

**PENGARUH WAKTU INOKULASI MIKORIZA DAN DOSIS
PUKUP KANDANG TERHADAP SERANGAN PENYAKIT
LANAS (*Phytophthora nicotianae*) PADA TANAMAN
TEBAKAU**

Oleh

AHMAD ABYAN AUSHAF



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**PENGARUH WAKTU INOKULASI MIKORIZA DAN DOSIS
PUKUP KANDANG TERHADAP SERANGAN PENYAKIT
LANAS (*Phytophthora nicotianae*) PADA TANAMAN
TEMPAKAU**

**OLEH
AHMAD ABYAN AUSHAF**

145040207111082

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

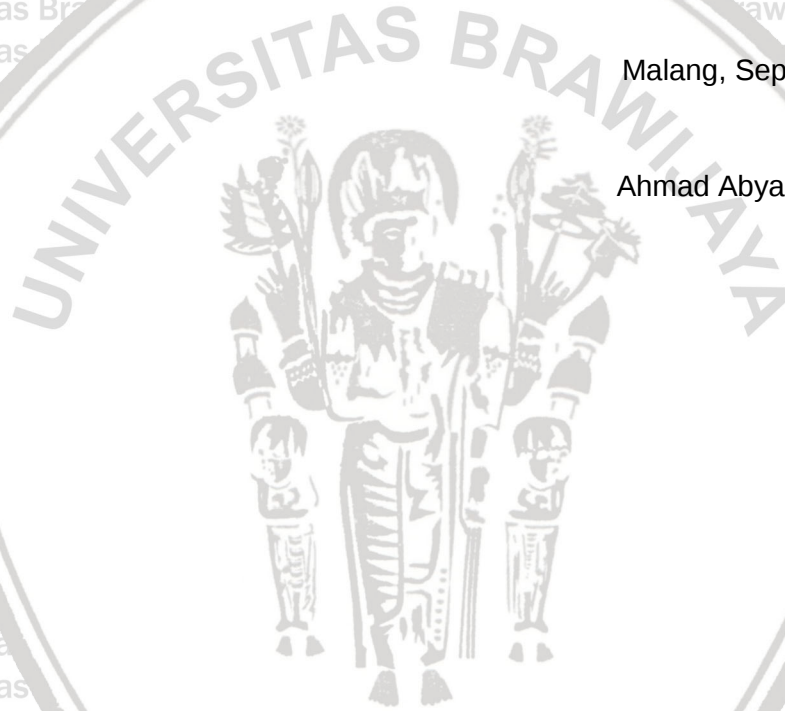
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2019**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, September 2019

Ahmad Abyan Aushaf



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Waktu Inokulasi Mikoriza dan Dosis Pupuk Kandang terhadap Serangan Penyakit Lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada Tanaman Tembakau

Nama Mahasiswa : Ahmad Abyan Aushaf

NIM : 145040207111082

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,


Dr. Anton Muhibuddin, SP.,MP.
NIP. 197711302005011002
Antok Wahyu Sektiono, SP.,MP.
NIK. 2013048410141001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 195510181986012001

Tanggal Persetujuan : 26 SEP 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji II



Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji III



Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 002

Penguji IV



Dr. Ir. Aminudin Affandi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001

Tanggal Lulus : 30 SEP 2019



*Karya ini kupersembahkan untuk
kedua orang tua tercinta,
Ayahanda Trie Ahmad Gunawan
&
Ibunda Indah Sari Dewi*

RINGKASAN

AHMAD ABYAN AUSHAF. 145040207111082. PENGARUH WAKTU INOKULASI MIKORIZA DAN DOSIS PUPUK KANDANG TERHADAP SERANGAN PENYAKIT LANAS (*Phytophthora nicotianae*) PADA TANAMAN TEMBAKAU Di bawah bimbingan Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP sebagai Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP sebagai Pembimbing Pendamping.

Upaya pengendalian penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) di Indonesia tercatat masih menggunakan cara-cara konvensional. Penggunaan pestisida dan penerapan kultur teknis masih menjadi pilihan utama petani dalam mengatasi penyakit lanas. Kebiasaan petani menanam tembakau di satu lahan secara rutin setiap tahun, mengakibatkan peningkatan jumlah inokulum *P. nicotianae* dan berakibat pada peningkatan intensitas serangan pada musim tanam berikutnya (Yulianti, 2009). Cara-cara yang telah dilakukan selain menghabiskan biaya yang tinggi, juga cenderung tidak efektif dalam penumpasannya.

Perakitan tanaman melalui rekayasa nutrisi tanam dengan memanfaatkan mikoriza dan pupuk kandang merupakan metode yang belum pernah diterapkan oleh petani tembakau di Indonesia dalam mengendalikan penyakit. Metode tersebut menggunakan pemanfaatan cendawan mikoriza sebagai organisme yang dapat memaksimalkan penyerapan unsur hara yang ada didalam media tanam termodifikasi. Sementara itu kandungan nutrisi pada tanah dapat memengaruhi ketahanan tanaman melalui berbagai macam jalur metabolisme.

Penelitian dilaksanakan pada September 2018 – Maret 2019 di Rumah kaca dan Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Tahapan Penelitian dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu 1. Perlakuan lapang, 2. Identifikasi laboratorium. Terdapat dua faktor perlakuan, yaitu 1. waktu inokulasi mikoriza (saat pindah tanam dan 7 hari setelah pindah tanam), 2. Dosis pupuk kandang (50 g, 100 g, dan 250 g). Adapun parameter pengamatan yaitu intensitas penyakit, masa inkubasi penyakit, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan mikoriza dan dosis pupuk kandang berpengaruh terhadap intensitas dan masa inkubasi penyakit *Phytophthora nicotianae*, tinggi tanaman, jumlah daun, serta diameter batang dengan hasil terbaik ada pada perlakuan pemberian mikoriza pada saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g per tanaman pada seluruh parameter kecuali diameter batang dengan 250 g pupuk kandang per tanaman. Terdapat interaksi diantara kedua faktor, terjadi pada 49 hspt pada parameter intensitas penyakit, 21 dan 28 hspt pada parameter tinggi tanaman, 49 hspt pada parameter jumlah daun. Perlakuan pada parameter masa inkubasi dan diameter batang juga masing-masing menunjukkan adanya interaksi diantara kedua faktor perlakuan.

SUMMARY

AHMAD ABYAN AUSHAF. 145040207111082. THE EFFECT OF TIME INOCULATION OF MYCORRHIZAE AND DOSAGE OF ANIMAL MANURE TO THE ATTACK OF LANAS DISEASE (*Phytophthora nicotianae*) IN TOBACCO PLANTS. Supervised by Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.

Efforts to control lanas (*Phytophthora nicotianae*) on tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.) in Indonesia are still recorded using conventional methods. The use of pesticides and the application of technical cultur are still the main choices of farmers in dealing with lanas. The habit of farmers growing tobacco in one field routinely every year, results in an increase in the number of *P. nicotianae* inoculums and results in an increase in intensity of attacks in the next planting season (Yulianti, 2009). The methods that have been carried out besides spending high costs, also tend to be ineffective in its suppression.

Assembling plants through plant nutrition engineering using mycorrhizae and manure is a method that has never been applied by tobacco farmers in Indonesia in controlling disease. The method uses the use of mycorrhizal fungi as an organism that can maximize the absorption of nutrients present in the modified planting media. Meanwhile the nutrient content in the soil can affect plant resistance through various metabolic pathways.

The study was conducted in September 2018 - March 2019 in the Greenhouse and Mycology Laboratory of the Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya. Research stages are divided into two main parts, namely 1. Field treatment, 2. Laboratory identification. There are two treatment factors, namely 1. mycorrhizal inoculation time (when transplanting and 7 days after transplanting), 2. Dose of manure (50 g, 100 g, and 250 g). The parameters of the observation are the intensity of the disease, the incubation period of the disease, plant height, number of leaves, and stem diameter.

The results showed that mycorrhizal treatment and dosage of manure affected the intensity and incubation period of *Phytophthora nicotianae* disease, plant height, number of leaves, and stem diameter with the best results in mycorrhizal treatment when transplanting and 100 g of manure dose per plant at all parameters except stem diameter with 250 g of manure per plant. There are interactions between the two factors, occurring at 49 hspt in the parameter of disease intensity, 21 and 28 hspt in the plant height parameter, 49 hspt in the number of leaves parameter. The treatment on incubation period parameters and stem diameter also each showed an interaction between the two treatment factors.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul “Pengaruh Waktu Inokulasi Mikoriza dan Dosis Pupuk Kandang terhadap Serangan Penyakit Lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada Tanaman Tembakau”

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, Bapak Trie Ahmad Gunawan dan Ibu Indah Sari Dewi, kakak (Ahmad Shidqi Kamil Basili) dan adik (Ahmad Bani Reyhan dan Sindi Ghassani Sabila), yang telah memberikan sepenuh-penuhnya dukungan serta sedalam-dalamnya do'a. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP, dan Bapak Bapak Antok Wahyu Sektiono selaku pembimbing skripsi, kepada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan beserta pimpinannya (Ibu Ludji Pantja Astuti dan Bapak Luqman Qurrota Aini) dan juga seluruh jajaran dan staf.

Salam hormat penulis haturkan kepada keluarga besar HMI Komisariat Pertanian UB sebagai rumah ilmu dan perjuangan. Khususnya kepada Ayu, Prayoga, Dhega, Bintar, Asril, Syarfia, Wahono, dkk, karena telah kebersamai perjuangan yang begitu dalam maknanya. Kepada kakak sekaligus guru, Mas Bushron, Mas Ucup, dkk, yang tidak bisa disebutkan satu per satu, serta adinda semua yang sedang melanjutkan estafet perkaderan. Penulis juga sampaikan terima kasih kepada Afri, Fara, Revhi, Ovi, Indah, dan Ita atas dukungannya, kepada keluarga besar BEM FP UB, Keluarga besar Kelas S, Pengurus HMI Cabang Malang, sahabat di Cirebon (Brian, Faris, Ekky, Adhyt, dll), serta seluruh sahabat yang telah memberikan banyak kontribusi dalam kehidupan penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan karya ini.

Malang, September 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kota Bandung pada tanggal 10 Februari 1996, merupakan putra dari Trie Ahmad Gunawan dan Indah Sari Dewi. Memulai Pendidikan dasar di SDN Kebon Baru VII Kota Cirebon, kemudian melanjutkan sekolah menengahnya di SMPN 1 Kota Cirebon, dan SMAN 1 Kota Cirebon. Selama menempuh pendidikan tinggi di Universitas Brawijaya, penulis pernah mencatatkan pengalaman akademiknya sebagai asisten praktikum mata kuliah Dasar Perlindungan Tanaman (2015,2016, & 2018), Botani (2015-2016), Ekologi Pertanian (2015-2016), Sosiologi Pertanian (2016), Manajemen Agroekosistem (2016), kemudian Manajemen Hama dan Penyakit Tanaman (2016). Penulis juga pernah menerima beasiswa Student Outbond IOUB ke Osaka dan Miyazaki University di Jepang (2017), dan menerima undangan untuk mengikuti International Conference on Sustainable Agriculture Technologies di Thailand (2016).

Selain aktif dalam kegiatan akademik, penulis aktif dalam kegiatan non akademik. Pernah menjadi anggota Unit Aktivitas Band (UAB) Universitas Brawijaya (2014-2015), pendiri Komunitas Spirit of Youth Ambassadors (2014-2015), Wakil Presiden Mahasiswa BEM FP UB 2016, Presiden Mahasiswa BEM FP UB 2017. Penulis juga tergabung sebagai anggota aktif Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Pertanian Universitas Brawijaya. Bersama HMI penulis pernah beramanah sebagai Departemen Kajian Bidang Pembinaan Anggota HMI FP UB (2016-2017), Ketua Bidang PTKP HMI Komisariat Pertanian UB (2017-2018), dan Ketua HMI Cabang Malang (2018-sekarang). Riwayatnya sebagai organisatoris dan juga aktivis membuat penulis pernah mencatatkan namanya pada beberapa kepanitiaan, aktivitas pergerakan, diskusi, advokasi, serta aksi dan demonstrasi.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Manfaat	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tanaman Tembakau	3
2.2 Botani Tanaman Tembakau.....	5
2.2.1 Akar	5
2.2.2 Batang	5
2.2.3 Daun	5
2.2.4 Bunga	6
2.2.5 Buah	6
2.2.6 Jenis Tembakau	6
2.2.7 Syarat Tumbuh	7
2.3 Kandungan Tanaman Tembakau.....	8
2.4 Jamur <i>Phytophthora nicotianae</i> pada Tembakau	10
2.4 Gejala Serangan Jamur <i>Phytophthora nicotianae</i>	12
2.5 Mikoriza	14
2.6 Peran Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau.....	17
2.7 Peran Mikoriza terhadap Patogen Tanaman	18
2.8 Media Tanam Minim Hara	19
2.9 Pengaruh Media Tanam terhadap Penyakit Tanaman	20
2.10 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Tanaman	21
2.11 Interaksi Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman.....	22

2.12 Interaksi Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman.....	25
2.13 Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos terhadap Pertumbuhan Tanaman	25
2.14 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kompos terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman.....	26
3. METODOLOGI.....	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	29
3.3 Rancangan Penelitian.....	29
3.4 Pelaksanaan Penelitian	30
3.4.1 Persiapan Media Tanam.....	30
3.4.2 Penanaman Bibit Tembakau	30
3.4.3 Inokulasi Jamur <i>Phytophthora nicotianae</i> pada tembakau	30
3.4.4 Perawatan Tanaman	30
3.4.5 Pengamatan	31
3.5 Analisis Data	32
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Isolat <i>Phytophthora nicotianae</i>	33
4.2 Pengamatan Mikoriza.....	34
4.3 Pengamatan Gejala	35
4.4 Intensitas Penyakit	38
4.5 Pengaruh Perlakuan terhadap Intensitas Penyakit	41
4.6 Masa Inkubasi <i>Phytophthora Nicotianae</i>	44
4.7 Pengaruh Perlakuan terhadap Masa Inkubasi <i>Phytophthora nicotianae</i>	45
4.8 Tinggi Tanaman	47
4.9 Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman	51
4.10 Jumlah Daun.....	52
4.11 Diameter Batang.....	57
4.12 Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang.....	58
5. PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi senyawa pada daun tembakau.....	9
Tabel 2. Kandungan kimia tembakau bahan rokok (Sumber: Geiss dan Kotzias, 2007). 10	
Tabel 3. Rerata Intensitas Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14-42 hspt.	38
Tabel 4. Intensitas Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang pada Umur Pengamatan 49 hspt.	38
Tabel 5. Masa Inkubasi Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang	44
Tabel 6. Rerata Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14 HSPT.	49
Tabel 7. Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 21 HSPT.	49
Tabel 8. Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 28 HSPT.	49
Tabel 9. Rerata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14 HSPT.	53
Tabel 10. Rerata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 49 HSPT.	54
Tabel 11. Interaksi Diameter Batang Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 49 HSPT.	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daur hidup jamur <i>Phytophthora nicotianae</i> (Sumber: Breda de Hann)	10
Gambar 2. Cendawan <i>P. nicotianae</i> . (a-e) Zoosporangia, (f) Chlamydospora dan hifa, (g-h): a: Oogonia, b: Antheridia, c: Oospore, Bar = 10 μ m (Sumber: Tao Y.H., Ho H.H., Wu Y.X., dan He Y.Q., 2011).	12
Gambar 3. Lahan Tembakau dengan serangan lanas (<i>Phytophthora nicotianae</i>)	12
Gambar 4. Patogenesis Jamur <i>P. Nicotianae</i> (Sumber: Gallup et al., 2006).....	13
Gambar 5. Batang tembakau dengan serangan jamur <i>Phytophthora nicotianae</i> (Blancard, 2013).....	14
Gambar 6. Spora cendawan mikoriza arbuskula pada tanaman kentang a. <i>Glomus</i> , b. <i>Acaulospora</i> (Sumber: Sukmawaty et al, 2016)	17
Gambar 7. Kriteria Unsur Hara pada Tanah	19
Gambar 8. Isolat <i>Phytophthora nicotianae</i>	33
Gambar 9. Kenampakan mikroskopis <i>Phytophthora nicotianae</i> (a). Zoosporangia (b).Hifa (c).Chlamydospora.....	33
Gambar 10. Kenampakan Mikroskopis Spora <i>Glomus</i> sp; a. Dinding spora, b. Dudukan hifa.....	35
Gambar 11. Gejala <i>P. Nicotianae</i> pada daun tembakau: a. Gejala ringan (0-15%), b. Gejala Sedang (25%), c. Gejala Kontras (50-75%).....	36
Gambar 12. Batang tembakau dengan gejala serangan jamur <i>Phytophthora nicotianae</i> ; a. Gejala ringan b. Gejala dengan nekrosis berat	37
Gambar 13. Grafik perkembangan intensitas penyakit pada seluruh pengamatan	39
Gambar 14. Diagram Masa Inkubasi Penyakit	44
Gambar 15. Pertumbuhan tanaman, (a) 7 hspt (b) 14 hspt (c) 28 hspt (d) 49 hspt	48
Gambar 16. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman pada seluruh pengamatan	51
Gambar 17. Grafik pertumbuhan jumlah daun pada seluruh pengamatan	55
Gambar 18. Diagram Diameter Batang pada Pengamatan 42 HSPT	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan intensitas penyakit <i>Phytophthora nicotianae</i>	66
Lampiran 2. Hasil pengamatan masa inkubasi penyakit <i>Phytophthora nicotianae</i>	68
Lampiran 3. Hasil pengamatan tinggi tanaman.....	68
Lampiran 4. Hasil pengamatan jumlah daun	70
Lampiran 5. Hasil pengamatan diameter batang.....	72
Lampiran 6. Dokumentasi.....	72





1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Upaya pengendalian penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) di Indonesia tercatat masih menggunakan cara-cara konvensional. Penggunaan pestisida masih menjadi pilihan utama petani dalam mengatasi penyakit lanas. Selain itu kebiasaan petani menanam tembakau di satu lahan secara rutin setiap tahun mengakibatkan peningkatan jumlah inokulum *P. nicotianae* dan berakibat pada peningkatan intensitas serangan pada musim tanam berikutnya (Yulianti, 2009). Cara-cara yang telah dilakukan selain menghabiskan biaya yang tinggi, juga cenderung tidak efektif dalam penumpasannya. Bidang Proteksi BBPTP Surabaya (2013) mengungkapkan bahwa masih ada beberapa daerah sentra tanaman tembakau di Indonesia, khususnya di Jawa Timur, yang terserang penyakit lanas dengan tingkat serangan rendah sampai tinggi beberapa diantaranya ialah Kabupaten Jombang dengan tingkat serangan rendah, Kabupaten Mojokerto dengan tingkat serangan sedang, serta Kabupaten Probolinggo dan Kabupaten Bondowoso dengan tingkat serangan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa masih belum ada pengendalian yang cukup efektif untuk mengendalikan penyakit lanas pada tanaman tembakau, khususnya di Indonesia.

