-AM dalam akar bibit jati dianalisis dengan menghitung kolonisasinya dalam akar tanaman. Persentase kolonisasi tertinggi diperoleh pada interaksi antara media tanah:kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK sebanyak 1 gram/bibit dan dengan inokulasi V-AM *G. etunicatum*, kemudian diikuti oleh interaksi antara media tanah:sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih, dosis pupuk NPK 0.5 gram/bibit dan dengan inokulasi V-AM.

Infeksi mikoriza pada sistem perakaran akan meningkat pada kondisi media yang lembab dan pada suhu yang optimum. Dalam hal ini media tanah:kompos daun kayu putih dan sabut kelapa memberikan kondisi yang optimum bagi proses infeksi mikoriza pada akar bibit *T. grandis*. Pemberian NPK dalam hal ini tidak terlalu mempengaruhi kolonisasi V-AM pada perakaran *T. grandis*. Infeksi mikoriza yang tinggi akan meningkatkan penyerapan unsur hara oleh akar tanaman inang.

Peran cendawan mikoriza dalam meningkatkan penyerapan unsur hara didukung oleh hasil analisis unsur hara pada jaringan daun yang menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan media tanah:sabut kelapa, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan *G. etunicatum* (A1B3C2) mampu menghasilkan serapan unsur P tertinggi yaitu sebesar 6.523 mg/tanaman atau mampu meningkatkan penyerapan P 333.4% lebih besar terhadap kontrol (Tabel 41). Serapan unsur Ca tertinggi (30.085 mg/tanaman) dihasilkan pada interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis NPK 1 gram/bibit dan dengan inokulasi V-AM (A4B3C2).

Hasil analisis diatas menunjukkan bahwa pencampuran media tumbuh dengan sabut kelapa mampu menghasilkan serapan unsur P dan Ca terbaik pada tanaman. Hal ini dapat disebabkan karena sabut kelapa memiliki Ca terikat yang kemungkinan dengan adanya cendawan V-AM dapat diubah menjadi tersedia bagi bibit jati.

Peran cendawan V-AM pada pertumbuhan tanaman dibuktikan pada penelitian tanaman *Mangifera indica* yang diinokulasi dengan V-AM ternyata mampu meningkatkan tinggi, diameter dan biomassa tanaman daripada tanaman yang tidak diinokulasi dengan V-AM (Xioutang, 1994).

Media yang terdiri dari campuran kompos limbah daun kayu putih dan tanah serta ditambah dengan pemupukan NPK akan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Keberadaan V-AM akan membantu penyerapan unsur hara oleh tanaman dan menurut De La Cruz (1988) dalam Setiadi (1998), keberadaan mikoriza dalam hal ini dapat menggantikan kira-kira 50% kebutuhan akan P, 40% N dan 25% K pada anakan *Leucaena leucocephala*. Dengan demikian biomassa tanaman akan meningkat seiring dengan meningkatnya penyerapan unsur hara yang berguna untuk pertumbuhan tanaman.

Keseimbangan antara pertumbuhan pucuk dan akar merupakan indikator dari kemampuan tanaman untuk beradaptasi dengan kondisi tempat tumbuhnya (Ledig *et al.*, 1970 dalam Othman *et al.*, 1990). Untuk beberapa jenis *Pinus* sp. nisbah pucuk akar merupakan indikator yang lebih akurat untuk menentukan kualitas bibit dalam kontainer daripada tinggi saja, sehingga nisbah pucuk akar dapat digunakan sebagai parameter untuk memprediksi keragaan bibit di lapangan (Romero *et al.*, 1986 dalam Othman *et al.*, 1990).

Interaksi antara jenis media tumbuh, pemupukan dan inokulasi mikoriza memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nisbah pucuk akar rata-rata bibit *T. grandis*. Nisbah pucuk akar terbaik dihasilkan oleh interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih, dosis pemupukan NPK sebanyak 1 gram/bibit dan dengan inokulasi V-AM *G. etunicatum* (1.3), diikuti oleh interaksi antara media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, dosis pemupukan NPK sebanyak 1 gram/bibit dan inokulasi V-AM (1.43).

Perakaran pada bibit *T. grandis* pada umumnya tumbuh dengan baik pada media yang dicampur dengan bahan organik seperti sabut kelapa atau kompos limbah daun kayu putih. Penambahan bahan organik tersebut pada media tumbuh akan meningkatkan suhu media. Bowen (1991) menyatakan bahwa suhu tanah sangat mempengaruhi panjang akar dalam hal pemanfaatan sumber hara dalam tanah dan dapat mempengaruhi pertumbuhan serta percabangan akar. Peningkatan suhu media sampai mencapai suhu yang optimum akan meningkatkan pertumbuhan akar primer dan akar lateral. Jumlah dan panjang akar dapat menjadi indikator kapasitas penyerapan unsur hara pada tanaman, yang akan meningkat dengan adanya mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran.

Populasi spora bervariasi tergantung dari komposisi jenis, viabilitas, dormansi, dll. (Smith & Read, 1997). Interaksi antara media tumbuh, sabut kelapa dan kompos limbah daun kayu putih memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap jumlah spora. Jumlah spora endomikoriza yang

diamati dari 10 gram media tumbuh memiliki nilai tertinggi pada interaksi antara media tanah:sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 0.5 gram/bibit dan inokulasi V-AM *G. etunicatum*. Hal ini menunjukkan bahwa spora dapat berkembang biak pada media apa saja, namun perkecambahan yang paling intensif terjadi pada media tanah:sabut kelapa:kompos daun kayu putih.

Indeks mutu bibit pada Tabel 42 menunjukkan bahwa kualitas bibit terbaik dihasilkan pada 2 perlakuan yaitu (1) hasil interaksi antara media tanah:kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dan inokulasi V-AM *G. etunicatum* (A2B3C2) dengan nilai 32, dan (2) hasil interaksi antara media tanah:sabut kelapa:kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dan inokulasi V-AM *G. etunicatum* (A4B3C2) dengan nilai 32.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa interaksi A2B3C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih, pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan V-AM) merupakan perlakuan terbaik dari seluruh perlakuan yang ada. Hal ini terlihat dari nilai indeks mutu bibit (Tabel 42) yang menunjukkan bahwa masing-masing faktor dari interaksi tersebut (A2, B3 dan C2) mampu mempengaruhi pertumbuhan bibit *T. grandis* secara konsisten baik ditinjau dari pengaruh masing-masing faktor tunggal maupun interaksinya.

Namun, perlakuan A4B3C2 (komposisi media tanah:kompos daun kayu putih:sabut kelapa, pupuk NPK pada dosis 1 gram/bibit dan inokulasi cendawan V-AM) mampu menghasilkan nilai indeks mutu bibit yang sama dengan perlakuan A2B3C2. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan A4B3C2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A2B3C2 sehingga perlakuan A4B3C2 dapat dijadikan sebagai alternatif baru selain perlakuan A2B3C2.



IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Perlakuan yang menghasilkan kualitas bibit terbaik adalah (1) perlakuan dengan komposisi media tanah dan kompos limbah daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dengan inokulasi cendawan mikoriza *Glomus etunicatum* atau (2) perlakuan dengan komposisi media tanah, sabut kelapa dan kompos daun kayu putih, pemupukan NPK pada dosis 1 gram/bibit dengan inokulasi cendawan mikoriza *Glomus etunicatum* pada tanaman.

Penggunaan sabut kelapa sebagai campuran pada media tanah atau tanah dan kompos daun kayu putih dapat menjadi alternatif untuk menghasilkan perakaran yang baik, namun membutuhkan pengolahan lebih lanjut untuk menurunkan kandungan fenol yang tinggi.

Bibit *T. grandis* menghasilkan serapan unsur Ca yang lebih tinggi daripada unsur P dan memiliki ketergantungan terhadap mikoriza untuk menghasilkan kualitas bibit yang baik pada tingkat kesuburan tanah tertentu.

B. SARAN

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang cara pengolahan sabut kelapa untuk menghilangkan kandungan fenol yang tinggi sehingga sabut kelapa dapat berfungsi optimum sebagai media tumbuh bagi *T. grandis* dan perlu diadakan penelitian lanjutan tentang jenis mikoriza yang paling efektif dapat menginfeksi sistem perakaran *T. grandis*.



DAFTAR PUSTAKA

Agoes, D. 1994. *Aneka Jenis Media Tanam dan Penggunaannya*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Powell, C.L. and D.J. Bagyaraj. 1984. *V-A Mycorrhiza*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Beekman, 1949. *Jati*. Terjemahan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Bowen, G.D. 1991. *Soil Temperature, Root Growth and Plant Function in Plant Roots, The Hidden Half*. Marcel Dekker, Inc. New York.

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove and N. Malajczuk. 1996. *Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR, Canberra. Australia.

Duryea, M.L. and G.N. Brown. 1984. *Seedling Physiology and Reforestation Success. Proceeding of The Physiology Working Group Technical Session*. DR.W.Junk Publishers. Boston.

Fakuara, Y. 1994. *Peranan Mikoriza Dalam Peredaran Hara dan Peningkatan Kualitas Semai dalam Laporan Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza*. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.

Hadi, S. 1994. *Ekofisiologi Fungi dalam Laporan Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza*. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.

Hardjowigeno, S. 1989. *Ilmu Tanah*. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.

Hartman, H.T. and D.E. Kester. 1976. *Plant Propagation. Principles and Practices. Third Edition*. Prentice Hall of India. India.

Ikhsanuddin. 1987. *Pengaruh Beberapa Media Tumbuh dan Penggunaan Abu Serasah Daun Dipterocarpaceae Pada Pertumbuhan Semai Albizzia falcataria (L) Fosberg*. Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Diterbitkan.

Imas, T., S. Hadioetomo, A.W. Gunawan dan Y. Setiadi. 1989. *Mikrobiologi Tanah II*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.

Klepper, B. 1991. *Root-Shoot Relationships in Plant Roots, The Hidden Half*. Marcel Dekker, Inc. New York.

Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1960. *Physiology of Trees*. Mc Graw-Hill Book Company. London.

Lukiwati, D.R. 1996. *Peningkatan Produksi dan Nilai Nutrisi Legum Pakan dengan Pemupukan Batuan Fosfat dan Inokulasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular*. Tesis Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Tidak Diterbitkan.

Malik, A. 1991. *Pengaruh Inokulasi Hebeloma cylindrosporum dan Beberapa Media Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Eucalyptus urophylla Secara In Situ dan In Vitro*. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Nasional. Jakarta. Tidak Diterbitkan.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Manan, S. 1994. Pengaruh Mikoriza Pada Pertumbuhan Semai *Pinus merkusii* di Persemaian. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir dan S.A. Prawira. 1986. Indonesia World Atlas Volume I. Agency for Forestry Research and Development. Bogor.
- Nuraini, Y. 1984. Pengaruh Penggunaan Kulit Coklat, Sabut Kelapa dan Ampas Tebu Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah Podsolik Jasinga. Skripsi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Diterbitkan.
- Othman, H., S.K. Leong and Z. Samsuddin. 1991. Root-Shoot Balance of *Hevea* Planting Materials in Plant Roots and Their Environment. Elsevier Science Publishers BV. Malaysia.
- Pamoengkas, P. 1996. Analisa Media. Laboratorium Silvikultur Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Paul, E.A. and F.E. Clark. 1989. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, Inc. London.
- Safir, G.R. 1988. Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants. CRC Press. USA.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1992. Fisiologi Tumbuhan Jilid I. Terjemahan. ITB. Bandung.
- Sastrosumarto, S. dan H. Suhaendi. 1985. Suatu Tinjauan Mengenai Program Pemuliaan Jati (*Tectona grandis* L.f.) di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Schuurman, J.J. and M.A.J. Goedewaagen. 1971. Methods for The Examination of Root Systems and Roots. Van Dooren, N.V. Wageningen.
- Setiadi, Y. 1998. Manfaat Mikoriza Untuk Meningkatkan Kualitas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Laboratorium Bioteknologi Kehutanan Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Simanungkalit, R.D.M. 1994. Potensi Mikoriza Vesikular-Arbuskular Dalam Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Inc. London.
- Soerianegara, I. 1990. Usaha Peningkatan Kualitas Semai *Shorea selanica* B.I. Melalui Pengaturan Intensitas Cahaya dan Pemupukan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- _____. and R.H.M. Lemmens. 1994. Timber Trees : Major Commercial Timbers. Plant Resources of South-East Asia No. 5(1). Bogor.
- Sudada, I.G. 1994. Pengajian Teknologi dan Finansial Pembuatan Media Tanam dari Serbuk Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*). Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak Diterbitkan.
- Supriyanto. 1994. Laporan Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza Volume II. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.