Di sisi lain penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan mengakibatkan efek yang tidak baik bagi kesuburan tanah. Kebiasaan petani dalam upaya peningkatan produksi tanaman melalui penambahan dosis pupuk anorganik tersebut dilakukan karena pemberian pupuk anorganik mudah terserap oleh tanaman, tetapi apabila diberikan secara berlebihan dalam jangka panjang akan menaikkan keasaman tanah yang berdampak buruk terhadap mikroorganisme yang ada di dalam tanah (Yusnaini, 2009). Selain itu tingkat keasaman yang tinggi pada tanah memberikan potensi yang lebih tinggi terhadap serangan penyakit dikarenakan akan mengganggu kondisi iklim mikro yang optimal pada daerah perakaran tanaman.

Pengendalian penyakit tanaman tembakau dengan kombinasi pemberian pupuk kandang dan cendawan mikoriza merupakan metode yang masih asing untuk diterapkan dalam mengendalikan penyakit. Secara teori metode ini berpotensi sebagai pengendali penyakit karena memanfaatkan cendawan mikoriza sebagai organisme yang dapat memaksimalkan penyerapan unsur hara yang ada didalam

media tanam yang telah termodifikasi oleh berbagai macam bahan organik yang terkandung di dalam pupuk kandang. Perlakuan pemberian pupuk kandang yang dikombinasikan dengan mikoriza dapat memberikan intensitas serangan kecil yang disebabkan oleh patogen terhadap tanaman. Hal ini diduga karena ada kombinasi fungsi antara pupuk hayati dan mikoriza untuk perlindungan tanaman. Pupuk kandang memberikan perlindungan dari bagian dalam tanaman dan mikoriza melindungi bagian luar dari tanaman, khususnya pada area perakaran tanaman dan mampu memproduksi fitoaleksin untuk menghambat patogen (Sudana dan Lotrini, 2005). Selain itu kandungan nutrisi yang disumbang oleh pupuk kandang diduga dapat memengaruhi ketahanan tanaman melalui berbagai macam jalur metabolisme. Salah satunya ialah sebagai pembentuk senyawa metabolit sekunder (Mastuti, 2016). Atas dasar pemikiran tersebut, maka dirasa perlu untuk dilakukan penelitian untuk menjawab permasalahan yang telah disebutkan di atas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah apakah waktu inokulasi dan dosis pupuk kandang berpengaruh terhadap serangan penyakit lanas dan pertumbuhan tanaman tembakau.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) pengaruh waktu inokulasi mikoriza dan dosis pupuk kandang pada serangan penyakit lanas dan pertumbuhan tanaman tembakau (2) interaksi antara dosis pupuk kandang dan waktu inokulasi mikoriza terhadap serangan penyakit lanas dan pertumbuhan tanaman tembakau.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah waktu inokulasi mikoriza dan dosis pupuk kandang memiliki pengaruh terhadap serangan penyakit lanas pada tanaman tembakau.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi tentang efektifitas pupuk hayati mikoriza dan pupuk kandang dalam menekan penyakit lanas sehingga dapat digunakan dan dimanfaatkan lebih lanjut untuk praktisi

maupun sebagai referensi penelitian selanjutnya.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tembakau

Tembakau adalah tanaman musiman yang tergolong dalam tanaman perkebunan. Pemanfaatan tanaman tembakau terutama pada daunnya yaitu untuk pembuatan rokok.

Dikutip dari Menurut Matnawi (1997), tanaman tembakau diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Class : Dicotyledoneae

Ordo : Personatae

Family : Solanaceae

Genus : Nicotiana

Spesies : *Nicotiana tabaccum* L.

Tanaman tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.) merupakan jenis tanaman semusim yang tergolong tanaman perkebunan. Berdasarkan waktu tanamnya, tembakau dapat dibedakan menjadi dua jenis, yakni Tembakau VO (Voor-Oogst) dan Tembakau NO (Na-Oogst). Tembakau VO (Voor-Oogst) disebut juga tembakau musim kemarau, karena penanaman dilakukan pada akhir musim penghujan dan dipanen pada musim kemarau. Yang juga termasuk jenis ini adalah Tembakau Virginia dan Tembakau Rajangan. Sedangkan Tembakau NO (Na-Oogst) adalah tipe tembakau cerutu yang hanya dibudidayakan di Kabupaten Jember (Wahyudiyanta, 2011). Di daerah lain, tembakau ini dikenal dengan Tembakau Vorstenland dan Tembakau Deli. Ditanam pada akhir musim kemarau dan dipanen pada musim penghujan. Hal ini ditujukan agar zat-zat yang melekat pada permukaan daun tercuci oleh air hujan, sehingga menjadi lebih tipis. Air hujan juga dapat berfungsi menurunkan kadar nikotin yang terkandung dalam daun tembakau (Semangun, 2000).

Tanaman tembakau berwarna hijau berbulu halus, batang, dan daun diliputi oleh zat perekat. Pohonnya berbatang tegak dengan ketinggian rata-rata mencapai 250 cm, akan tetapi kadang-kadang dapat mencapai tinggi sampai 4 m apabila

syarat-syarat tumbuh baik. Umur tanaman ini rata-rata kurang dari 1 tahun. Daun mahkota bunganya memiliki warna merah muda sampai merah, mahkota bunga berbentuk terompet panjang, daunnya berbentuk lonjong pada ujung runcing, dan kedudukan daun pada batang tegak (Abdullah, 1982).

Tanaman tembakau memiliki akar tunggang, jika tanaman tumbuh bebas pada tanah yang subur sepanjang 0,75 m. Selain akar tunggang terdapat bulu-bulu akar dan serabut. Akar tanaman tembakau kurang tahan terhadap air yang berlebihan karena dapat menggannggu akar bahkan tanaman dapat mati (Matnawi, 1997).

Daun tembakau berbentuk lonjong atau bulat, tergantung pada varietasnya. Daun yang berbentuk bulat lonjong ujungnya berbulat runcing, sedangkan berbentuk bulat ujungnya berbentuk tumpul. Daun memiliki tulang-tulang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Ketebalan daun yang berbeda-beda, tergantung varietas budidaya. Daun tumbuh berselang-seling mengelilingi batang tanaman. Daun memiliki mulut daun yang terletak merata. Jumlah daun dalam satu tanaman 28-32 helai (Cahyono, 2011).

Bunga tanaman tembakau merupakan bunga majemuk yang tersusun dalam beberapa tandan dan masing-masing tandan berisi samapi 15 bunga. Bunga berbentuk terompet yang panjang. Warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atasnya sedangkan yang lain berwarna putih. Bunga tembakau akan mekar secara berurutan dari yang paling tua ke paling muda. Tanaman tembakau dapat mengadakan penyerbukan sendiri walaupun tidak menutup kemungkinan terjadi penyerbukan silang. Bunga ini berfungsi sebagai alat penyerbukan sehingga dapat dihasilkan biji-biji perkembangbiakan (Maulidiana, 2008). Bentuk buah tembakau seperti telur ayam dengan panjang 1,5-2 cm. warna buah berwarna hijau dan menjadi coklat saat sudah masak. Tingkat kematangan buah tidak serempak.

Dalam spesies *Nicotiana tabacum* terdapat varietas yang amat banyak jumlahnya, dan untuk tiap daerah terdapat perbedaan jumlah kadar nikotin, bentuk daun, dan jumlah daun yang dihasilkan. Proporsi kadar nikotin banyak bergantung kepada varietas, tanah tempat tumbuh tanaman, dan kultur teknis serta proses pengolahan daunnya (Abdullah, 1982). Di Indonesia, tanaman tembakau dibudidayakan di 14 provinsi yang meliputi Nangroe Aceh Darussalam, Sumatera

Utara, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB), Nusa Tenggara Timur (NTT), serta Sulawesi Selatan (Hartono, 2013).

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan (2012), provinsi Jawa Timur adalah daerah penghasil tembakau terbesar di Indonesia, dimana luas areal pertanaman tembakau pada tahun 2011 mencapai 130.824 hektar dengan produksi sebesar 135.904 ton. Data tahun 2011 menyajikan luas lahan dan produksi di beberapa kabupaten, yakni Kabupaten Jember memiliki luas areal 13.708 hektar dengan produksi 18.925 ton; Kabupaten Bondowoso memiliki luas areal 8.936 hektar dengan produksi 5.896 ton; Kabupaten Situbondo memiliki luas areal 6.311 hektar dengan produksi 5.029 ton; Kabupaten Banyuwangi memiliki luas areal 1.181 hektar dengan produksi 1.271 ton; Kabupaten Probolinggo memiliki luas area 13.069 hektar dengan produksi 14.837 ton; dan Kabupaten Lumajang memiliki luas areal 1.458 hektar dengan produksi 1.128 ton.

2.2 Botani Tanaman Tembakau

2.2.1 Akar

Tanaman tembakau merupakan tanaman berakar tunggang yang tumbuh tegak ke pusat bumi. Akar tunggangnya dapat menembus tanah kedalaman 50-75 cm, sedangkan akar serabut menyebar ke samping. Selain itu, tanaman tembakau juga memiliki bulu- bulu akar. Perakaran akan berkembang baik jika tanahnya gembur, mudah menyerap air, dan subur.

2.2.2 Batang

Tanaman Tembakau memiliki bentuk batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung, makin kecil. Ruas-ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, batang tanaman bercabang atau sedikit bercabang. Pada setiap ruas batang selain ditumbuhi daun, juga ditumbuhi tunas ketiak daun, diameter batang sekitar 5 cm.

2.2.3 Daun

Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau bulat, tergantung pada varietasnya. Daun yang berbentuk bulat lonjong meruncing, sedangkan yang berbentuk bulat, tumpul. Daun memiliki tulang-tulang menyirip,

bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Lapisan atas daun terdiri atas lapisan palisade parenchyma dan spongy parenchyma pada bagian bawah. Jumlah daun dalam satu tanaman sekitar 28-32 helai.

2.2.4 Bunga

Tanaman tembakau berbunga majemuk yang tersusun dalam beberapa tandan dan masing-masing tandan berisi sampai 15 bunga. Bunga berbentuk terompet dan panjang, terutama yang berasal dari keturunan *Nicotiana tabacum*, sedangkan dari keturunan *Nicotiana rustika*, bunganya lebih pendek, warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atas. Bunga tembakau berbentuk malai, masing-masing seperti terompet dan mempunyai bagian sebagai berikut: Kelopak bunga, berlekuk dan mempunyai lima buah pancung. Mahkota bunga berbentuk terompet, berlekuk merah dan berwarna merah jambu atau merah tua dibagian atasnya. Sebuah bunga biasanya mempunyai lima benang sari yang melekat pada mahkota bunga, dan yang satu lebih pendek dari yang lain. Bakal buah terletak diatas dasar bunga dan mempunyai dua ruang yang membesar. Kepala putik terletak pada tabung bunga yang berdekatan dengan benang sari. Tinggi benang sari dan putik hampir sama. Keadaan ini menyebabkan tanaman tembakau lebih banyak melakukan peyerbukan sendiri, tidak tertutup kemungkinan untuk penyerbukan silang.

2.2.5 Buah

Tembakau memiliki bakal buah yang berada di atas dasar bunga dan terdiri atas dua ruang yang dapat membesar, tiap-tiap ruang berisi bakal biji yang banyak sekali. Penyerbukan yang terjadi pada bakal buah akan membentuk buah. Sekitar tiga minggu setelah penyerbukan, buah tembakau sudah masak. Setiap pertumbuhan yang normal, dalam satu tanaman terdapat lebih kurang 300 buah. Buah tembakau berbentuk bulat lonjong dan berukuran kecil, di dalamnya berisi biji yang bobotnya sangat ringan. Dalam setiap gram biji berisi + 12.000 biji. Jumlah biji yang dihasilkan pada setiap tanaman rata-rata 25 gram.

2.2.6 Jenis Tembakau

Jenis Tembakau Beberapa varietas anjuran tembakau adalah:

- a. Tembakau cerutu. Tembakau Deli adalah D4, KF-7 dan F1-5 Tembakau Vorstenlanden (untuk cerutu) adalah Timor vorstenlanden (TV) dan Gayamprit (G). Tembakau Besuki (tembakau pembalut dan pengisi cerutu) adalah varietas H 328, H 392, H 77, H 362.
- b. Tembakau Pipa. Tembakau Lumajang varietas K dan SAX
- c. Tembakau sigaret. Tembakau virginia adalah Dixie bright (DB) 101, Coker 319, Coker 86, Coker 176, Nort Caroline 95, Nort Carolina 2514. Tembakau oriental (turki) adalah sumsum, smyrna, macedonia orientale dan xanthi. Tembakau Barlay adalah varietas KY17, Barlay 21 dan Tn 87.
- d. Tembakau asli/ rajangan. Varietas yang dianjurkan terdiri dari banyak varietas yang sesuai dengan pengembangannya.

2.2.7 Syarat Tumbuh

a. Iklim

Tanaman tembakau pada umumnya tidak menghendaki iklim yang kering ataupun iklim yang sangat basah. Angin kencang yang sering melanda lokasi tanaman tembakau dapat merusak tanaman (tanaman roboh) dan juga berpengaruh terhadap mengering dan mengerasnya tanah yang dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam tanah. Untuk tanaman tembakau dataran rendah, curah hujan rata-rata 2.000 mm/tahun, sedangkan untuk tembakau dataran tinggi, curah hujan rata-rata 1.500-3.50 mm/tahun. Untuk tanaman tembakau dataran rendah, curah hujan rata-rata 2.000 mm/tahun, sedangkan untuk tembakau dataran tinggi, curah hujan rata-rata 1.500-3.500 mm/tahun. Penyinaran cahaya matahari yang kurang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang baik sehingga produktivitasnya rendah. Oleh karena itu lokasi untuk tanaman tembakau sebaiknya dipilih di tempat terbuka dan waktu tanam disesuaikan dengan jenisnya. Suhu udara yang cocok untuk pertumbuhan tanaman tembakau berkisar antara 21-32,30 C. Tanaman tembakau dapat tumbuh pada dataran rendah ataupun di dataran tinggi bergantung pada varietasnya. Ketinggian tempat yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman tembakau adalah 0 - 900 mdpl.

b. Tanah

Tembakau Deli sangat cocok untuk jenis *tanah aluvial* dan *andosol*. *Tanah*

regosol sangat cocok untuk tembakau *vorstenlanden* dan *besuki*. Tembakau *Virginia flu-cured* cocok untuk tanah podsolik. Sedangkan tembakau rakyat atau asli dapat tumbuh mulai dari tanah ringan (berpasir) sampai dengan tanah berat (liat). Derajat keasaman tanah yang baik untuk tanaman tembakau adalah 5-5,6; tembakau Virginia 5,5-6,0. Apabila didapat nilai yang kurang dari 5 maka perlu diberikan pengapuran untuk menaikkan pH sedangkan bila didapat nilai pH lebih tinggi dari 6 maka perlu diberikan belerang untuk menurunkan pH (Hariyadi, Ali, & Nurlina, 2017).