. 1996. Peranan Mikoriza Terhadap Tanaman Stek Pucuk. Makalah disampaikan pada Pelatihan Stek Pucuk di Carita KPH Banten Perum Perhutani Unit III Jawa Barat. 19-23 Agustus 1996.

. 1997. Pengenalan Silvikultur Tanaman Hutan dan Teknik Pembibitan Tanaman Hutan. Pelatihan Manajemen Perbenihan dan Persemaian Tahun 1997 Tingkat Asper/KBKPH Sederajat, 10-12 April 1997 dan 14-16 April 1997, Cianjur.

. 1997. Penggunaan Polytube Untuk Produksi Bibit. Makalah disampaikan pada Pembahasan Pembuatan Persemaian *Pinus merkusii* dengan Polytube, 24-25 Juli 1997, Purwokerto.

Suyanto, Y. 1997. Mendayagunakan Limbah Padat Organik Daun Kayu Putih Sebagai Kompos Berkualitas Dengan Teknologi NU Soil. Duta Rimba/203-204/XX/1997. Jakarta.

Thampan, P.K. 1982. Handbook On Coconut Palm. Oxford Publishing Co. New Delhi.

Lampiran 1. Rekapitulasi Nilai Pertambahan Tinggi Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

No.	P			E			R			I			A			K			U			A			N		
	A1B1C	A2B1C1	A3B1C1	A1B3C1	A2B3C1	A3B3C1	A1B3C2	A2B3C2	A3B3C2	A1B3C3	A2B3C3	A3B3C3	A1B3C4	A2B3C4	A3B3C4	A1B3C5	A2B3C5	A3B3C5	A1B3C6	A2B3C6	A3B3C6	A1B3C7	A2B3C7	A3B3C7	A1B3C8	A2B3C8	A3B3C8
1	6.3	3.1	3.8	6.5	5.4	7.5	0.5	6	9.3	10.1	5.1	11.1	6	9.3	6.3	9.8	8.2	5.2	4.3	14.5	17.5	13.3	8	7.2	8.3	8.3	
2	9	14.7	2.8	10	5	10.3	5.1	8	10.2	17.8	4.3	9.5	5.8	10.4	11.9	8.2	12	7.5	9.4	10.7	6.7	16.4	8.5	8.3	12	12	
3	8	10.7	2	8.4	8.8	8.5	4.7	6.6	9.2	8.9	4.7	6.5	11	13.3	6.8	15.8	5.9	9.7	6	5.8	13.7	14.4	13.5	12	11.7	11.7	
4	3.8	6	2.3	5.3	7.9	9	5.4	8.1	9.2	11.6	5.7	11.5	4.9	12.5	4	7.9	11.1	5.2	6.8	13.2	17.3	13.1	7	11.7	11.7		
5	2.7	4.3	2	4.4	11.2	10.3	7.4	6.5	7.9	5.9	10.5	7.6	8.3	12.3	10.6	12.1	7.5	12.2	7.1	15.5	10.7	10.8	9.5	15	15	15	
6	2.6	8.1	3.5	11	5.6	7.2	6.9	8	4.3	13.4	9.2	10.8	8.6	9.3	5.8	13.5	5.3	7.2	6.1	7.2	10.6	13.4	14.1	12.1	19.7	19.7	
7	3.6	9.4	2.6	4.6	7.3	6.7	5.5	5.8	4.3	11.9	4.8	14.4	9	13.9	6	11.5	7.7	15.8	8.5	10	13.3	14	4.2	19.7	19.7		
8	3.9	4.9	4.8	11.8	8	10.6	6.2	11.5	4.9	7.8	5.8	6.1	3.8	17.1	4	7.9	10.1	9.9	8	8.1	12.7	8.2	9.2	13	13		
9	4.6	5.3	4.1	4.8	4.5	5.7	10.5	6.9	9.1	8.5	7.3	9.7	3.8	10.8	2.8	7.7	11.7	8.8	5.9	13.8	11.4	14.5	5.5	16.2	16.2		
10	3.1	3.4	2	8.0	7.3	6.5	10.8	12.6	4.8	6.4	7.4	5.9	7.7	15.8	2.4	9.6	7	14.1	13.7	11.6	8.7	7.9	6.5	12.4	12.4		
11	6.1	4	1.5	4.8	4.8	6.3	9.6	8.5	13.4	5.4	7.6	12.2	12.4	16.8	4.9	18.4	9.5	7.1	10.4	10.8	12.3	13	2.2	8.5	8.5		
12	5.7	11.1	3.6	6	8.6	7.1	5.3	6.4	10.9	10.2	5	9.2	8.7	14.1	4.9	8.4	5.5	13	9.1	8.2	13.8	16.9	19.1	11	11		
13	4	19.2	4.7	5.8	4.6	10.2	3.6	14.8	14.2	12.5	10.1	5.7	7.2	9.5	3.6	6.8	8.8	10.1	6.1	15.3	6.7	12.8	14.6	12.5	12.5		
14	5.5	8.1	4.2	8.4	6	10	6.3	11.4	15.5	11	8.5	19.4	6	15.5	4.8	8	6	9.2	8.3	6.3	9.7	17.1	9.1	11.2	11.2		
15	4.3	6.4	3.5	4	4.4	7.3	6	8	10.6	9.6	8.6	18.6	6.9	15.7	1.9	11.3	13.7	11.8	8.3	9.6	10	11.3	10.6	18.7	18.7		
16	2.6	11.8	3.2	8.9	7	4.1	5.4	8.8	6.5	11.4	7.2	9.4	7.5	16	3.3	9.6	10.3	16.2	7.5	13.2	10	7.9	13.5	12.3	12.3		
17	4.6	7.1	1.9	6	7.7	9.9	4	8.5	15.4	8.7	5.4	11.5	11.5	14.7	3.3	12.2	14	17.8	15	11.6	11.2	13.3	9.9	15.7	15.7		
18	3.1	8.1	4.5	5.8	6.3	5.3	4.9	9.2	14	14.8	4.5	7.7	5.3	18.2	4.5	7.3	7.1	14.1	4.3	8.9	9.3	14	6	11.2	11.2		
19	7.6	6.2	3.4	8.3	5.3	9.3	1.5	7.2	6.5	6.9	5.2	12.6	5.8	15	6.7	9.5	12	12.2	6.2	6.5	13.7	8.9	11.6	16.5	16.5		
20	3.5	10.7	2	4.7	11	9.5	5.3	6.3	12	14.3	10.3	10.2	9.7	14.3	4.2	11	6.4	8.8	6.2	10.2	7.5	17	5.2	13.9	13.9		
Rata-Rata	4.73	7.78	3.12	6.92	6.835	8.065	5.745	8.49	9.615	10.355	6.86	10.48	7.22	13.725	5.135	10.325	8.99	10.545	7.885	10.575	11.39	12.91	9.39	12.855	12.855		

Lampiran 2. Rekapitulasi Nilai Pertambahan Diameter Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

No.	P			E			R			I			A			K			U			A			N		
	A1B1	A2B1C1	A3B1C1	A1B3C1	A2B3C1	A3B3C1	A1B3C2	A2B3C2	A3B3C2	A1B3C3	A2B3C3	A3B3C3	A1B3C4	A2B3C4	A3B3C4	A1B3C5	A2B3C5	A3B3C5	A1B3C6	A2B3C6	A3B3C6	A1B3C7	A2B3C7	A3B3C7	A1B3C8	A2B3C8	A3B3C8
1	2.1	2	1.2	2.2	2.9	3.6	2.1	5.2	2.1	5.6	2.1	5.2	2.1	3.4	1.4	2.9	4.4	5.6	1.4	6.1	6	6	2	4.9	4.9		
2	2.4	3.4	0.9	2.6	3	5.5	2	4.2	5.7	4.2	1.9	4	1.4	3.1	1.9	2.7	3.8	4.2	4.3	4.5	4.5	6.8	2.9	5.9	5.9		
3	1.6	4.8	1	3.1	5.3	4.1	2.3	5.48	4.6	4.2	1.8	4.7	1.7	4.8	2.1	3	3	3.5	3.1	3.6	5.7	3.3	5.5	5.5	5.5		
4	1.6	2.9	1.3	2.8	4.7	4.4	1.9	5.1	5.9	5.4	3.6	5.8	2.3	2.7	1.7	3.1	5.4	3.3	3	5.2	7.2	5.7	1.9	5.5	5.5		
5	1.9	3.2	1.4	1.7	5.98	3.9	1.9	3.5	5.7	3.9	4	5.8	2.2	3.7	1.9	3.2	4.1	5.6	3.9	4.9	4.3	5.9	3.7	7.7	7.7		
6	2	2.6	1	3.9	3.6	10.8	2.3	4.3	3.4	15.8	1.6	4.6	1.8	4.4	0.9	3	3.5	4.5	3.5	4.1	4.2	6.7	3.3	5.9	5.9		
7	2	3.4	1.6	2.7	3.4	4.7	2.1	3.3	3.6	5.3	1.9	5.5	2.8	3.6	1.7	3	4.2	7.4	2.9	4.5	5.8	7	1.8	5.3	5.3		
8	1.7	2.1	1.3	2.3	5.3	4.7	3	4.9	5	10.6	4.6	4.7	1.5	3.2	1.9	3.4	4.2	5.2	2.9	3.8	5.9	4.8	3.7	4.9	4.9		
9	2	2.1	1.5	2.3	2.9	10.4	3.6	3.5	5	4.6	2.9	5.2	2.5	3.3	1.5	1.7	4.5	5.3	4	3.7	4.2	4.5	2.3	5.3	5.3		
10	2.5	6	1.3	2.9	3.9	10.5	2.3	5.9	3.2	3.9	3	5.4	2.6	4.5	1.2	4	5.1	3.1	4.1	5	5.5	3.9	2.9	4.6	4.6		
11	1.4	5.1	0.7	2.3	2.9	3.1	4.5	4.8	6.2	3.8	4.1	4.8	2.9	4.2	1.4	3.5	5.4	3.8	4	4.7	6.1	5.4	2.2	5.1	5.1		
12	2.4	2.7	2.4	2.2	6.6	4.9	3.6	2.2	7	3.6	2.8	4.9	2	3.8	1.1	3.8	3.1	4.5	4.7	3.7	3.7	4	7.2	4.4	5.7		
13	1.7	3.8	2.1	3.1	3.8	3.5	0.9	4.6	6.2	4.4	3.6	4	2.2	4.1	1	2.5	4.4	4.6	3.6	4.5	6.5	5	4.3	6.2	6.2		
14	8.2	2.2	1.1	2.3	4.8	3.8	5	5.3	5.3	6.3	3.8	5.2	2.8	4.3	1.3	3.3	2.4	4.4	3.9	2.7	5.4	5.4	4	6.6	6.6		
15	3.1	1.7	2.7	2.5	5.2	2.9	3.9	4.9	5.3	3	5.9	3.5	1.2	3.5	1.2	2.8	4.5	4	3.8	5.1	5.1	4.9	5.5	5.6	5.6		
16	1.6	3.6	1.1	2.7	5.9	4.7	2.9	4.1	3.7	6.3	2.7	5	1.7	3.9	1.7	3.3	5.5	6.2	3.5	3.4	5.2	4.9	4.7	7.1	7.1		
17	2	2.6	1.6	2.9	4.1	4.2	2.1	5.1	5.9	4.2	1.6	3.7	2.1	3.2	1.4	3.9	5.5	4.5	4.6	4.3	3.5	7.7	3.2	6.1	6.1		
18	1.5	3.9	1.3	2.3	4	3.1	2.8	3.1	5.5	6.2	0.8	3	1.5	3.8	2.4	3.1	3.6	5.5	2.2	4.2	5.7	6.1	2.9	4	4		
19	2.6	2.9	1.3	2.3	4.1	4.7	1.4	3.2	3.4	4.3	1.6	4.5	2.7	3.8	2	3.5	4.6	5	3.4	4.6	5.5	4.7	3.8	5.5	5.5		
20	1.8	3.4	0.9	1.7	4.8	4.1	3.9	3.5	6.2	6.1	1.3	4.6	2.3	4.3	2	2.7	4	5.5	3.7	3.9	5.1	5.1	2.8	7.1	7.1		
Rata-Rata	2.31	3.29	1.335	2.55	4.184	5.04	2.96	4.174	5.59	5.7	2.64	4.825	2.17	3.785	1.585	3.12	4.33	4.785	3.525	5.27	5.67	3.28	3.28	5.725	5.725		