2.3 Kandungan Tanaman Tembakau

Berlainan dengan tanaman lain, tanaman tembakau diusahakan terutama dimanfaatkan untuk dirokok. Asap yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan kenikmatan bagi perokok. Dari 2.500 komponen kimia yang sudah teridentifikasi, beberapa komponen berpengaruh terhadap mutu asap. Tembakau yang bermutu tinggi adalah aromanya harum, rasa isapnya enteng, dan menyegarkan; dan tidak memiliki ciri-ciri negatif misalnya rasa pahit, pedas, dan menggigit. Zat-zat yang berpengaruh terhadap mutu tembakau dan asap antara lain (Hiroe et al., 1975; Tso, 1999):

1. Persenyawaan nitrogen (nikotin, protein). Nikotin (β -pyridil- α -N-methyl pyrrolidine) merupakan senyawa organik spesifik yang terkandung dalam daun tembakau.
2. Senyawa karbohidrat (pati, pektin, selulose, gula). Pati, pektin, dan selulose merupakan senyawa bertenaga tinggi yang merugikan aroma dan rasa isap, sehingga selama prosesing harus dirombak menjadi gula.
3. Resin dan minyak atsiri. Getah daun yang berada dalam bulu-bulu daun mengandung resin dan minyak atsiri.
4. Asam organik. Asam-asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat, dan asam malat membantu daya pijar dan memberikan kesegaran dalam rasa isap.
5. Zat warna: klorofil (hijau), santofil (kuning), karotin (merah).

Berikut merupakan komposisi senyawa pada bagian daun tembakau dikutip dari Cahyono (1998):

Tabel 1. Komposisi senyawa pada daun tembakau

Uraian	Jumlah (%)
Abu	20
Gula	0,4-2,5
Fenol	0,0-0,5
Nitrat	1,0-2,0
Nikotin:	
a. Pada daun bawah	0,16-2,89
b. Pada daun tengah	0,3-3,75
c. Pada daun atas	0,5-4,0
Kandungan N total	2,18-3,58

Kurang lebih terdapat 2.500 komponen kimia pada tembakau yang siap dibuat rokok, yaitu tembakau yang telah selesai proses fermentasi (aging) selama 1–3 tahun. Dari jumlah tersebut 1.100 komponen diturunkan menjadi asap tanpa perubahan akibat pembakaran. Sebanyak 1.400 lainnya mengalami dekomposisi atau terpecah, bereaksi dengan komponen lain dan membentuk komponen baru yang seluruhnya terbentuk sekitar 4.800 komponen kimia di dalam asap (Rodgman dan Perfetti, 2006).

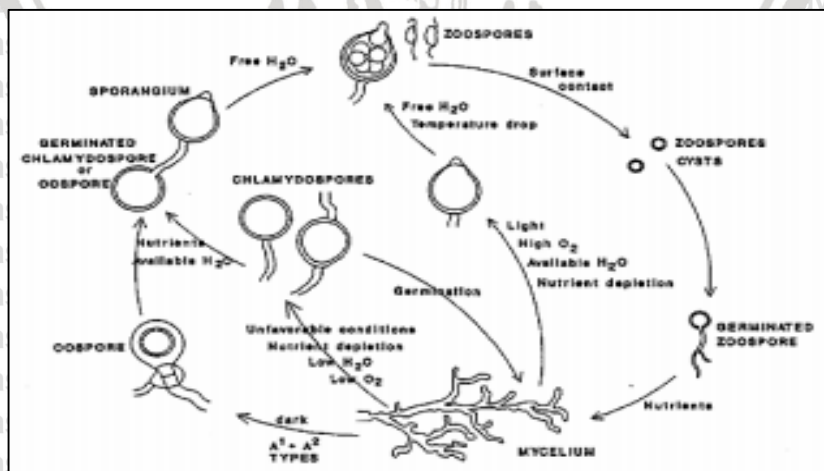
Sementara itu kandungan kimia tembakau siap pakai dibagi menjadi 10 kelompok seperti pada Tabel 2 (Geiss dan Kotzias, 2007). Bahan kimia tersebut sebagian mempunyai korelasi positif terhadap mutu rokok, khususnya rokok keretek. Kandungan gula diinginkan dalam jumlah tinggi. Gula yang dimaksud disini adalah gula yang terbentuk di dalam sel-sel tembakau, bukan gula yang ditambahkan. Untuk tembakau tertentu yaitu temanggung, papie, dan klodan, fermentasi dilakukan sampai warna menjadi coklat, sehingga seluruh pati dan gula terdegradasi.

Tabel 2. Kandungan kimia tembakau bahan rokok (Sumber: Geiss dan Kotzias, 2007)

Golongan	Kandungan (%)	Dampak terhadap mutu rokok
Selulosa	7-16	+
Gula	0-22	+
Trigliserida	1	-
Protein	3,5-20	-
Nikotin	0,6-5,5	+
Pati	2-7	-
Abu (Ca, K)	9-25	+
Bahan organik	7-25	+/-
Lilin	2,5-8	+
Pektinat, Polifenol, Flavon, Karotenoid, Minyak atsiri, Parafin, Sterin, dll.	7-12	+/-

2.4 Jamur *Phytophthora nicotianae* pada Tembakau

Phytophthora nicotianae adalah jamur yang termasuk dalam Kingdom Mycetozoa, Divisi Eumycota, kelas Oomycetes, dengan ciri khas memiliki zoospora berflagel dua. Jamur ini dapat tumbuh secara vegetatif pada kisaran suhu antara 5°C-37°C, dengan suhu optimal antara 26°C-32°C. Pada suhu di atas 40°C, jamur ini akan mati (Gallup *et al.*, 2006).

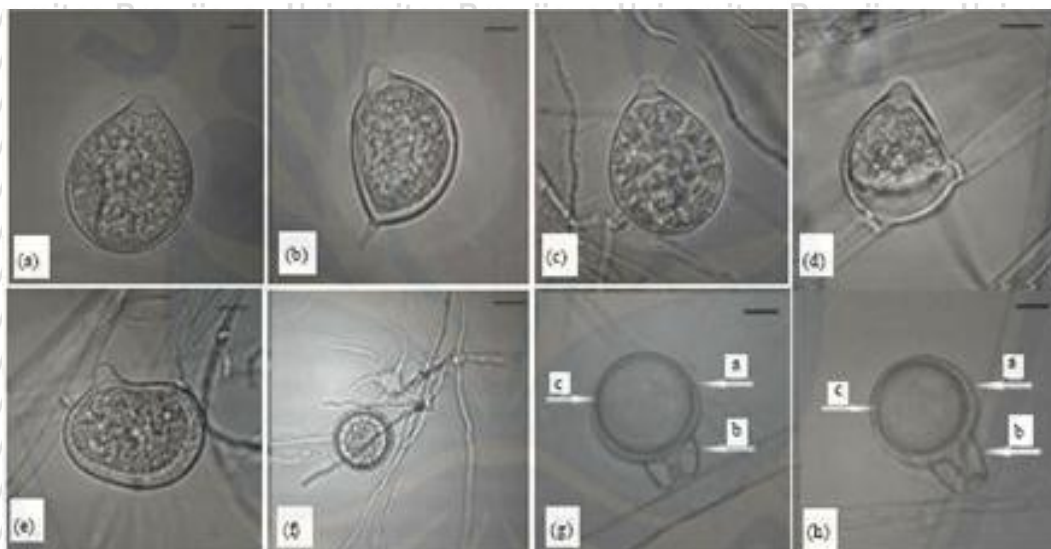


Gambar 1. Daur hidup jamur *Phytophthora nicotianae* (Sumber: Breda de Hann)

Hifa jamur ini tidak bersekat, bercabang banyak, dan tidak berwarna (Gambar 2.2 f). Pada kondisi yang sangat lembab, jamur membentuk sporangium (zoosporangium) dalam jumlah banyak dengan ukuran berkisar antara 32-52 x 29-41 μ m, berbentuk menyerupai buah pir (*pyriform*) dengan sebuah papil (tonjolan) yang jelas. Sporangium tersebut memiliki dua tipe perkecambahan, yakni secara langsung dengan membentuk hifa infektif atau pembuluh kecambah dan secara tidak langsung dengan membentuk spora kembara (zoospora) (Gambar 2.2a-e).

Kondisi tanah yang jenuh air, akan menstimulus sporangia untuk melepaskan spora kembara yang merupakan propagul infektif primer (Gallup *et al.*, 2006). Produksi spora kembara ini secara efektif terjadi pada kisaran suhu antara 20°C-30°C (Matondang, 2013). Spora kembara memiliki dua buah flagella dan dapat berenang dalam air, bahkan melalui lapisan tipis air (*water film*). Dengan mekanisme kimiawi, spora kembara mampu menemukan akar tanaman inang untuk kemudian melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman. Selain itu, jamur ini juga dapat membentuk klamidospora (Gambar 2.2f). Yakni spora istirahat dengan bentuk bulat berwarna kecokelatan yang memiliki dinding agak tebal dengan diameter 21-39 μ m, yang merupakan struktur aseksual dari *P. nicotianae*. Klamidospora tersebut berada pada bagian ujung atau tengah-tengah hifa. Klamidospora akan berkecambah membentuk hifa baru pada kondisi tanah yang lembab dan hangat.

Sebagai patogen tular tanah (*soil-borne pathogen*), *P. nicotianae* menyebar melalui tanah dengan bantuan air (Lucas, 1985). Inokulum yang berasal dari daerah yang ditanami tembakau varietas tahan pada umumnya lebih virulen dibandingkan dengan yang berasal dari daerah yang ditanami tembakau varietas rentan. Jamur yang virulen memiliki kemampuan membentuk sporangium dalam jumlah banyak. Tingkat virulensi tersebut dapat meningkat atau menurun dipengaruhi oleh seberapa sering jamur *P. nicotianae* menginfeksi inangnya (Semangun, 2000).



Gambar 2. Cendawan *P. nicotianae*. (a-e) Zoosporangia, (f) *Chlamydospora* dan hifa, (g-h): a: Oogonia, b: Antheridia, c: Oospore, Bar = 10 μm (Sumber: Tao Y.H., Ho H.H., Wu Y.X., dan He Y.Q., 2011).

2.4 Gejala Serangan Jamur *Phytophthora nicotianae*

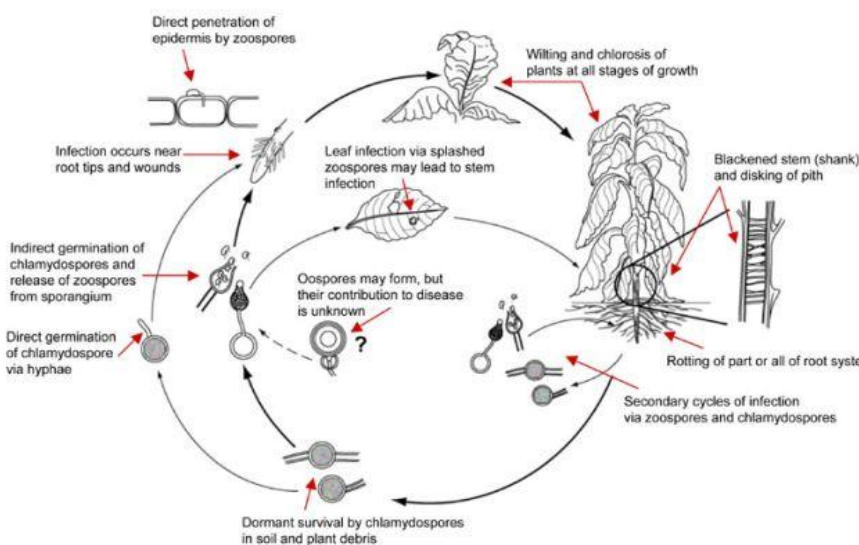
Pada kondisi yang mendukung, tanaman tembakau yang rentan akan mengalami kelayuan dan akan mati dalam waktu satu minggu. Sedangkan pada tanaman tembakau tahan, penyakit lanas berkembang secara lambat dan gejala serangan muncul setelah cukup lama terjadi infeksi patogen (Lucas, 1985). Kemudian serangan patogen di bagian akar tanaman tembakau, akan menimbulkan gejala berupa kelayuan seluruh daun secara serentak, dikarenakan adanya hambatan pengangkutan air dalam pembuluh kayu. Sedangkan penetrasi patogen melalui daun, menimbulkan gejala berbentuk bercak pada daun tembakau. Bercak tersebut dapat menyebar hingga ke bagian batang apabila daun terinfeksi tidak segera disingkirkan. (Semangun, 2000).



Gambar 3. Lahan Tembakau dengan serangan lanas (*Phytophthora nicotianae*)

Penyakit lanas terutama menyerang akar dan pangkal batang, namun dapat juga menyerang daun. Bahkan umumnya daun lebih peka terhadap serangan jamur ini. Daun bibit yang terserang menjadi busuk basah. Penyebaran penyakit ini dapat dipembibitan sangat dibantu oleh kelembaban yang tinggi. Bibit yang terserang hebat akan layu dalam waktu singkat, menampilkan gejala seperti disiram air panas. Di pertanaman menimbulkan kelayuan, karena adanya pembentukan tilose dan blendok (gum) yang menyumbat pembuluh – pembuluh yang mengangkut air. Tanaman dewasa seringkali mengalami serangan pada daunnya, menimbulkan lanas bercak. Bercak - bercak yang terjadi berwarna coklat kehitaman, agak kebasah - basahan. Bercak ini sering menunjukkan gambaran seperti cincin berwarna gelap dan terang. Lanas bercak ini dapat menjalar ke batang dan mematikan tanaman (Hartana, 1978).

Gejala serangan penyakit lanas pada tanaman tembakau dapat dibagi ke dalam 3 tipe, yaitu : Tipe 1; daun tanaman yang masih berwarna hijau mendadak terkulai layu dan akhirnya mati, pangkal batang yang berada dekat permukaan tanah membusuk dan berwarna cokelat yang apabila dibelah akan tampak bagian empulur tanaman ‘mengamar’, Tipe 2; daun tanaman terkulai kemudian menguning, tanaman menjadi layu dan mati, Tipe 3; muncul gejala nekrosis berwarna gelap terang dan apabila daun yang telah dipanen diprosesing maka warnanya akan menjadi lebih cokelat dibandingkan daun yang normal (Budiman, 2013).



Gambar 4 . Patogenesis Jamur *P. Nicotianae* (Sumber: Gallup et al., 2006)

Gejala yang tampak dari penyakit lanas dipengaruhi oleh umur dan

ketahanan tanaman serta cara masuk patogen. Pada kondisi yang mendukung, tanaman tembakau yang rentan akan mengalami kelayuan dan akan mati dalam waktu satu minggu. Sedangkan pada tanaman tembakau tahan, penyakit lanas berkembang secara lambat dan gejala serangan muncul setelah cukup lama terjadi infeksi patogen (Lucas, 1985). Kemudian serangan patogen di bagian akar tanaman tembakau, akan menimbulkan gejala berupa kelayuan seluruh daun secara serentak, dikarenakan adanya hambatan pengangkutan air dalam pembuluh kayu. Sedangkan penetrasi patogen melalui daun, menimbulkan gejala berbentuk bercak pada daun tembakau. Bercak tersebut dapat menyebar hingga ke bagian batang apabila daun terinfeksi tidak segera disingkirkan. Gejala serangan jamur *P. nicotianae* pada daun tembakau disebut dengan lanas bercak (Semangun, 2000).



Gambar 5. Batang tembakau dengan serangan jamur *Phytophthora nicotianae* (Blancard, 2013)

2.5 Mikoriza

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan asosiasi antara fungi tertentu dengan akar tanaman sebagai alternatif teknologi yang memiliki manfaat besar dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Moelyohadi *et al.*, 2012). Keuntungan dari mikoriza terhadap tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar sehingga terjadi peningkatan absorpsi nutrisi dari dalam tanah dan komponen-komponen mikoriza pada akar. Meningkatnya serapan hara akan berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga berpengaruh pula pada peningkatan volume akar. Peningkatan volume akar akan memperbesar penyebaran hifa FMA pada sel akar sehingga meningkatkan persentase akar

terinfeksi FMA (Nelvia *et al.*, 2010).