Lampiran 3. Rekapitulasi Nilai Kekokohan Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

No.	U			V			W			X			Y			Z								
	A1B1C1	A2B1C1	A3B1C1	A1B2C1	A2B2C1	A3B2C1	A1B3C1	A2B3C1	A3B3C1	A1B4C1	A2B4C1	A3B4C1	A1B5C1	A2B5C1	A3B5C1	A1B6C1	A2B6C1	A3B6C1						
1	57.6	36	62.5	61.4	36.6	32.8	45	28.9	23.3	26.1	55.2	35.2	66.7	47.9	85.7	59.3	31.8	22.1	62.9	30.3	39.2	30.5	61.5	27.6
2	59.2	52.4	81.1	63.5	41.3	26.5	50.5	19.3	26	46.7	54.2	37	95	56.8	32.1	56.3	46.8	32.1	36.5	38.9	28.9	28.5	44.8	28.6
3	106.3	28.8	70	42	26	33.7	44.3	31.4	44.4	23.4	97.1	41	41	59.5	40	44.7	30.6	47.3	37.8	31.9	31.6	54.5	30	
4	70.6	39.7	65.4	39.3	26.6	27.3	63.2	25.8	28.9	31.4	27.6	47.8	75.9	47.6	44.5	30.2	33.3	40	36.5	31.3	31.2	30.5	46.8	26
5	43.2	27.5	57.1	50	24.7	34.4	63.2	28.6	29.3	25.6	37.5	19.3	67.8	50	68.4	53.8	32.9	29.1	37.4	42.2	37.9	30.5	46.8	26
6	46.5	48.1	73	38	27.2	12	45.7	26	32.1	10.8	101.3	34.8	93.3	30.2	146.7	55	35.1	27.3	27.4	36.3	39.8	27.9	58.5	32.5
7	40	37.1	48.8	48.1	43.5	29.1	55.2	35.7	32.5	30.6	70	34.7	53.6	54.7	56.5	45.3	33.8	27.6	39.7	31.6	29.8	27.1	52.8	43.8
8	59.4	51.9	60	79.6	24.5	31.1	34	31	22	11.1	34.3	23.4	64.7	73.6	47.4	53.5	37.4	29.2	41.4	37.4	30.2	55	47	43.8
9	45.5	41.9	64	37	38.6	11.7	43.6	41.4	26.2	25	50.7	28.7	27.2	53	53.3	79.4	34.9	24.2	37.8	56.2	34.5	47.3	54.8	40
10	38	12.5	70.8	48.3	32.3	11.6	62.2	30.7	36.9	34.9	48.7	19.1	53.1	45.1	70.8	34.5	29.4	53.9	38.5	32	27.6	37.7	43.1	47.4
11	90	12	121.4	51.3	40	36.5	34.7	37.5	26.8	21.8	33.7	32.7	60.3	48.8	64.3	61.4	25	34.7	40.8	35.7	28.7	32.4	34.1	24.9
12	41.7	60.2	45.8	57.3	23.6	31	30.6	41.4	24.9	39.4	35.7	30	62.5	48.7	91.8	40.8	40.3	40.7	30.9	39.2	44.5	30.1	56.1	28.9
13	62.4	41.6	47.6	33.9	26	46.6	106.7	106.7	29.4	35.9	38.1	23.8	72.7	32.9	108	46	31.8	30.4	31.1	47.9	24.6	36.6	40.2	26.6
14	12.2	61.4	75.5	60.9	33.3	35	34.2	33.2	36.8	27.5	37.7	47.1	46.4	46.5	73.1	38.5	48.3	30.5	32.3	38.1	35.7	39.8	37	23
15	28.4	39.7	41.2	30.7	40	26.3	36.2	31.3	36.3	31.3	40.3	41	54.3	60.6	54.2	60	39.3	45	35	28	31.4	33.5	26.5	41.4
16	41.3	47.2	70.9	48.5	19.5	24.7	32.8	38.5	31.6	26.3	46	28.8	77.6	52.1	44.1	47	29.6	34.2	31.4	57.9	37.7	28.2	36.2	23.8
17	49	43.5	37.5	44.8	26.1	35	33.3	34.5	32.2	32.6	75	40.5	69	62.5	55.7	43.1	35.6	37.8	41.3	35.6	52	22.2	44.7	35.7
18	57.3	33.6	85.4	37	25	43.5	36.4	45.2	29.1	29.8	152.5	49	82	63.2	45	49.4	36.9	29.6	40	33.8	30.7	30.3	47.1	43.8
19	50.4	41.4	27.7	55.7	25.6	29.6	66.4	36.9	35.9	30.5	75	33.6	43	53.2	61	40	28.8	33.4	39.1	26.1	34	29.8	41.3	37.3
20	41.7	44.7	88.9	48.2	33.1	110	27.2	33.7	30	31	120	33	60	50	40.5	45.6	33.8	24.2	29.7	36.4	34.3	40.6	43.6	26.8
Rata-Rata	52.035	40.085	67.23	48.525	30.675	33.42	47.295	33.265	29.165	28.61	59.11	31.885	64.705	52.11	67.84	49.67	35.32	33.49	37.525	33.985	33.065	45.91	32.43	
																			RATA-RATA					40.7

Lampiran 4. Data Kekokohan Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan Yang Siap Tanam di Lapangan

No.	TINGGI (cm)	DIAMETER (cm)	KEKOKOHAN
1.	35.3	0.98	36.2
2.	34.0	0.78	43.6
3.	29.0	0.90	32.2
4.	25.5	0.68	37.5
5.	26.0	0.74	35.1
6.	26.0	0.64	40.6
7.	26.5	0.62	42.7
8.	28.7	0.60	47.8
9.	25.0	0.54	46.3
10.	32.0	0.99	32.3
11.	36.5	0.69	52.9
12.	28.5	0.92	31.0
13.	32.5	0.80	40.6
14.	31.0	0.85	36.5
15.	29.0	0.80	36.3
16.	38.5	0.94	41.0
17.	39.5	0.84	47.0
18.	35.0	0.73	48.0
19.	32.0	0.68	47.1
20.	34.0	0.86	40.0
			40.7

Lampiran 5. Rekapitulasi Nilai Berat Kering Total Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

No.	P		E		R		A		K		U		A		N										
	A1B1C1	A2B1C1	A1B1C2	A2B1C2	A1B1C3	A2B1C3	A1B1C4	A2B1C4	A1B1C5	A2B1C5	A1B1C6	A2B1C6	A1B1C7	A2B1C7	A1B1C8	A2B1C8									
1	1.166	3.907	0.552	0.975	3.319	2.677	1.052	3.019	6.065	4.706	1.761	4.537	1.301	3.037	0.747	2.103	4.327	4.435	5.847	7.007	0.427	4.462			
2	1.137	1.31	0.32	1.324	3.026	5.679	3.77	0.439	0.896	2.625	0.631	1.856	3.615	6.044	2.304	4.315	7.707	6.838	1.679	6.199	6.199	6.199			
3	0.942	2.54	0.334	1.4	3.891	4.762	1.284	4.24	6.972	3.055	0.416	1.089	2.722	0.678	1.815	2.374	4.051	3.188	8.1	5.394	1.679	6.403			
4	1.038	1.91	0.586	1.504	4.38	3.688	1.129	3.431	5.066	4.906	1.746	4.406	0.93	2.534	0.625	1.753	4.248	3.305	2.038	3.059	7.774	17.408	0.241	5.458	
5	0.716	1.18	0.498	0.539	4.078	4.168	0.461	2.476	5.631	2.476	2.629	4.594	1.095	2.795	0.434	3.971	3.717	4.184	3.499	3.97	4.093	3.382	3.8	7.531	
6	0.981	1.59	0.298	1.117	4.328	1.644	2.901	5.628	5.241	1.724	3.586	0.763	1.599	0.519	1.4	3.33	2.69	3.522	3.41	5.769	0.977	5.395			
7	0.938	1.934	0.51	1.351	2.946	4.02	1.175	3.316	4.547	4.563	0.535	5.42	1.064	0.829	0.547	0.989	4.296	5.455	1.291	3.458	7.016	0.304	4.576		
8	0.846	1.302	0.654	0.78	2.234	3.647	1.975	3.561	5.269	3.498	1.082	5.132	1.138	0.636	1.294	4.761	3.945	1.301	3.099	6.039	4.191	2.837	5.554		
9	1.077	1.178	0.682	2.637	3.334	3.083	0.893	4.51	2.984	4.632	1.638	4.948	0.751	2.102	0.591	0.666	3.811	3.594	1.158	2.892	3.217	4.849	0.783	6.623	
10	0.888	0.862	0.521	2.288	4.03	3.154	2.788	4.699	6.07	2.504	3.977	1.921	2.253	0.362	2.511	1.18	4.749	2.522	3.489	6.42	4.173	0.951	4.555		
11	0.858	1.41	0.748	0.973	4.764	4.634	2.333	0.925	6.846	3.163	0.901	7.228	0.719	2.808	0.442	4.753	3.064	5.31	2.323	2.965	5.12	6.999	2.822	7.89	
12	1.15	1.71	0.723	2.143	2.985	4.094	0.552	3.286	6.289	3.516	1.647	1.973	1.279	2.208	0.567	4.823	4.119	2.18	2.457	2.965	1.454	6.917	1.672	6.577	
13	1.074	0.705	0.404	1.524	3.613	2.572	2.588	2.191	3.322	6.671	1.607	3.155	1.1	2.423	0.455	0.749	1.127	3.436	1.677	0.787	6.158	5.733	2.248	5.133	
14	1.867	0.938	1.671	1.482	4.619	1.154	2.743	4.068	6.08	1.405	4.302	1.337	4.412	1.938	3.095	3.699	2.808	3.411	5.862	5.378	2.907	4.432			
15	0.6	2.92	0.478	1.624	3.333	3.197	3.89	2.272	2.327	3.153	1.642	5.027	1.029	3.23	0.463	1.636	4.624	5.759	1.931	2.554	6.554	4.689	3.402	6.544	
16	0.527	1.12	0.358	1.581	3.849	3.26	1.172	2.289	6.243	3.787	0.681	1.137	1.94	0.434	2.17	5.033	3.176	1.604	3.028	2.805	6.941	1.879	3.254		
17	0.97	2.184	0.658	1.61	3.87	3.234	0.952	3.245	3.42	5.53	0.685	2.836	1.631	2.139	0.408	1.26	3.559	3.921	1.204	4.176	8.304	6.277	4.441	4.702	
18	0.628	1.121	0.448	2.045	0.821	3.08	2.887	0.886	4.667	1.983	3.048	2.077	6.198	2.667	3.289	2.743	2.553	2.384	1.2	2.624	1.248	2.51	6.08	4.01	
19	1.539	2.629	3.5	1.578	1.042	1.16	2.529	1.148	0.885	1.492	4.815	8.04	3.092	2.429	8.768	1.91	1.137	1.535	1.107	1.454	4.401	2.535	2.887	1.35	5.139
20	0.929	1.449	0.659	0.735	4.348	3.144	2.443	3.149	5.062	7.873	0.415	3.613	0.943	3.694	0.742	2.263	3.878	3.152	4.669	4.019	4.928	1.35	5.139		
Rate-Rata	0.9767	1.9077	0.5375	1.4836	3.4914	3.6795	1.3461	3.0343	4.8710	4.4512	1.3041	4.3116	1.0533	2.6367	0.5407	2.0326	3.8069	4.246	3.3045	5.6061	5.9124	1.7823	5.5828		