Taksonomi FMA berubah terus-menerus. Berdasarkan pada morfologi spora, dikenal lima genus mikoriza arbuskula yaitu *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Sclerocytis*, dan *Endogone*. FMA dikategorikan menjadi dua macam, yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza disebut mikoriza ektotrof karena jamur ini seluruhnya menyelubungi masing-masing cabang akar dalam selubung atau mantel hifa yang hanya menembus antar sel korteks akar (interseluler), sedangkan endomikoriza, tidak membentuk selubung luar tetapi hidup dalam sel akar (intraseluler) dan membentuk hubungan langsung antar sel akar dan tanah sekitarnya (Rao, 1994).

Fungi mikoriza merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi akar tanaman dengan sporanya. Spora berkecambah dengan membentuk apressoria sebagai alat infeksi, dimana infeksiya biasa terjadi pada zone elongation. Proses ini dipengaruhi oleh anatomi akar dan umur tanaman yang terinfeksi. Hifa yang terbentuk pada akar bersifat interseluler dan intraseluler, namun terbatas pada lapisan korteks dan tidak sampai pada empulur. Hifa yang berkembang diluar jaringan akar maka berperan dalam penyerapan unsur hara tertentu dan air (Talanca dan Adnan, 2005).

Menurut Nusantara *et al.* (2012), FMA memiliki 4 peran fungsional, yaitu: adalah sebagai bioprotektor karena mampu melindungi tanaman dari cekaman biotika seperti patogen tanaman, sebagai bioprosesor karena mampu membantu tanaman menyerap hara dan air dari lokasi yang tidak terjangkau akar rambut, sebagai bioaktivator karena mampu meningkatkan simpanan karbon di rizosfer sehingga meningkatkan aktivitas jasad renik dalam menjalankan proses biogeokimia, dan bioagregator karena mampu meningkatkan agregasi tanah.

Fungi mikoriza mampu dapat membentuk kolonisasi sebelum melakukan infeksi tanaman dan menjalankan berbagai fungsinya untuk tanaman. Menurut Hapsoh (2008), tahapan kolonisasi FMA dimulai dari prekolonisasi, kontak dan penembusan, perkembangan kolonisasi, pergantian arbuskula, pertumbuhan hifa eksternal dan produksi spora. Prekolonisasi yang diawali pertumbuhan baik hifa, spora, maupun potongan akar yang terinfeksi FMA. Meskipun ada peningkatan pertumbuhan miselium pada akar, hifa tidak langsung tumbuh menuju akar sampai

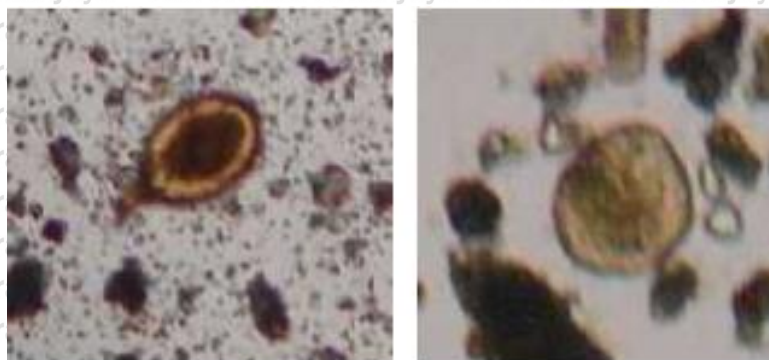
hifa tersebut benar-benar dekat akar. Selanjutnya, terjadi kontak hifa dengan akar yang diikuti pelekatan hingga membentuk apresorium yang membengkak.

Kemudian hifa masuk menembus dinding sel dengan penekanan yang ditandai hifa semakin mengecil dan berbentuk runcing sehingga percabangan hifa ke dalam korteks bagian tengah dan dalam akar memanjang membentuk kolonisasi sehingga terjadi mutualistik fungi-tanaman. Hasil kolonisasi ini membentuk bidang kontak interseluler dan intraseluler. Suharti *et al.* (2008) menyatakan bahwa persentase kolonisasi akar tanaman jahe oleh FMA meningkat sejalan dengan meningkatnya umur tanaman jahe dan kolonisasi tertinggi terjadi pada saat 2 bulan setelah tanam, yaitu sebesar 80-90%.

Adanya pertumbuhan hifa eksternal merupakan sumber inokulum penting untuk kelanjutan kolonisasi sistem perakaran yang sama dalam memproduksi spora yang dibentuk dalam tanah yang fungsinya mentransfer hara dari tanah ke tanaman. Hasil penelitian Indriyani *et al.* (2011) menyatakan bahwa FMA paling berperan dalam meningkatkan serapan P oleh akar tanaman karena memiliki hifa yang menjalar luas ke dalam tanah melampaui jauh jarak yang dicapai rambut akar. Jamur mikoriza dengan hifa eksternalnya dapat meningkatkan absorpsi dari unsur-unsur yang inmobil di dalam tanah, seperti unsur P, Co, dan Zn dengan cara menambah atau memperluas absorpsi hara yang diluar kemampuan tanaman tersebut mengabsorpsinya. Rambut akar tanaman yang berasosiasi dengan tanaman yang bermikoriza bisa berkontak dengan volume tanah yang lebih luas dan memberikan permukaan absorpsi yang lebih besar dibandingkan pada rambut akar yang tanpa bermikoriza (Indriati *et al.*, 2013).

Mikoriza berperan dalam peningkatan penyerapan unsur-unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman seperti P, N, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca. Pada tanaman jagung, untuk menghasilkan mutu yang tinggi dibutuhkan ketersediaan hara N, P, dan K yang tinggi. Mikoriza merupakan alternatif untuk mengatasi kekurangan unsur hara terutama fosfat dalam tanah (Puspitasari *et al.*, 2012). Talanca dan Adnan (2005) melaporkan bahwa aplikasi P alam pada tanaman yang terinfeksi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan, pembentukan bintil akar, dan aktivitas bintil akar tanaman. Meningkatnya kandungan P dalam jaringan tanaman dapat

mempercepat pembelahan sel terutama pada jaringan meristem tanaman sehingga berakibat lebih lanjut terhadap pertumbuhan tanaman (Lizawati *et al.*, 2014).



A

B

Gambar 6. Spora cendawan mikoriza arbuskula pada tanaman kentang a. *Glomus*, b. *Acaulospora* (Sumber: Sukmawaty *et al.*, 2016)

Penerapan mikoriza merupakan cara yang ideal untuk meningkatkan produktivitas, menekan serangan penyakit, serta bisa diterapkan pada hampir seluruh jenis tanaman. Alexopoulos *et al.* (1996) menyatakan bahwa 80% CMA bersimbiosis dengan seluruh famili tumbuhan. Anggota *Glomales* bersimbiosis dengan banyak tanaman budidaya angiospermae penting, di antaranya adalah tanaman pertanian. Smith & Read (1997) menyatakan bahwa CMA adalah simbiosis penting dalam perakaran, karena mampu bersimbiosis dengan sebagian besar familia tanaman darat (97%), di antaranya adalah tanaman komersial kelompok tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan pakan ternak.

2.6 Peran Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman Tembakau

Salah satu mikroorganisme tanah yang menguntungkan sebagai pupuk hayati ialah cendawan mikoriza. Mikoriza mempunyai kemampuan berasosiasi dengan hampir 90% tanaman (pertanian, kehutanan, perkebunan, dan tanaman pakan) dan membantu dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara terutama fosfor pada lahan marginal. Prinsip kerja dari mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara (Hanafiah dkk., 2009). Cendawan mikoriza dapat meningkatkan serapan nitrogen (N) dan kalium (K). (Musfal, 2008).

Sinaga (2014) dalam penelitiannya mencatat bahwa pemberian jamur dan

varietas pada tanaman tembakau mampu meningkatkan tinggi tanaman 24,44% – 30,65% di bandingkan dengan control. Rompas (1997) menyatakan bahwa pemberian inokulum mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tumbuhan dan kemampuan tanaman memanfaatkan nutrisi yang ada dalam tanah, terutama P, Ca, N, Cu, Mn, K dan Mg. Kolonisasi jamur MVA dapat memperluas bidang serapan akar, berkat adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melebihi jangkauan bulu akar. Pemanfaatan mikoriza merupakan masukan teknologi mikrobial yang dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah pada budidaya pertanian. FMA menginfeksi akar tanaman tetapi tidak bersifat parasit, sebaliknya memberikan keuntungan pada tanaman inangnya antara lain meningkatkan serapan hara tanaman (Indriati *et al.*, 2013).

2.7 Peran Mikoriza terhadap Patogen Tanaman

Mikoriza yang menginfeksi tanaman, maka akan membentuk hifa eksternal sehingga memperluas permukaan akar dan menghasilkan senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara dalam tanah. Selain itu, cendawan mikoriza dapat pula berfungsi sebagai pelindung dari serangan penyakit tertentu seperti patogen *Phytophthora*, *Phytium*, *Rhizoctonia*, dan *Fusarium*. Perlindungan mikoriza terhadap patogen terjadi karena memanfaatkan karbohidrat lebih banyak dari akar, sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar, menghasilkan antibiotik, dan memacu perkembangan mikroba saprofitik disekitar perakaran (Talanca dan Adnan, 2005).

Tanaman yang terinfeksi mikoriza menghasilkan bahan atsiri yang bersifat fungistatik jauh lebih banyak dibanding tanpa infeksi. Pada tanaman jagung yang terinfeksi mikoriza mengandung asam amino 3-10 kali lebih banyak dari pada tanpa infeksi mikoriza. Bila patogen lebih dahulu menyerang tanaman sebelum infeksi cendawan mikoriza, maka mikoriza tidak akan berkembang pada perakaran tanaman. Hasil Penelitian Sigit (2008) bahwa tanaman cabai yang terserang penyakit layu fusarium yang diinfestasi FMA HST0 dan HST1 memiliki efektifitas penghambatan serangan sebesar 68,13 % dan 66, 265% yang berarti efektif sesuai dengan skor bahwa >60% - <80% = efektif.

Jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan

infeksi dan kolonisasi jamur mikoriza. Perlakuan sumber spora yang berasal dari rizosfer tanaman yang sama dengan jenis tanaman inangnya cenderung lebih baik dari perlakuan sumber spora yang berasal tanaman inang yang berbeda dengan jenis tanaman inangnya terhadap derajat infeksi (Nurhayati, 2012). Hal ini juga didukung dari hasil penelitian Suharti *et al.* (2011) bahwa isolat FMA indigenus rizosfir tanaman jahe yang diintroduksi pada bibit jahe mampu menahan perkembangan penyakit layu bakteri yang disebabkan *Ralstonia solanacearum* ras 4 dengan kemampuan yang bervariasi. FMA indigenus juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman jahe, yang menunjukkan bahwa, isolat FMA ini sudah beradaptasi dengan lingkungan tersebut sehingga menghalangi patogen masuk ke dalam jaringan tanaman

2.8 Media Tanam Minim Hara

Pusat Penelitian Tanah dari Departemen Pertanian, 1983 telah mengajukan kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan sifat umum tanah yang didapat secara empiris (Gambar 1.)

Sifat Tanah	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-organik (%)	< 1,0	2,0	3,0	5,0	> 5,0
N Total (%)	< 0,1	0,2	0,5	0,75	> 0,75
P ₂ O ₅ HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K ₂ O HCl 25 % (ppm)	< 10	20	40	60	> 60
K (%)	< 0,1	0,2	0,5	1,0	> 1,0
Na (%)	< 0,1	0,4	0,7	1,0	> 1,0
Ca (%)	< 2	5	10	20	> 20
Mg (%)	< 0,4	1,0	2,0	8,0	> 8,0
Kejenuhan Basa (%)	< 20	35	50	70	> 70
Kejenuhan Aluminium (%)	< 10	20	30	60	> 60
Cadangan Mineral (%)	< 5	10	20	40	> 40
pH sangat asam < 4,5	Asam 5,5	Agak asam 6,5	Netral 7,5	Agak basa 8,5	Basa > 8,5

Gambar 7 . Kriteria Unsur Hara pada Tanah

Beberapa peneliti mengungkapkan kandungan unsur-unsur di dalam tanah berbeda-beda, adalah unsur-unsur yang berasal dari proses abrasi tanah yang terbawa debu terbang ke udara .Tanah minim hara merupakan tanah atau media tanam lainnya yang memiliki kandungan unsur hara rendah maupun sangat rendah (Hardjowigeno, 1995).

2.9 Pengaruh Media Tanam terhadap Penyakit Tanaman

Media tanam merupakan salah satu syarat apabila kita ingin bercocok tanam. Kondisi media tanam yang meliputi sifat fisik, kimia dan biologis sangat mempengaruhi hasil bercocok tanam baik kualitas. Menurut Dina (1994), media tanam dapat didefinisikan sebagai tempat tinggal bagi tanaman. Tempat tinggal yang baik adalah yang dapat mendukung pertumbuhan dan kehidupan tanaman.

Media tanam dengan kandungan bahan organik yang optimal diketahui mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah karena bahan organik merupakan nutrisi dari mikroba tanah sehingga dengan pemberian pupuk organik populasi mikroba tanah akan meningkat, dengan demikian akan terjadi kompetisi dengan mikroba patogen baik terhadap ruang maupun nutrisi untuk memperoleh energi, selain itu diantara mikroba tanah ada yang bersifat antagonis dan menghasilkan antibiotik sehingga dapat menghambat aktifitas mikroba patogen yang akan menginfeksi tanaman nilam. Hal yang senada dikemukakan oleh Subba Rao (1994) mengatakan bahwa pada tanah yang diberi pupuk kandang dapat meningkatkan populasi mikroba tanah seperti *Actinomycetes* mencapai lebih dari 200 juta/g tanah. Diantara mikroorganisme tanah tersebut bersifat antagonis dan dapat menghasilkan antibiotik seperti griseofulvin dihasilkan oleh *Penicillium griseofulvum*, kandisidin dihasilkan oleh *Streptomyces griseus* dan aureofungin dihasilkan oleh *Streptoverticillium cinnamomeum* yang merupakan antibiotik anti jamur yang memiliki spektrum lebar, diantaranya berperan dalam mengendalikan penyakit tanaman.

Hasil penelitian lain dilaporkan Zhang et al. (1998), bahwa penyemprotan ekstrak kompos kulit pinus pada tanaman melon dan arabidopsis menunjukkan adanya resistensi terinduksi terhadap serangan patogen *Colletotrichum orbiculare* penyebab penyakit antraknose. Pemberian pupuk kandang juga mampu menekan intensitas serangan penyakit busuk batang panili yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* dari 88 menjadi 52% dan lebih baik dibanding penggunaan pestisida nabati produk cengkeh (Hasnah et al. 1997).

2.10 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Sumber bahan yang digunakan sebagai pupuk organik sangat beragam dengan karakteristik sifat fisik dan kimia atau kandungan hara yang berbeda-beda, sehingga kualitas pupuk organik yang dihasilkan juga berbeda-beda mutunya. Oleh karena itu pengaruhnya terhadap produktivitas tanah dan tanggapan antara tanaman (padi, palawija, dan hortikultura) juga tidak sama. Pada umumnya untuk meningkatkan produksi tanaman hortikultura memerlukan bahan organik dengan dosis tinggi. Zubaidah dan Kari (1997) menyatakan bahwa untuk mendapatkan hasil kentang yang tinggi membutuhkan pupuk kandang sebesar 20 - 30 t ha⁻¹. Menurut Pujiharti dkk. (1997) pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan produksi secara nyata pada bawang merah dengan dosis 10-30 t ha⁻¹ buncis dengan dosis pupuk kandang 5 t ha⁻¹.

Pemberian pupuk kandang juga dapat meningkatkan produksi tanaman padi dan palawija. Basa dkk. (1991) melaporkan bahwa pemberian bahan organik berupa pupuk kandang atau pupuk hijau sebanyak 10 t ha⁻¹ th meningkatkan hasil padi gogo, jagung dan kedelai secara nyata pada tanah Podsolik Merah Kuning (Ultisol) di Lampung. Wigati dkk. (2006) mendapatkan bahwa pada tanah berpasir pemberian pupuk kandang pada takaran 20 t ha⁻¹ memberikan hasil kacang tunggak yang lebih baik dibanding takaran 10 t ha⁻¹ dan 30 t ha⁻¹. 9 Pengaruh yang menguntungkan dari pemberian pupuk kandang juga ditentukan jenisnya. Tanggapan tanaman terhadap pupuk kandang ayam lebih baik daripada pupuk kandang sapi, kambing dan kompos (Arman dkk., 2001; Mayadewi, 2007). Pupuk kandang cair lebih baik daripada pupuk kandang padat. Pupuk kandang cair dengan pemberian dosis N yang setara dapat digunakan untuk menggantikan pupuk N inorganik (Zhang dkk., 2006).