Lampiran 6. Rekapitulasi Nilai Nisbah Pucuk Akar Bibit *T. grandis* Umur 3 Bulan

No.	P		E		R		A		K		U		A		N										
	A1B1C1	A2B1C1	A1B1C2	A2B1C2	A1B1C3	A2B1C3	A1B1C4	A2B1C4	A1B1C5	A2B1C5	A1B1C6	A2B1C6	A1B1C7	A2B1C7	A1B1C8	A2B1C8									
1	1.737	1.272	3.6	3.756	0.693	1.631	0.902	1.427	1.377	1.095	2.984	1.975	2.584	3.173	2.312	1.362	0.979	2.512	1.494	1.976	1.118	4.931	1.526		
2	2.056	5.859	1.623	3.217	0.994	1.341	1.985	1.349	4.444	2.751	1.888	0.927	2.5	1.714	4.736	3.475	1.901	0.799	1.154	4.54	0.688	1.243	2	1.524	
3	2.438	1.171	1.088	1.652	1.201	1.42	0.631	1.44	2.27	1.484	1.391	1.245	2.271	2.411	0.676	2.04	1.702	1.407	1.285	1.04	2.197	5.11	0.975		
4	1.652	1.649	2.63	1.881	1.054	0.778	0.902	1.458	4.81	0.81	2.66	1.502	2.272	2.76	2.72	1.814	4.76	2.024	5.99	2.014	4.26	0.979	2.766	1.411	
5	2.047	1.121	1.548	2.307	1.007	1.088	3.08	3.772	1.485	0.717	1.457	1.088	2.259	2.855	3.876	1.919	1.129	1.17	1.154	1.919	2.731	1.135	2.301	0.858	
6	1.602	2.719	2.348	2.045	0.821	1.308	2.887	0.886	4.667	1.983	3.048	2.077	6.198	2.667	3.289	2.743	2.553	2.384	1.2	2.624	1.248	2.51	6.08	4.01	
7	1.539	2.629	3.5	1.578	1.042	1.16	2.529	1.148	0.885	1.492	4.815	8.04	3.092	2.429	8.768	1.91	1.137	1.535	1.107	1.454	4.401	2.535	2.887	1.35	5.139
8	1.979	1.333	2.908	2.929	1.042	1.018	2.924	0.826	1.014	1.263	1.994	0.948	2.456	2.403	2.087	3.134	1.174	3.04	2.567	2.392	0.993	4.83	1.752	3.89	
9	1.783	1.096	1.933	2.9	0.9	2.56	2.191	1.187	1.31	1.52	2.22	2.938	0.95	3.407	2.819	1.614	2.793	2.57	2.33	8.63	1.38	3.04	4.69	3.265	2.631
10	0.667	2.72	1.643	1.891	0.674	1.513	3.377	1.31	1.52	2.22	2.938	0.95	3.407	2.819	1.614	2.793	2.57	2.33	8.63	1.38	3.04	4.69	3.265	2.631	
11	0.84	1.565	0.725	1.651	0.826	0.948	2.198	3.08	2.06	1.258	3.398	1.291	2.872	2.71	2.568	1.27	1.444	0.471	8.871	1.324	1.27	0.33	1.452	1.118	
12	2.983	2.463	2.041	3.758	1.146	0.854	1.477	2.066	1.233	3.882	3.23	4.491	3.699	2.424	3.018	1.559	0.841	0.918	4.82	2.231	1.313	1.546	3.076	1.081	
13	3.13	2.845	3.665	1.242	0.986	2.41	2.705	1.555	1.739	4.664	0.333	4.82	2.166	2.084	0.418	0.974	2.22	4.35	3.078	4.287	0.86	3.244	1.037	1.037	
14	2.042	3.247	3.391	2.182	1.012	1.544	2.361	1.648	0.925	1.224	2.001	1.842	2.001	1.935	3.355	1.989	1.61	1.63	3.372	1.613	1.22	3.202	0.97	1.037	
15	1.109	2.881	1.549	1.321	1.568	1.163	3.227	0.89	1.92	3.71	2.62	2.452	5.71	2.966	1.215	1.387	1.468	1.798	4.42	1.147	1.14	0.97	1.948	2.013	
16	1.985	1.378	1.464	1.518	0.722	0.947	3.38	2.406	1.56	0.924	2.647	1.664	2.063	1.758	1.861	2.796	1.099	1.472	5.75	2.066	1.254	0.981	2.609	1.042	
17	3.085	2.72	1.046	1.93	1.16	1.543	1.537	1.164	1.545	4.59	8.42	2.168	2.553	3.743	2.741	2.469	8.71	1.774	4.655	2.984	2.832	1.252	3.506	0.931	
18	1.397	1.455	2.538	1.024	0.683	1.163	1.692	1.68	1.024	1.571	2.018	3.487	1.083	3.244	2.743	2.424	1.051	1.647	1.86	1.86	1.039	1.254	1.066	1.579	
19	1.912	1.734	0.477	2.041	0.84	2.03	2.855	2.178	4.59	0.791	2.431	1.058	4.477	2.12	3.24	2.251	0.976	2.05	2.53	0.993	1.683	4.47	3.576	1.729	
20	2.049	2.803	1.491	3.565	1.14	1.478	1.563	1.38	1.052	0.992	5.587	5.46	2.356	1.784	9.128	4.253	1.066	1.262	1.815	2.008	1.289	1.725	3.527	1.404	
Rate-Rata	1.8579	2.0872	1.8845	2.1840	0.9745	1.2298	2.2164	1.5479	1.4945	1.3434	2.575	1.6314	2.5636	2.476	3.7842	2.8365	1.3174	1.4249	1.8273	1.9307	1.5843	1.2998	3.1244	1.4330	

Lampiran 7. Rekapitulasi Nilai Jumlah Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