Burbey dan Sahar (2003) mendapatkan bahwa jenis pupuk kandang (ayam dan sapi) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan komponen produksi padi. Tetapi bila dikombinasikan dengan pupuk NPK, pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan dan komponen produksi padi. Cara pemberian pupuk kandang juga turut menentukan keefektifan penggunaan pupuk kandang. Faesal dkk. (2006) mendapatkan bahwa pemberian pupuk kandang sebagai penutup

lubang tanam ternyata lebih baik pengaruhnya terhadap tinggi tanaman pada umur 30 dan 65 HST dibanding dilarik di atas lubang tanam.

Adisarwanto dkk. (2004) melaporkan bahwa di tanah Alluvial Regosol Genteng, pemberian pupuk hijau *Sesbania rostrata* dan jerami padi sebanyak 5 t/ha serta kombinasi dengan pupuk anorganik tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil padi, dan residunya baru nampak pada kacang hijau yang ditanam pada musim ketiga dalam pola padi kedelai-kacang hijau. Adiningsih (1988) melaporkan bahwa pemberian jerami dalam jangka panjang meningkatkan kadar P, K-dd, KTK dan Si tersedia dan kemantapan agregat dengan sangat nyata. Meningkatnya KTK tanah dapat meningkatkan daya menyangga tanah yang mempunyai arti penting dalam meningkatkan efisiensi pupuk. Pemberian jerami 10 jangka panjang lebih meningkatkan keefisienan pupuk N dan P dan produksi lebih mantap.

Pengaruh yang menguntungkan dari pemberian bahan organik yang berkualitas rendah lebih ditekankan untuk membangun bahan organik tanah atau humus yang pengaruhnya akan terlihat dalam jangka panjang dalam memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. BOT merupakan polimerisasi dari hasil dekomposisi serasah tanaman (bahan seperti lignin) atau kondensasi dari senyawa organik yang larut yang dilepaskan melalui dekomposisi seperti gula, asam amino, polyfenol dan lignin (Stevenson, 1982). Pengaruh bahan organik terhadap sifat biologi tanah yaitu sebagai sumber energi hara bagi jasad biologis tanah terutama heterotrofik (Hanafiah, 2007), meningkatkan jumlah dan aktivitas metabolik organisme tanah dalam membantu dekomposisi bahan organik (Hakim dkk., 1986).

2.11 Interaksi Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Tanaman

Dewanto (2013) menyatakan pupuk kandang mengandung unsur hara nitrogen yang sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain membuat daun lebih segar dan banyak mengandung klorofil yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesis dan menambah kandungan hara tanah. Selain melalui penambahan pupuk kandang, dengan adanya Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) mampu membantu mempermudah tanaman dalam penyerapan unsur hara.

Hasil analisis ragam yang dilakukan oleh Sari (2015) menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dengan pupuk anorganik pada umur pengamatan 40, 60, dan 70 HST (Tabel 1). Aplikasi 10 ton ha⁻¹ pupuk kandang + 10 g tanaman-1 CMA memberikan jumlah daun jagung yang lebih banyak dari aplikasi 20 ton ha⁻¹ pupuk kandang dan tanpa pupuk kandang maupun CMA. Selain itu dalam parameter luas daun menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan pupuk kandang + Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA). Perlakuan dengan penambahan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) mempunyai luas daun yang lebih tinggi dibandingkan hanya penggunaan pupuk anorganik. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa dengan ketersediaan unsur hara yang tercukupi mampu meningkatkan luas daun tanaman, terutama unsur hara makro. Penambahan pupuk kandang dapat menambah unsur hara nitrogen yang sangat berperan dalam pembentukan daun (Jamila, 2003).

Penggunaan pupuk anorganik sebaiknya dikombinasikan dengan penggunaan pupuk organik atau pupuk hayati. Melalui sistem ini kesuburan tanah dapat dikembalikan sehingga daur ekologis di dalam tanah dapat kembaliberlangsung dengan baik. Melalui cara ini maka penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi. Menurut Mugnisjah (2008) dalam Farida (2011), menyatakan bahwa, konsep pertanian yang mengupayakan keberkelanjutan dengan meminimalkan masukan dari luar serta memperhatikan dampak negatif dari kegiatan pertanian. Penambahan bahan organik ke dalam tanah berupa pupuk kandang dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Caiyan, 2012). Selain itu dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengefektifkan pemupukan seperti penambahan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA). Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) dapat meningkatkan serapan hara N, P, K dalam tanah sehingga dapat mencukupi kebutuhan hara tanaman. Akar tumbuhan yang bersimbiosis dengan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) lebih efisien dalam penyerapan air dan unsur hara dibandingkan dengan akar tumbuhan yang tidak bersimbiosis dengan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) (Gange, 2000). Kandungan bahan organik yang semakin tinggi akan mempengaruhi kemampuan hifa eksternal untuk

menginfeksi akar tanaman. Melalui peningkatan infeksi pada akar, maka dapat meningkatkan serapan unsur hara tanaman sehingga kebutuhan hara tanaman dapat tercukupi dengan baik. Kecukupan unsur hara tersebut mampu membantu pembentukan bagian vegetative tanaman termasuk luas daun. Semakin lebar luas daun, maka semakin banyak klorofil yang dihasilkan. Banyaknya klorofil (sel hijau daun) pada daun dapat meningkatkan proses fotosintesis. Oleh karena itu dengan optimumnya fotosintat yang dihasilkan akan meningkatkan biomassa tanaman, sehingga meningkatkan produksi tanaman jagung.

Sementara itu pada penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono (2014) menunjukkan bahwa pemberian mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap infeksi akar tanaman, sedangkan pemberian pupuk organik tidak berpengaruh nyata serta tidak terjadi interaksi antara mikoriza dan pupuk organik. Begitupun dengan tinggi tanaman yang menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap pemberian mikoriza, sedangkan pupuk organik tidak berpengaruh nyata serta tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan.

Pupuk organik memiliki keuntungan mampu meningkatkan keadaan fisika, kimia, dan biologi pada suatu tanah. Penggunaan pupuk organik selain diaplikasikan secara mandiri dapat juga diaplikasikan bersama mikoriza. Penambahan mikoriza pada budidaya tanaman memberikan manfaat yang tinggi. Penggunaan mikoriza mampu meningkatkan produksi tanaman pada lingkungan cekaman. Penelitian Purnomo (2008) menunjukkan bahwa penggunaan *Gigaspora margarita* dan *Acaulospora* sp mampu meningkatkan produksi tanaman cabai pada kondisi cekaman Al (aluminium). Mikoriza berperan dalam memperbaiki kondisi lingkungan, hal ini dibuktikan pada penelitian Omon (2008) bahwa mikoriza mampu meningkatkan persentase hidup tanaman meranti merah yang digunakan pada rehabilitasi lahan hutan di Kalimantan Timur. Mikoriza dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang kurang sesuai bagi pertumbuhannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Setiyadi (2011) yang menunjukkan bahwa jenis mikoriza *Gigaspora margarita*, *Acaulospora* sp, dan *Glomus* sp. mampu bertahan pada kondisi lahan pasca pertambangan nikel.

2.12 Interaksi Pupuk Kandang dan Cendawan Mikoriza terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman

Perlakuan pemberian pupuk hayati yang dikombinasikan dengan mikoriza dapat memberikan intensitas serangan kecil yang disebabkan oleh patogen terhadap tanaman. Hal ini diduga karena ada kombinasi fungsi antara pupuk hayati dan mikoriza untuk perlindungan tanaman. Pupuk hayati memberikan perlindungan dari bagian dalam tanaman dan mikoriza melindungi bagian luar dari tanaman, khususnya pada area perakaran tanaman. Pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diaplikasikan pada tanaman akan mengkoloni bagian akar untuk melindungi akar dari serangan patogen dan merombak bahan organik, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman. Sedangkan mikoriza selain membantu penyerapan hara juga mampu merangsang akar tanaman membentuk fitoaleksin untuk menghambat patogen (Sudana dan Lotrini, 2005).

Imas et al (1993) menyatakan bahwa struktur mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya patogen akar. Terbungkusnya permukaan akar oleh mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan hama dan penyakit. Infeksi patogen akar terhambat. Tambahan lagi mikoriza menggunakan semua kelebihan karbohidrat dan eksudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen.

2.13 Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos terhadap Pertumbuhan Tanaman

Kompos salah satu dari pupuk organik yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas lahan. Tanaman yang tidak diberi kompos pertumbuhan tanaman kurang baik, karena pada tanah tersebut tidak ada perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, akan berdampak terhadap pertumbuhannya kurang optimal. Salah satu unsur penting yang dihasilkan oleh pupuk Kompos yakni unsur N, peran unsur N sangat penting bagi tanaman dalam pembentukan asam amino, protein, asam nukleat dan klorofil.

Unsur N membantu merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, khususnya pada batang, cabang, dan juga daun. Bucman dan Brady (1982) menyatakan bahwa unsur hara N mempunyai efek yang paling menonjol pada tanaman karena N cenderung meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan daun,

serta meningkatkan kandungan protein. Lebih lanjut dikemukakan oleh Foth (1994) bahwa kelimpahan nitrogen mendorong pertumbuhan yang cepat dengan perkembangan daun, batang yang lebih besar mendorong pertumbuhan vegetatif.

Menurut Sutejo (2004) fungsi dari N dalam tanaman juga dapat mempercepat pertumbuhan akar semai, dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa pada umumnya dan mempercepat pembungaan.

Pertumbuhan tanaman tanpa pemberian kompos akan tertekan, dikarenakan tidak adanya penambahan bahan organik di dalam tanah, sehingga kondisi tanah kurang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman, maka peningkatan jumlah biji tidak terlalu optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Dwijosaputro (1997) tanaman tumbuh subur apabila unsur yang diperlukan cukup tersedia dan berada dalam dosis yang sesuai untuk diserap tanaman, sehingga mampu memberikan hasil lebih baik bagi tanaman.

2.14 Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang dan Kompos terhadap Serangan Penyakit pada Tanaman

Selain menggunakan pestisida juga dapat dilakukan dengan memperkuat jaringan tanaman dengan teknik pemupukan, sebagaimana di-kemukakan Abdulrachman dan Yulianto (2001), mengatakan bahwa pemberian pupuk NPK pada tanaman padi dapat menurunkan intensitas penyakit bercak daun cokelat dari 57,81% menjadi 32,05% dan penyakit bercak bergaris dari 8,55% menjadi 2,48%. Suryadi (1995) juga melaporkan bahwa pemberian pupuk K pada tanaman padi juga dapat menurunkan intensitas penyakit hawar daun 20-30% dibanding tanpa pemberian pupuk K. Pemberian pupuk kandang juga mampu menekan intensitas serangan penyakit busuk batang panili yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* dari 88% menjadi 52% dan lebih baik dari penggunaan pestisida nabati produk cengkeh (Hasnah et al. 1997).

Pupuk organik (pupuk kandang dan kompos), diketahui mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, selain itu bahan organik merupakan nutrisi dari mikroba tanah sehingga dengan pemberian pupuk organik populasi mikroba tanah akan meningkat, dengan demikian akan terjadi kompetisi dengan mikroba patogen baik terhadap ruang maupun nutrisi untuk memperoleh energi, selain itu diantara mikroba tanah ada yang bersifat antagonis dan menghasilkan

antibiotik sehingga dapat menghambat aktifitas mikroba pato-gen yang akan menginfeksi tanaman nilam. Hal yang senada dikemukakan oleh Subba Rao (1994) mengatakan bahwa pada tanah yang diberi pupuk kandang dapat meningkatkan popu-la-si mikroba tanah seperti *Actynomy-cetes* mencapai lebih dari 200 juta/g tanah. Diantara mikroorganisme ta-nah tersebut bersifat antagonis dan dapat menghasilkan antibiotik seperti griseofulvin dihasilkan oleh *Peni-cillium griseofulfum*, kandisidin diha-silkan oleh *Streptomyces griseus* dan aureofungin dihasilkan oleh *Strepto-verticillium cinnamomeum* yang merupakan antibiotik anti jamur yang memiliki spektrum lebar, diantaranya berperan dalam mengendalikan pe-nyakit tanaman. Hasil penelitian lain dilaporkan Zhang et al. (1998), bahwa penyemprotan ekstrak kompos kulit pinus pada tanaman melon dan arabidopsis menunjukkan adanya resistensi terinduksi terhadap serang-an patogen *Colletotrichum orbiculare* penyebab penyakit antraknose. Pemberian pupuk kandang juga mampu menekan intensitas serangan penyakit busuk batang panili yang disebabkan oleh jamur *F. oxysporum* dari 88 menjadi 52% dan lebih baik dibanding penggunaan pestisida nabati produk cengkeh (Hasnah et al. 1997).

Pemberian pupuk kandang dan kompos dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro tanah, semua unsur tersebut akan mem-berikan kebutuhan hara yang cukup baik bagi tanaman, sehingga tanam-an nilam menjadi lebih kuat. Yufdi dan Ernawati (1990), melaporkan bahwa dalam pupuk kandang sapi terdapat unsur K yang relatif tinggi (87,57 ppm), P 1,5 ppm dan N 0,1%, selain itu juga terdapat unsur mikro seperti Ca, Mg dan Na yang sangat penting untuk mempertahankan ke-seimbangan hara dalam tanah. Kemudian Mahmud dan Mirin (1987) menyatakan pula bahwa pemberian pupuk K dapat mempengaruhi kese-imbangan hara N dan P, bila keseim-bangan hara ini tercapai akan mem-berikan kekerasan jaringan sehingga tanaman menjadi kuat dan memberi-kan ketahanan terhadap serangan penyakit. Dengan demikian pemberi-an pupuk NPK, pupuk kandang dan kompos pada tanaman nilam menyebabkan tanaman menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap serangan penyakit budok. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Sanchez (1976), bahwa pemberian pupuk organik (pupuk kandang) dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman. Barber (1984) mengatakan bahwa adanya proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik menghasilkan

sejumlah hara dengan bantuan peran mikro organisme tanah, unsur-unsur hara seperti Ca, Mg, dan K menjadi bentuk tersedia yang dapat diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman.



3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada Bulan September 2018 sampai dengan Maret 2019.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan antara lain cetok, *polybag*, papan, spidol permanen, meteran, alat tulis, cawan Petri diameter 10 cm, tabung reaksi, Labu Erlenmeyer, mikropipet, jarum Ose, pinset, bunsen, *Laminar air flow cabinet*, *autoclave*, suntikan 10 ml, korek api, sendok, *object glass*, *cover glass*, Mikroskop, sendok pengaduk, pisau, gunting, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah pasir minim hara yang sudah dicuci, bibit tembakau, mikoriza, isolat jamur *Phytophthora nicotianae*, pupuk kompos, pupuk kandang, air, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), aquades, aquades steril, tisu steril, spirtus, mikrotube, dan *plastic wrap*, methanol, dan natrium asetat.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan penyediaan pasir sebagai media tanam. Pasir yang digunakan sebelumnya sudah dicuci sehingga minim kandungan unsur hara. Pasir kemudian diisi nutrisi tanam melalui pupuk. Penanaman, inokulasi penyakit, serta pengamatan dilakukan pada *polybag* yang diletakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Perekaman gambar secara mikroskopik dilaksanakan di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL-F) dengan dua faktor, yang pertama yaitu campuran pupuk kandang kambing pada media tanam yang terdiri atas 3 taraf, yaitu 50 g; 100 g; dan 250 g/ *polybag*. Yang kedua yaitu waktu inokulasi cendawan mikoriza mikoriza dengan 2 taraf yaitu inokulasi pada saat pindah tanam dan 7 HSPT (Hari Setelah Pindah Tanam). Dosis pemberian cendawan mikoriza ialah sebanyak 50 g/ *polybag*. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak enam kali sehingga terdapat 36 satuan

percobaan. Parameter utama yang diamati adalah intensitas penyakit, masa inkubasi, dan pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, diameter batang), serta parameter lanjutan adalah pengamatan mikroskopik penyakit dan pertumbuhan gejala penyakit.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media Tanam

Media tanam merupakan pasir yang telah dicuci yang diberi campuran pupuk kompos sebanyak 500 g per *polybag*. Tanaman dengan perlakuan mengandung komposisi yang berbeda disesuaikan dengan jumlah dosis pupuk kandang ayam dan mikoriza yang telah ditentukan sebelumnya.

3.4.2 Penanaman Bibit Tembakau

Bibit yang digunakan ialah tembakau varietas gagang sisi yang memiliki kriteria sehat, batang agak keputihan kira-kira sebesar pensil, berumur 40 hari, serta panjang rata-rata 5 cm. Bibit ditanam pada *polybag* ukuran 40x50 cm yang sudah diberikan media tanam dengan komposisi yang telah diatur sebelumnya. Penanaman dilakukan dengan cara memasukan akar bibit kedalam lubang tanam dan setelah yakin akar bibit dalam keadaan lurus kemudian ditutup dengan tanah yang ada disekitarnya. Penanaman dilakukan sore hari agar bibit tidak layu karena udara lingkungan yang panas.

3.4.3 Inokulasi Jamur *Phytophthora nicotianae* pada tembakau

Isolat yang digunakan didapatkan dari Balittas Karangploso Malang. Inokulasi penyakit dilakukan pada saat umur tanaman 7 hari setelah pindah tanam. Hal ini dilakukan untuk memberikan kesempatan pada bibit untuk beradaptasi pada lingkungan yang baru. Inokulasi dilakukan dengan cara disuntikan di bagian batang dan diberi isolat Jamur *Phytophthora nicotianae* dengan dosis 0,5 ml. Teknik menyuntik dilakukan secara miring dengan kedalaman kurang lebih 0,5 cm agar jarum suntik bisa dengan tepat menyentuh bagian pembuluh batang.

3.4.4 Perawatan Tanaman

Perawatan tanaman dilakukan secara berkala dengan cara penyiraman serta penyiangan pada media yang ditumbuhi gulma.

3.4.5 Pengamatan

1. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan meteran mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh pucuk semai. Pengukuran tinggi dan jumlah daun dimulai setelah tanaman berumur 14 hari setelah pindah tanam dan pengukuran selanjutnya dilakukan setiap 7 hari sebanyak 6 kali pengamatan. Pengukuran dilakukan terhadap semua unit percobaan. Kriteria yang dihitung adalah jumlah daun yang sudah terbentuk sempurna.

2. Pengamatan Diameter batang

Pengukuran diameter batang dilakukan dengan cara menghitung lingkaran batang dan kemudian dikonversi menjadi diameter. Bagian yang diamati yaitu pada pangkal batang dikarenakan bagian tersebut merupakan bagian yang sudah terdeferensiasi sehingga cenderung tidak akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan sel dan paling berpotensi terkena gejala penyakit lanas. Selain itu pangkal batang merupakan bagian tanaman yang akan mengalami gejala penyakit lanas setelah daun. Adapun rumus konversi keliling ke diameter adalah:

$$\text{Diameter} = \frac{\text{Keliling}}{\pi} ; \pi = 3,14$$

Pengamatan dilaksanakan setelah tanaman berumur 1 minggu setelah pindah tanam dan pengukuran selanjutnya dilakukan pada hari ke-49 setelah pindah tanam. Pengukuran dilakukan terhadap semua unit percobaan.

3. Pengamatan Intensitas Penyakit

Tingkat serangan (insiden) dan intensitas diamati pada semua tanaman, dilakukan pada saat tanaman berumur 14 hari setelah pindah tanam (hspt) jamur *Phytophthora nicotianae* dengan interval pengamatan seminggu sekali.

Penentuan intensitas serangan gejala virus digunakan rumus (Dolores 1996) sebagai berikut: dimana: I = Intensitas gejala serangan; n = Jumlah tanaman yang termasuk ke dalam skala gejala tertentu; v = Nilai skor gejala tertentu; N = Jumlah tanaman yang diamati; V = Nilai skor keparahan gejala tertinggi.

Skor keparahan gejala diklasifikasikan sebagai berikut: 0 = Tanaman tidak menunjukkan gejala (sehat) (0%); 1 = Tanaman menunjukkan gejala ringan (1–25%); 2 = Tanaman menunjukkan gejala sedang, dan bercak terlihat jelas (kontras).

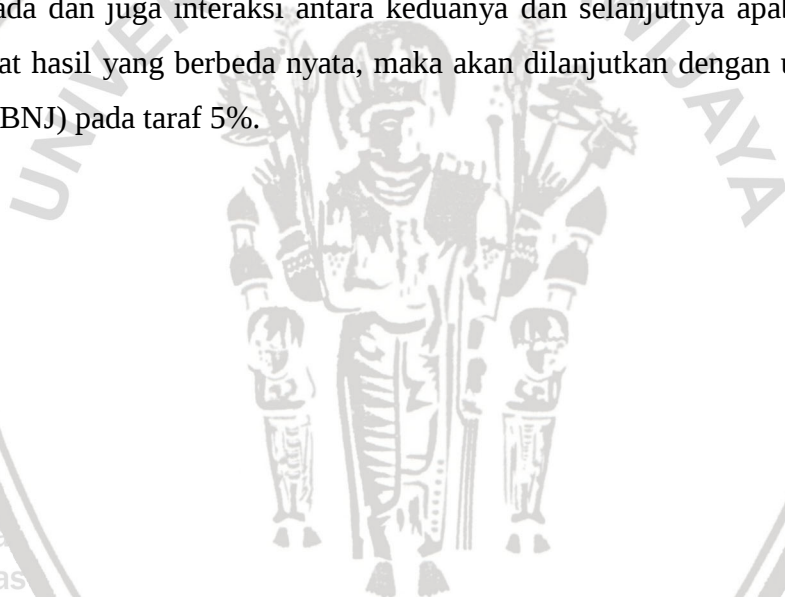
(> 25–50%); 3 = Tanaman menunjukkan gejala nekrosis, bercak terlihat jelas (kontras) dan terjadi perubahan bentuk pertumbuhan (> 50–75%); 4 = Tanaman menunjukkan gejala nekrosis berat, perubahan warna daun terlihat jelas (kontras), terjadi perubahan bentuk pertumbuhan, dan tanaman kerdil (> 75–100%).

1. Pengamatan Masa Inkubasi Penyakit

Pengamatan masa inkubasi penyakit dilakukan dengan cara mencatat waktu munculnya gejala pada tanaman. Dimulai pada saat 2 hari setelah inokulasi penyakit *Phytophthora nicotianae* pada seluruh satuan percobaan.

3.5 Analisis Data

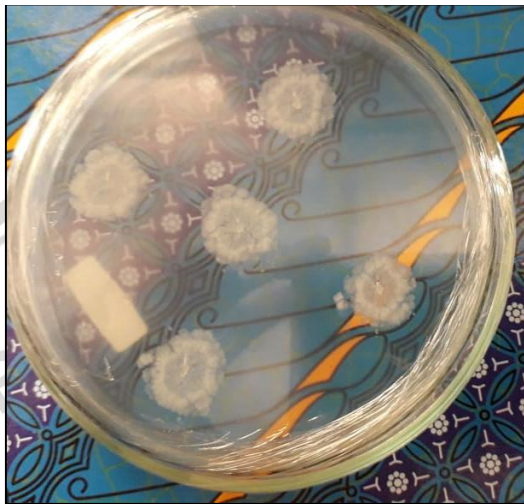
Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RAL-F) dengan mengacu pada signifikansi pada dua faktor yang ada dan juga interaksi antara keduanya dan selanjutnya apabila pada uji F terdapat hasil yang berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jelas (BNJ) pada taraf 5%.



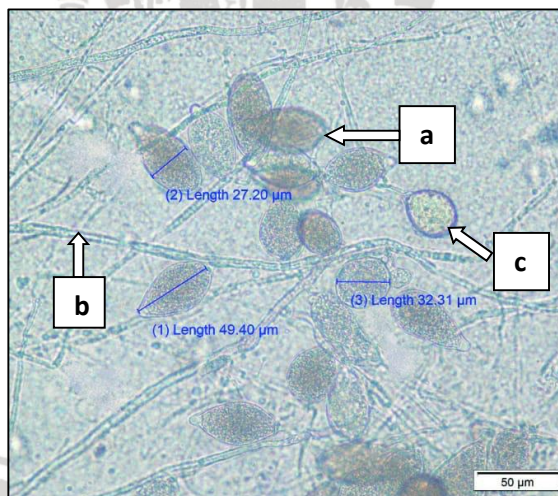
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolat *Phytophthora nicotianae*

Berdasarkan pengamatan mikroskopis yang dilakukan pada isolat *Phytophthora nicotianae* menunjukkan adanya beberapa kenampakan morfologi jamur diantaranya ialah hifa, zoosporangia, dan chlamydospora (Gambar 9).



Gambar 8. Isolat *Phytophthora nicotianae*



Gambar 9. Kenampakan mikroskopis *Phytophthora nicotianae* (a). Zoosporangia (b). Hifa (c). Chlamydospora

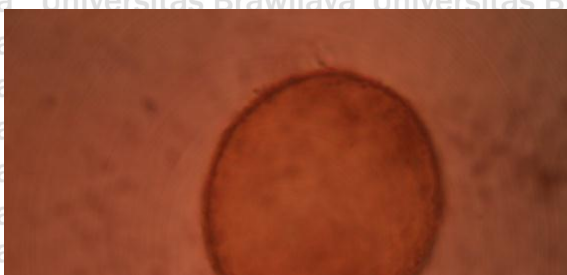
Hifa jamur terlihat transparan, tidak memiliki sekat dan memiliki banyak cabang, berukuran kurang lebih 5 mikrometer. Ciri ini sesuai dengan pernyataan Gallup *et al.*, (2006) yang menyatakan bahwa jamur *Phytophthora nicotianae* memiliki ciri yaitu hifa jamur ini tidak bersekat, bercabang banyak, dan tidak berwarna. Selain itu dapat pula dilihat zoosporangia yang memiliki ukuran lebar

sekitar 27 mikrometer dan panjang kurang lebih 50 mikrometer. Matondang (2013) menyatakan bahwa pada kondisi yang sangat lembab, jamur membentuk sporangium (zoosporangium) dalam jumlah banyak dengan ukuran berkisar antara 32 μm sampai 52 μm untuk panjang dan 29 μm sampai 41 μm untuk lebar. Berbentuk menyerupai buah pir (*pyriform*) dengan sebuah papil (tonjolan) yang jelas. Sporangium tersebut memiliki dua tipe perkecambahan, yakni secara langsung dengan membentuk hifa infektif atau pembuluh kecambah dan secara tidak langsung dengan membentuk spora kembara (zoospora). Kondisi tanah yang jenuh air, akan menstimulir sporangia untuk melepas spora kembara yang merupakan propagul infektif primer. Produksi spora kembara ini secara efektif terjadi pada kisaran suhu antara 20°C-30°C. Spora kembara memiliki dua buah flagella dan dapat berenang dalam air, bahkan melalui lapisan tipis air (*water film*). Dengan mekanisme kimiawi, spora kembara mampu menemukan akar tanaman inang untuk kemudian melakukan penetrasi ke dalam jaringan tanaman.

Pada pengamatan terlihat pula adanya klamidospora yang berbentuk bulat dan memiliki dinding yang jelas terlihat. Lucas (1985) mengungkapkan bahwa klamidospora merupakan spora istirahat dengan bentuk bulat berwarna kecokelatan yang memiliki dinding agak tebal dengan diameter 21-39 μm , yang merupakan struktur aseksual dari *P. nicotianae*. Klamidospora tersebut berada pada bagian ujung atau tengah-tengah hifa. Klamidospora akan berkecambah membentuk hifa baru pada kondisi tanah yang lembab dan hangat.

4.2 Pengamatan Mikoriza

Dari pengamatan yang dilakukan, dapat teridentifikasi bahwa jenis mikoriza yang digunakan ialah *Glomus* Sp. Genus ini dicirikan dengan sporanya yang berbentuk tunggal dan terpisahkan dari hifanya oleh sebuah sekat. Pattimahu (2004) menyampaikan bahwa ciri dari genus ini ialah memiliki khlamidospora. Pembentukannya biasanya terminal, namun dapat pula pembentuk spora intercalary dan spora-spora yang mempunyai lebih dari satu umbai basal. Dinding sporanya dapat tunggal atau ganda. Pada spora masak berisi bercak-bercak cairan minyak yang ukurannya dapat beragam. Pada spora masak, isi spora terpisah dari umbai hifa oleh suatu septum atau terpisah oleh tebalnya dinding spora.





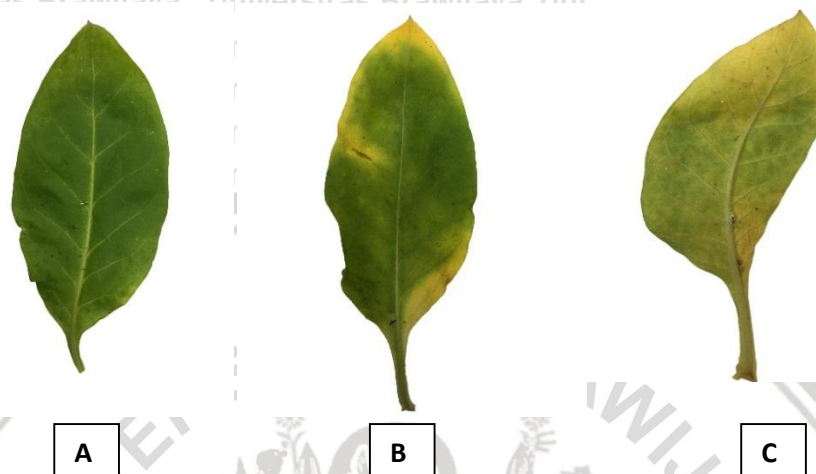
Gambar 10. Kenampakan Mikroskopis *Spora Glomus sp.*; a. Dinding spora, b. Dudukan hifa

Glomus sp. adalah genus mikoriza dari family Glomeraceae. *Glomus* sp. adalah genus yang memiliki keberagaman jenis tertinggi dari yang lain. Beberapa ciri khas dari genus ini yaitu spora terbentuk secara tunggal ataupun berpasangan dua pada terminal hifa nongametangium yang tidak berdiferensiasi dalam sporocarp. Pada saat dewasa spora dipisahkan dari hifa pelekut oleh sebuah sekat. Spora berbentuk globose, sub-globose, ovoid, ataupun obovoid dengan dinding spora terdiri dari lebih dari satu lapis, berwarna hyaline sampai kuning, merah kecoklatan, coklat, dan hitam, berukuran antara 20–400 μm (Morton & Benny 1990; INVAM 2013). Pada genus *Glomus*, proses perkembangan spora adalah dari ujung hifa yang membesar sampai mencapai ukuran maksimal dan terbentuk spora (Gambar 9). Spora *Glomus* berbentuk bulat dan jumlahnya banyak. Dinding spora berjumlah satu, seluruh lapisan yang ada pada dinding spora berasal dari dinding hifa pembawa. Permukaan dinding spora halus tidak memiliki ornamen. Ada dudukan hifa (subtending hyphae) lurus berbentuk silinder (INVAM, 2013).

4.3 Pengamatan Gejala

Gejala awal di daun pada umumnya terdapat pada daun pasir (daun bagian bawah). Dimulai dengan adanya bercak kekuningan yang muncul dari satu sisi kemudian menyebar ke sisi yang tidak beraturan dan akhirnya gejala mendominasi hampir seluruh bagian daun. Bercak pada daun berwarna kuning atau coklat kehitaman, menyebar tidak beraturan tetapi seringkali membentuk pola membulat. Selain munculnya bercak, tanaman yang terserang cendawan *Phytophthora nicotianae* juga mengalami kelayuan, basah dan strukturnya sangat lemas. Oleh

karenanya serangan ini juga dikenal sebagai penyakit busuk basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala penyakit ini selalu dimlai dari bagian daun pada tanaman, khususnya daun bagian bawah/ daun pasir walaupun secara ilmiah penyakit ini mampu menyerang seluruh bagian tanaman.



Gambar 11. Gejala *P. Nicotianae* pada daun tembakau; a. Gejala ringan (0-15%), b. Gejala Sedang (25%), c. Gejala Kontras (50-75%)

Selain pada daun, gejala juga terlihat pada batang. Hanya saja jumlahnya jauh lebih sedikit daripada gejala yang terlihat pada daun. Gejala pada batang menunjukkan adanya perubahan warna pada batang menjadi coklat kehitaman, lembab, seperti busuk namun masih bisa mempertahankan tegaknya tanaman.

Penampang membujur pada batang (gambar 9) memperlihatkan adanya kenampakan yang tidak normal hampir pada seluruh jaringan yang ada pada batang.

Bagian dalam batang berubah warna menjadi kehitaman, jaringan pembuluh terlihat bersekat. Kemudian serangan patogen di bagian akar tanaman tembakau, akan menimbulkan gejala berupa kelayuan seluruh daun secara serentak, dikarenakan adanya hambatan pengangkutan air dalam pembuluh kayu. Sedangkan penetrasi patogen melalui daun, menimbulkan gejala berbentuk bercak pada daun tembakau.