No.	P		F		R		I		A		K		U		V		N							
	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2						
1	29	21	15	16	23	24	33	35	19	27	31	36	24	18	38	38	26	13	41	20	44	16	39	
2	27	13	19	20	31	32	20	31	33	33	24	33	24	9	23	33	24	23	33	30	43	37	64	
3	50	36	26	19	26	32	36	39	45	12	21	31	35	7	14	37	50	21	25	26	27	23	25	
4	22	34	21	19	35	29	20	26	36	35	21	24	25	11	37	34	44	37	37	37	50	50	10	38
5	15	20	21	17	37	35	13	26	26	32	29	27	26	23	10	18	30	34	24	43	24	47	65	34
6	27	21	18	28	38	18	33	27	27	26	17	31	11	25	21	17	31	28	26	31	36	28	18	36
7	27	23	24	19	27	33	22	31	35	33	14	27	18	41	13	23	28	42	33	31	30	14	25	25
8	21	18	20	27	41	25	19	25	36	29	27	35	13	45	24	33	37	55	21	24	33	35	27	39
9	27	15	33	21	26	29	21	35	29	24	25	37	29	21	17	11	43	27	36	32	39	30	11	31
10	29	33	16	24	37	23	18	27	25	28	17	41	26	17	30	14	35	22	35	18	35	29	22	34
11	19	14	27	22	27	34	29	24	30	28	17	31	19	17	21	37	38	11	37	37	31	48	19	27
12	30	27	20	19	29	27	33	22	35	34	24	33	25	34	14	35	40	26	30	29	33	23	35	48
13	26	19	13	31	25	34	19	30	36	33	24	28	34	35	19	15	37	47	26	23	21	16	24	37
14	24	19	17	27	33	17	25	23	42	38	20	23	20	22	24	24	35	34	27	13	62	33	30	37
15	41	29	23	31	27	24	21	31	38	41	28	26	14	21	12	32	32	24	25	38	42	40	27	45
16	21	25	16	42	37	23	21	31	21	29	21	38	20	32	18	29	38	31	24	34	28	32	13	29
17	15	31	21	18	30	27	22	32	45	27	16	33	30	19	18	36	36	13	13	33	28	37	20	29
18	32	17	19	23	32	32	21	19	45	35	23	19	27	25	27	19	35	28	17	52	49	35	24	50
19	24	17	27	29	34	35	15	21	33	37	20	75	27	29	14	28	40	22	33	24	41	23	18	42
20	22	22	29	18	31	35	23	22	41	8	30	24	21	12	19	32	18	13	35	45	41	18	28	28
Rata-Rata	26	23	21	23	31	29	22	28	34	32	20	32	24	27	17	25	35	30	26	31	35	35	24	37

Lampiran 8. Rekapitulasi Nilai Panjang Akar Bibit *Tectona grandis* Umur 3 Bulan

No.	P		F		R		I		A		K		U		V		N							
	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C1	A2B2C2						
1	190.5	117	86	69.9	153.5	130	131	172.3	305.1	226.8	158.2	212.5	172	133	79.5	988	374	138	103	210	126	283.5	46	328
2	176.5	71.5	109.5	120	213.5	193	106	230.6	242	224	39.5	178.5	159	190	30.5	113	183	112.5	96	309	186.5	252	139	308
3	383.2	216.5	70.3	119.8	417.1	210.1	161	183.5	273	259.2	84.8	132.5	194	207	40	74.5	274	457	90.5	141	150.5	105.5	123.6	256
4	131.6	206.4	79.3	100	243.3	144.9	115.6	262	272.7	154	154	90	167	143	78	180	187	278	191	218	401	395.3	66	200
5	102	139	117	80	81	181.8	80.9	190.2	191	181.6	177	163	150	144.5	45	92	205	203	131	193	132	405	398	207.5
6	160.5	105	78.9	212	389.5	232.2	109	171.2	199.5	139	113	199	63	165	133	105	210	151	134.5	182	183	171.5	83	249
7	156.5	130.3	115.1	111	179	177.5	144.5	143.2	196.5	230.1	74	166	116.5	271	93.5	103	214.5	272	183	177	240	167	53	218
8	118	95.5	86.8	176.9	418	177.3	86.5	143.5	297.5	167.2	153.5	205.5	62.5	400	125	165	247	298	120	177	181	308	153.6	215
9	167.5	93.5	169.8	96.1	145.6	169	129	190.7	179	182	150	233	153	90	102.5	49	243.5	27	316	174	256.5	252	70	214.9
10	255	169.5	99.5	133	532.5	330.5	72.4	188	124.1	173.5	100.5	218.5	169.5	70.5	127	81	245	151	181	135.5	194	184	112.2	209
11	114	110.5	187	143	147.5	155	143.5	147.5	152.5	152.5	84	166.5	164	84	146	266.5	231	53	214	240	174	256	68	207
12	165.6	182.5	102	86	191	146	185	94.7	247.5	217.5	123.7	276.1	69	195	67	291	352	166.5	178	112	243	123.5	213	294.5
13	145.5	98.5	77	193	183	227	90	190	244.5	116.1	122	151	198	196	117.5	94	209.5	282	138	167	130	86.5	113	282
14	158.4	81	82	130	187.9	59.5	151.5	157.2	269	267	98.5	136.5	117	151	119	112	199	212	182.5	90.5	461	480	166	274
15	268.4	190	128.2	160	180.5	210.8	153.5	184	233.5	301.6	162.5	118.4	120	101.5	60.7	197.5	214	131.5	168	180.5	233.5	260	160	232
16	91	153.5	74.5	207	224.4	132	84	133	117.3	189.5	116.5	241.5	186	221	87	191	293	251	168	210	133.5	186	53.5	149
17	75.5	321	109.4	107.6	202	175	140.6	219.9	266.9	196	106.7	150.5	210	122	119	231	239	89	83	242	186.5	197	122	184.3
18	163	121.8	103.6	141.8	153	137.8	123.6	89.5	281.8	254	103.5	125.5	94	151	114.5	197.5	186.8	81.5	211	446	207.5	133.5	387	
19	129.7	105.5	141.5	191.5	219.5	209	70.5	104	157.5	240.5	90	593.1	140	187.5	66.2	235.5	357	131	136	215.7	225	147	67	212
20	106.8	141	165.7	84.5	210	220	120	163.8	161	242.5	491	158.5	121.5	179.5	33.5	86	281	89	29	236	301	159	75.5	165
Rata-Rata	162.76	142.47	109.15	130.40	233.69	170.92	119.90	168.69	222.59	205.73	113.05	195.90	143.62	164.77	91.045	153.5	248.05	183.96	146.3	191.06	221.31	120.79	239.61	