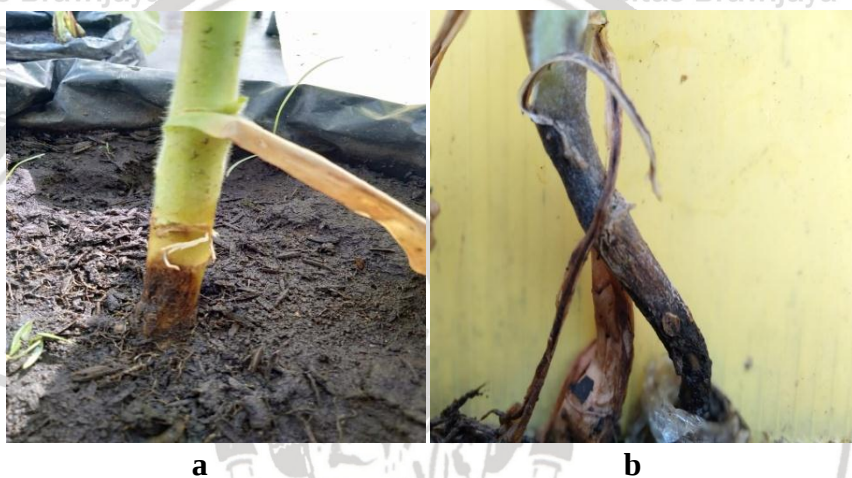
Bercak tersebut dapat menyebar hingga ke bagian batang apabila daun terinfeksi tidak segera disingkirkan. (Semangun, 2000).

Penelitian yang dilakukan oleh Hartana (1978) membuktikan bahwa penyakit lanas terutama menyerang akar dan pangkal batang, namun dapat juga menyerang daun. Bahkan umumnya daun lebih peka terhadap serangan jamur ini.

Daun bibit yang terserang menjadi busuk basah. Penyebaran penyakit ini dapat dipembibitan sangat dibantu oleh kelembaban yang tinggi. Bibit yang terserang hebat akan layu dalam waktu singkat, menampilkan gejala seperti disiram air panas.

Di pertanaman menimbulkan kelayuan, karena adanya pembentukan tilose dan blendok (gum) yang menyumbat pembuluh – pembuluh yang mengangkut air.

Tanaman dewasa seringkali mengalami serangan pada daunnya, menimbulkan lanas bercak. Bercak - bercak yang terjadi berwarna coklat kehitaman, agak kebasah - basahan. Bercak ini sering menunjukkan gambaran seperti cincin berwarna gelap dan terang. Lanas bercak ini dapat menjalar ke batang dan mematikan tanaman.



Gambar 12. Batang tembakau dengan gejala serangan jamur *Phytophthora nicotianae*; a. Gejala ringan b. Gejala dengan nekrosis berat

Serangan patogen di bagian akar tanaman tembakau, akan menimbulkan gejala berupa kelayuan seluruh daun secara serentak, dikarenakan adanya hambatan pengangkutan air dalam pembuluh kayu. Sedangkan penetrasi patogen melalui daun, menimbulkan gejala berbentuk bercak pada daun tembakau. Bercak tersebut dapat menyebar hingga ke bagian batang apabila daun terinfeksi tidak segera disingkirkan. Gejala serangan jamur *P. nicotianae* pada daun tembakau disebut dengan lanas bercak (Semangun, 2000)

Menurut Budiman (2013), gejala serangan penyakit lanas pada tanaman tembakau dapat dibagi ke dalam 3 tipe, yaitu : Tipe 1; daun tanaman yang masih berwarna hijau mendadak terkulai layu dan akhirnya mati, pangkal batang yang berada dekat permukaan tanah membusuk dan berwarna cokelat yang apabila dibelah akan tampak bagian empulur tanaman ‘mengamar’, Tipe 2; daun tanaman terkulai kemudian menguning, tanaman menjadi layu dan mati, Tipe 3; muncul

gejala nekrosis berwarna gelap terang dan apabila daun yang telah dipanen diproses maka warnanya akan menjadi lebih cokelat dibandingkan daun yang normal.

4.4 Intensitas Penyakit

Dari perlakuan kombinasi waktu pemberian mikoriza dan dosis pupuk kandang diperoleh hasil yang menunjukkan adanya interaksi diantara faktor, yaitu waktu pemberian mikoriza dan dosis pupuk kandang terhadap intensitas penyakit pada umur 49 Hari Setelah Pindah Tanam (Tabel 4). Pada hari pengamatan lainnya perlakuan mikoriza dan dosis pupuk kandang masing-masing memberikan pengaruh terhadap intensitas penyakit tetapi tidak terjadi interaksi diantara kedua faktor tersebut (Tabel 5).

Tabel 3. Rerata Intensitas Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14-42 hspt.

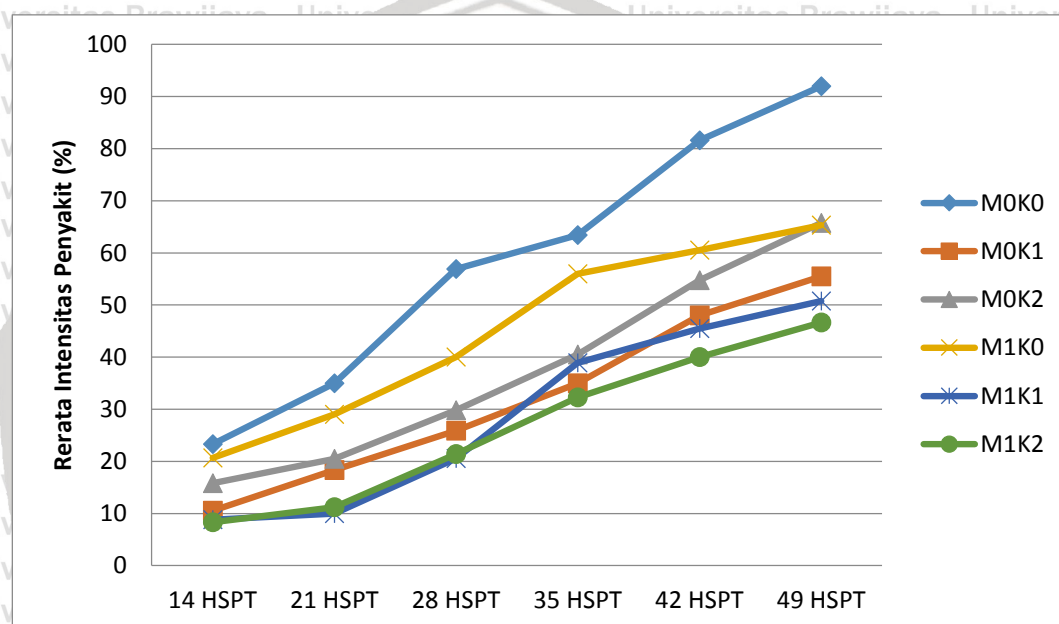
Perlakuan	Intensitas penyakit (%)				
	14 HSPT	21 HSPT	28 HSPT	35 HSPT	42 HSPT
Mikoriza					
7 Hari setelah pindah tanam	16,55	26,40 b	38,10 b	46,30	61,44 b
Saat pindah tanam	12,61	16,72 a	27,31 a	42,39	48,67 a
BNJ 5%	tn	9,40	10,46	tn	10,10
Pupuk Kandang					
(50 g tan ⁻¹)	22,00 b	32 b	48,44 b	59,71 b	71,04 b
(100 g tan ⁻¹)	9,67 a	14,17 a	23,22 a	36,96 a	46,75 a
(250g tan ⁻¹)	12,08 a	15,83 a	25,59 a	36,37 a	47,37 a
BNJ 5%	10,36	11,51	12,81	13,32	12,38

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam, tn=tidak nyata.

Tabel 4. Intensitas Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang pada Umur Pengamatan 49 hspt.

Mikoriza	Tinggi tanaman (cm tan ⁻¹)		
	Pupuk Kandang		
	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	92 c	55,5 ab	65,75 b
Saat pindah tanam	65,33 b	50,75 ab	46,67 a
BNJ 5 %		17,20	
KK		15,76	

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.



Gambar 13. Grafik perkembangan intensitas penyakit pada seluruh pengamatan

Pada umur 14 HSPT intensitas penyakit dengan perlakuan pemberian mikoriza saat pindah tanam menunjukkan hasil terbaik dengan persentase 12,61% dibandingkan dengan intensitas penyakit pada perlakuan pemberian mikoriza 7 hari setelah pindah sebesar 16,55%. Sementara itu perlakuan pupuk kandang 100 g tan⁻¹ memberikan persentase intensitas penyakit paling rendah dari pada perlakuan pupuk kandang 50 g dan 250 g.

Hasil penelitian pada umur 21 HSPT, pupuk kandang 100 g menunjukkan hasil paling baik dengan 14,17%, tidak berbeda signifikan dengan perlakuan 250 g yang menunjukkan hasil sebesar 15,38%. Sedangkan serlakuan pupuk kandang 50 g menunjukkan persentase intensitas penyakit sebesar 32% dan berbeda secara signifikan dengan dua perlakuan pupuk kandang lainnya. Sementara itu pada perlakuan mikoriza menunjukkan intensitas penyakit terendah pada pemberian saat

pindah tanam dengan hasil sebesar 16,72 %. Bepengaruhi secara signifikan dengan aplikasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dengan rerata intensitas penyakit sebesar 26,4 %.

Tabel hasil analisis 28 hspt menunjukkan adanya pengaruh pada setiap perlakuan. Pada perlakuan mikoriza, aplikasi cendawan saat pindah tanam menunjukkan intensitas penyakit terendah dengan 27,31 %. Berpengaruh secara signifikan dengan aplikasi cendawan 7 hari setelah pindah tanam yang menunjukkan hasil sebesar 28,10%. Sementara hasil penelitian pada perlakuan pupuk kandang menunjukkan intensitas penyakit terendah pada aplikasi 100 g sebesar 23,22%, yang dimana tidak berbeda secara signifikan dengan aplikasi 250 g (25,59%), dan berpengaruh secara signifikan terhadap aplikasi 50 g dengan rerata intensitas sebesar 48,44%.

Pengamatan pada umur 35 HST menunjukkan bahwa perlakuan waktu aplikasi mikoriza tidak memperlihatkan adanya perbedaan nilai secara signifikan. Sementara itu secara terpisah perlakuan pupuk kandang dengan dosis 250 g menunjukkan hasil terbaik dengan intensitas penyakit sebesar 36,37%, tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan 100 g dan berbeda secara signifikan dengan perlakuan 50 g yang menunjukan hasil sebesar 59,71%.

Pengamatan yang dilakukan pada 42 HSPT menunjukkan adanya signifikansi pada masing-masing faktor secara terpisah. Pengamatan pada perlakuan mikoriza menunjukkan hasil terbaik pada aplikasi saat pindah tanam dengan intensitas penyakit sebesar 48,67%, berbeda secara signifikan dengan aplikasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dengan intensitas penyakit sebesar 61,44% (tabel 7). Pada perlakuan pupuk kandang, hasil menunjukkan intensitas terendah terdapat pada aplikasi 100 g dengan 46,75%. Menghasilkan nilai yang sama dengan perlakuan pupuk kandang 250 g, dan berbeda nyata dengan perlakuan 50 g.

Pada pengamatan terakhir (49 HSPT) menunjukkan adanya interaksi diantara faktor perlakuan mikroza dan pupuk kandang. Intensitas penyakit paling rendah terlihat pada kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan pupuk kandang 250 g dengan hasil sebesar 46,67%. kombinasi perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan pupuk kandang 250 g menunjukkan hasil sebesar 65,75%,

sama dengan kombinasi perlakuan M1K0, M0K1, dan M1K1 (Tabel 4). Sementara itu perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk 50 g menunjukkan intensitas penyakit tertinggi sebesar 92% dan berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya.

4.5 Pengaruh Perlakuan terhadap Intensitas Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi nyata antara perlakuan waktu aplikasi cendawan mikoriza dan dosis pupuk kandang kotoran terhadap intensitas penyakit tanaman pada umur 49 Hari Setelah Pindah Tanam (HSPT). Namun, pada umur 14-42 HSPT tidak terjadi interaksi nyata antara perlakuan mikoriza dengan pupuk kandang pada intensitas penyakit. Pada seluruh tahap pengamatan dapat dilihat bahwa perlakuan dengan hasil intensitas penyakit terendah pada perlakuan pupuk kandang ada pada dosis 100 g/ *polybag* dan pemberian mikoriza disaat pindah tanam.

Analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa hasil optimal pada perlakuan dosis pupuk kandang ada pada perlakuan 100 g/*polybag* dan 250 g/*polybag*. Kedua perlakuan tersebut menunjukkan hasil yang sama atau berbeda secara tidak signifikan. Pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk kandang 50 g menunjukkan perlakuan dengan hasil intensitas penyakit tertinggi. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa penggunaan pupuk kandang memengaruhi tingkat insidensi dan intensitas penyakit, dan pada tingkat dosis yang berbeda dapat memengaruhi tingkat keparahan serangan penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*).

Pupuk kandang diketahui mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, selain itu bahan organik merupakan nutrisi dari mikroba tanah sehingga dengan pemberian pupuk organik populasi mikroba tanah akan meningkat, dengan demikian akan terjadi kompetisi dengan mikroba patogen baik terhadap ruang maupun nutrisi untuk memperoleh energi, selain itu diantara mikroba tanah ada yang bersifat antagonis dan menghasil-kan antibiotik sehingga dapat menghambat aktifitas mikroba pato-gen yang akan menginfeksi tanaman nilam. Hal yang senada dikemukakan oleh Subba Rao (1994) mengatakan bahwa pada tanah yang diberi pupuk kandang dapat meningkatkan populasi mikroba tanah seperti Actinomycetes mencapai lebih dari 200 juta/g tanah. Diantara mikroorganisme ta-nah tersebut

bersifat antagonis dan dapat menghasilkan antibiotik seperti griseofulvin dihasilkan oleh *Penicillium griseofulvum*, kandsidin dihasilkan oleh *Streptomyces griseus* dan aureofungin dihasilkan oleh *Streptoverticillium cinnamomeum* yang merupakan antibiotik anti jamur yang memiliki spektrum lebar, diantaranya berperan dalam mengendalikan penyakit tanaman. Selain itu pemberian pupuk kandang dan kompos dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro tanah, semua unsur tersebut akan memberikan kebutuhan hara yang cukup baik bagi tanaman, sehingga tanaman nilam menjadi lebih kuat. Yufdi dan Ernawati (1990), melaporkan bahwa dalam pupuk kandang terdapat unsur K yang relatif tinggi (87,57 ppm), P 1,5 ppm dan N 0,1%, selain itu juga terdapat unsur mikro seperti Ca, Mg dan Na yang sangat penting untuk mempertahankan keseimbangan hara dalam tanah. Dengan demikian pemberian pupuk kandang pada tanaman menyebabkan tanaman menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap serangan penyakit. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Sanchez (1976), bahwa pemberian pupuk organik (pupuk kandang) dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman. Barber (1984) mengatakan bahwa adanya proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik menghasilkan sejumlah hara dengan bantuan peran mikro organisme tanah, unsur-unsur hara seperti Ca, Mg, dan K menjadi bentuk tersedia yang dapat diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Secara terpisah pengamatan pada faktor mikoriza menunjukkan bahwa kedua perlakuan berpengaruh terhadap intensitas penyakit, dengan perlakuan inokulasi mikoriza saat pindah tanam menunjukkan nilai intensitas terendah. Studi pada literatur memberikan keterangan bahwa perbedaan tingkat intensitas penyakit tersebut disebabkan oleh kemampuan mikoriza dalam mencegah penyakit tanaman. Mikoriza yang menginfeksi tanaman, maka akan membentuk hifa eksternal sehingga memperluas permukaan akar dan menghasilkan senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara dalam tanah. Selain itu, cendawan mikoriza dapat pula berfungsi sebagai pelindung dari serangan penyakit tertentu seperti patogen *Phytophthora*, *Phytium*, *Rhizoctonia*, dan *Fusarium*. Perlindungan mikoriza terhadap patogen terjadi karena memanfaatkan karbohidrat lebih banyak dari akar, sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar, menghasilkan antibiotik, dan

memacu perkembangan mikroba saprofitik disekitar perakaran (Talanca dan Adnan, 2005). Selain itu Imas et al (1993) menyatakan bahwa struktur mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi bagi terjadinya patogen akar.

Terbungkusnya permukaan akar oleh mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan hama dan penyakit. Infeksi patogen akar terhambat. Tambahan lagi mikoriza menggunakan semua kelebihan karbohidrat dan eksudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen.

Sementara perbedaan tingkat keparahan penyakit pada kedua perlakuan diduga disebabkan oleh masa inkubasi penyakit *Phytophthora nicotianae* pada tanaman tembakau yang diteliti kurang lebih berlangsung selama 4 sampai 8 hari.

Selaras dengan penelitian Elena (2000) yang menunjukkan bahwa timbulnya gejala awal pada tanaman tembakau dan tomat yang diinokulasi oleh *P. Nicotianae* yang ditandai dengan terjadinya nekrosis pada pangkal batang, dimulai pada hari ketiga sampai dengan keenam setelah inokulasi. Oleh karenanya perlakuan inokulasi mikoriza pada umur 7 hspt diduga lebih rentan karena dimungkinkan sebagian besar tanaman inang sudah terinfeksi oleh *Phytophthora nicotianae*.

Pengamatan pada kombinasi perlakuan menunjukkan bahwa interaksi kedua faktor hanya terjadi pada pengamatan 49 hspt. Akan tetapi data menunjukkan bahwa diantara kombinasi perlakuan menunjukkan pola yang sama yaitu inokulasi mikoriza pada saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa kedua faktor ini memiliki pengaruh terhadap kejadian penyakit pada tanaman. Dikutip dari Sudana dan Lotrini (2005), pemberian pupuk yang dikombinasikan dengan mikoriza dapat mengurangi intensitas serangan yang disebabkan oleh patogen. Hal ini diduga karena ada kombinasi fungsi antara pupuk dan mikoriza untuk perlindungan. Pupuk hayati memberikan perlindungan dari bagian dalam tanaman dan mikoriza melindungi bagian luar dari tanaman, khususnya pada area perakaran tanaman. Pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup yang ketika diaplikasikan pada tanaman akan mengkoloni bagian akar untuk melindungi akar dari serangan patogen dan merombak bahan organik, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pasokan nutrisi utama dari tanaman. Sedangkan mikoriza selain membantu penyerapan hara juga mampu merangsang akar tanaman membentuk

fitoaleksin untuk menghambat patogen.

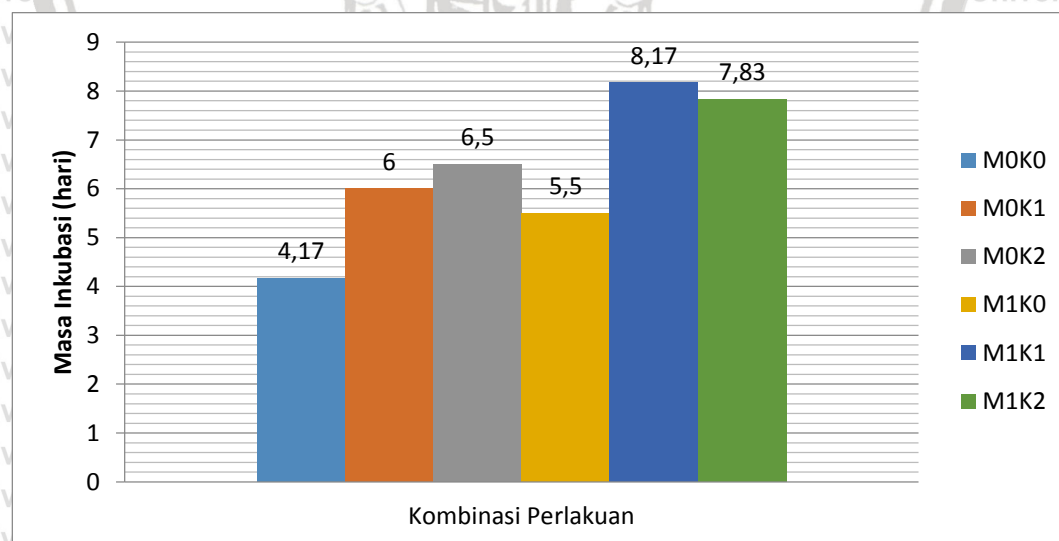
4.6 Masa Inkubasi *Phytophthora Nicotianae*

Hasil pengamatan (tabel 6) menunjukkan adanya interaksi antara faktor mikoriza dan dosis pupuk kandang sehingga berpengaruh terhadap masa inkubasi penyakit. Dapat dilihat bahwa rerata masa inkubasi paling lama terdapat pada kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g. Perlakuan tersebut tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g yang terbukti menunjukkan perbedaan yang signifikan apabila dibandingkan, dengan rerata masa inkubasi selama 4,17 hari.

Tabel 5. Masa Inkubasi Penyakit Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang

Mikoriza	Tinggi tanaman (cm tan ⁻¹)		
	Pupuk Kandang		
	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	4,17 a	6 ab	6,5 ab
Saat pindah tanam	5,5 ab	8,17 b	7,83b
BNJ 5 %	2,71		

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.



Gambar 14. Diagram Masa Inkubasi Penyakit

4.7 Pengaruh Perlakuan terhadap Masa Inkubasi *Phytophthora nicotianae*

Pengamatan menunjukkan adanya pengaruh diantara dua faktor yang ada.

Kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g/ *polybag* menunjukkan masa inkubasi paling lama dengan rerata 8,17 hari. Menghasilkan nilai yang sama dengan kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang sebanyak 250 g, mikoriza saat pindah tanam dan pupuk kandang 50 g, mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan pupuk kandang 250 g, serta mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan 100 g pupuk kandang. Sementara perlakuan inokulasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g menunjukkan hasil yang signifikan dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Data ini menunjukkan bahwa ada interaksi yang berpengaruh yang nyata oleh kedua faktor terhadap masa inkubasi *Phytophthora nicotianae*.

Hasil analisis pada kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g menunjukkan hasil terendah dan berbeda nyata diantara seluruh kombinasi perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan oleh tidak sempurnanya fungsi dari kedua faktor untuk saling bersinergi dalam menghambat infeksi *Phytophthora nicotianae*. Seperti yang diketahui bahwa rerata masa inkubasi *Phytophthora nicotianae* normalnya ialah 4 sampai 6 hari (Sudana dan Lotrini, 2005). Sementara pada kombinasi perlakuan tersebut mikoriza baru diinokulasikan pada 7 hari setelah pindah tanam. Oleh sebab itu diduga mikoriza mengalami degradasi fungsi dalam menangkal penyakit.

Pupuk kandang memiliki peran penting terhadap ketahanan tanaman dalam menangkal penyakit. Pemberian pupuk kandang dan kompos dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro tanah, semua unsur tersebut akan memberikan kebutuhan hara yang cukup baik bagi tanaman, sehingga tanam-an nilam menjadi lebih kuat. Yufdi dan Ernawati (1990), melaporkan bahwa dalam pupuk kandang sapi terdapat unsur K yang relatif tinggi (87,57 ppm), P 1,5 ppm dan N 0,1%, selain itu juga terdapat unsur mikro seperti Ca, Mg dan Na yang sangat penting untuk mempertahankan keseimbangan hara dalam tanah. Kemudian Mahmud dan Mirin (1987) menyatakan pula bahwa pemberian pupuk K dapat mempengaruhi keseimbangan hara N dan P, bila keseimbangan hara ini tercapai akan memberikan

kekerasan jaringan sehingga tanaman menjadi kuat dan memberikan ketahanan terhadap serangan penyakit. Dengan demikian pemberian pupuk NPK, pupuk kandang dan kompos pada tanaman nilam menyebabkan tanaman menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap serangan penyakit budok. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Sanchez (1976), bahwa pemberian pupuk organik (pupuk kandang) dapat meningkatkan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman. Barber (1984) mengatakan bahwa adanya proses dekomposisi dan mineralisasi pupuk organik menghasilkan sejumlah hara dengan bantuan peran mikro organisme tanah, unsur-unsur hara seperti Ca, Mg, dan K menjadi bentuk tersedia yang dapat diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Analisis fisiologi menemukan adanya hubungan yang relevan antara pemberian pupuk kandang dan ketahanan tanaman dalam menangkal penyakit. Kandungan N yang tinggi pada pupuk kandang merupakan senyawa utama bagi tanaman untuk membentuk hasil metabolisme sampingan, atau lebih dikenal sebagai metabolit sekunder, contohnya asam salisilat. Asam salisilat sendiri akan diproduksi oleh tanaman ketika ada ancaman. Artinya keberadaan senyawa metabolit sekunder seperti asam salisilat atau senyawa fenolik lainnya mampu untuk menghambat infeksi penyakit ke dalam jaringan tanaman. Penghambatan ini akhirnya berpengaruh kepada masa inkubasi penyakit pada tubuh tanaman. Mastuti (2016) menyatakan bahwa metabolit sekunder yang merupakan hasil samping atau intermediet metabolisme primer dapat melindungi tumbuhan dari gangguan herbivora dan menghindari infeksi yang disebabkan oleh patogen mikrobial. Tumbuhan menggunakan metabolit sekunder sebagai antibiotik atau agen sinyal selama interaksi dengan pathogen. Senyawa sampingan yang memiliki peran terhadap perlindungan penyakit tanaman diantaranya ialah asam salisilat.

Metabolit sekunder asam salisilat berperan penting dalam merespon patogen. Menurut Chen *et al* (2010), asam salisilat (SA) berperan sebagai *molecule system signal* yang menginduksi pembentukan *pathogenesis related (PR) protein* dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Sementara hasil studi yang dilakukan oleh Yalpani *et al.* (1993), bahwa kandungan minimal asam salisilat mampu mengaktifkan ketahanan sistemik pada tanaman tembakau terhadap penyakit *Alternaria solani*.

Secara struktur asam salisilat merupakan senyawa fenol yang terdiri dari suatu gugus hidroksil, yang terikat langsung pada cincin benzena. Struktur tersebut secara kimia dapat ditopang oleh pemberian pupuk dengan kandungan unsur makro yang tepat, misalnya nitrogen. Penelitian Kurniawan *et all* (2015) menunjukkan bahwa Kandungan fenolik meningkat seiring dengan meningkatnya dosis pupuk organik dalam media. Pupuk organik mampu meningkatkan kemampuan media dalam meningkatkan kandungan nitrogen dalam media yang tepat dan dosis yang ideal, sehingga pengendalian penyakit dengan mengombinasikan mikoriza dan pupuk kandang akan memiliki potensi untuk menghasilkan lebih banyak senyawa asam salisilat yang berdampak positif bagi mekanise ketahanan tanaman. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan guna mengetahui komposisi nutrisi yang ideal yang diaplikasikan dengan metode mikochapter dalam menghasilkan senyawa asam salisilat sebagai penekan penyakit lanas pada tanaman tembakau. Sedangkan menurut Widiastuti *et al.*, (2013), akumulasi asam salisilat terlihat meningkat 96 jam setelah perlakuan *heat shock* pada tanaman melon, dan akan mengalami penurunan 24 jam setelahnya. Penurunan kadar asam salisilat diduga karena adanya sintesis zat lain dari patogen yang mampu menekan pembentukan asam salisilat. Pembentukan asam absisat yang dipicu oleh patogen dapat menghambat proses SAR dan pembentukan asam salisilat pada tanaman.

4.8 Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat interaksi diantara kedua faktor pada pengamatan 21 dan 28 HSPT. Pada hari pengamatan lainnya kedua faktor tidak saling memengaruhi tetapi masing-masing perlakuan tersebut tetap berpengaruh terhadap tinggi tanaman.



Gambar 15. Pertumbuhan tanaman, (a) 7 hspt (b) 14 hspt (c) 28 hspt (d) 49 hspt

Analisis hasil pada pengamatan 14 HSPT menunjukkan bahwa perlakuan mikoriza saat pindah tanam memiliki tinggi tanaman yang lebih baik dengan nilai 25,13 cm, berbeda secara signifikan dengan perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dengan tinggi sebesar 21,54 cm. Sementara secara terpisah perlakuan pupuk kandang menunjukkan hasil terbaik pada aplikasi dosis 100 g/tanaman dengan tinggi 25,6 cm, sama dengan aplikasi dosis 250 g dengan tinggi 25,46 cm dan berbeda secara signifikan dengan aplikasi dosis 50 g dengan rata-rata tinggi sebesar 18,95 cm (tabel 7).

Pengamatan 21 HSPT menunjukkan bahwa kedua faktor secara timbal balik saling memengaruhi tinggi tanaman (tabel 8). Kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang sebesar 250 g menunjukkan hasil terbaik dengan 29,40 cm. Sama dengan perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk 100 g dengan 25,2 cm, serta mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan 100 g pupuk kandang dan ketiganya berbeda secara signifikan dengan kombinasi perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan 250 g pupuk kandang dan juga perlakuan mikoriza saat pindah tanam dengan 50 g pupuk kandang. Sementara itu perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan 50 g pupuk kandang

menunjukkan rerata tinggi terendah serta berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya dengan rerata hasil sebesar 17,10 cm.

Tabel 6. Rerata Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14 HSPT.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm tan ⁻¹)			
	14 HSPT	35 HSPT	42 HSPT	49 HSPT
Mikoriza				
7 Hari setelah pindah tanam	21,54 a	41,89 a	58,05 a	66,59 a
Saat pindah tanam	25,13 b	47,13 b	61,82 b	72,35 b
BNJ 5%	3,44	3,86	3,55	3,09
Pupuk Kandang				
(50 g tan ⁻¹)	18,95 a	33,57 a	43,51 a	51,11 a
(100 g tan ⁻¹)	25,60 b	51,43 b	69,85 b	81,23 c
(250 g tan ⁻¹)	25,46 b	48,53 b	66,45 b	76,07 b
BNJ 5%	4,22	4,73	4,35	3,78

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.

Tabel 7. Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 21 HSPT.

Mikoriza	Tinggi tanaman (cm tan ⁻¹)		
	Pupuk Kandang		
	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	17,10 a	26,00 bc	21,53 ab
Saat pindah tanam	20,80 ab	25,20 bc	29,40 c
BNJ 5 %		5,97	
KK		14,57	

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.

Tabel 8. Tinggi Tanaman Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 28 HSPT.

Mikoriza	Tinggi tanaman (cm tan ⁻¹)		
	Pupuk Kandang		
	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	20,52 a	26,85 a	27,52 b
Saat pindah tanam	32,45 b	38,8 b	43,7 c
BNJ 5 %		5,90	
KK		10,63	

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.

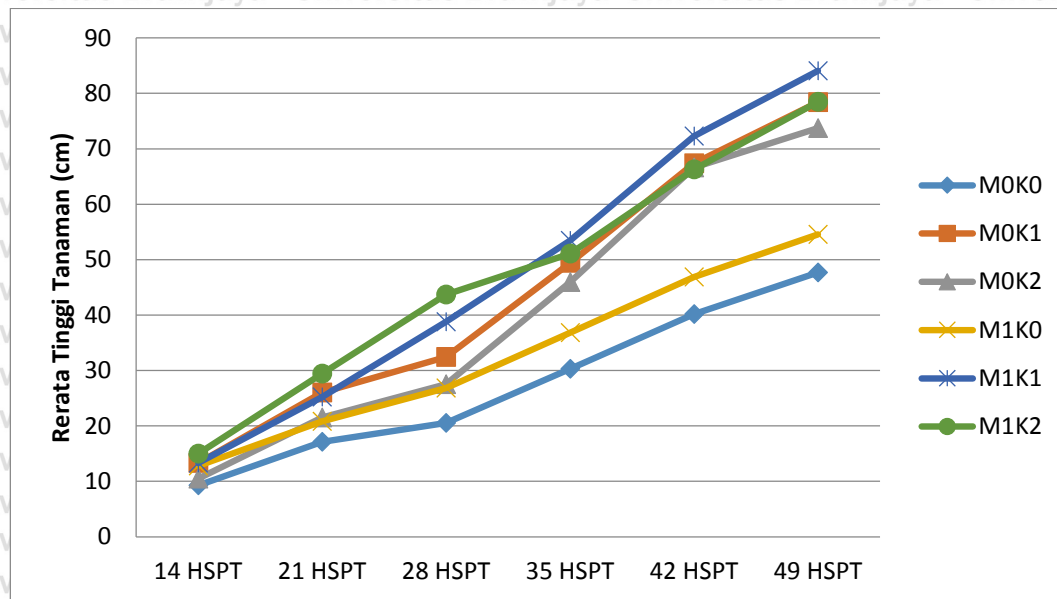
Pada pengamatan 28 HSPT tidak menunjukkan adanya perbedaan nilai secara signifikan diantara masing-masing perlakuan yang diuji secara terpisah (tabel 9). Pada faktor mikoriza, perlakuan dengan aplikasi saat pindah tanam menunjukkan hasil yang lebih baik dengan tinggi tanaman sebesar 47,13 cm dan berbeda nyata dengan aplikasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dengan rerata tinggi tanaman sebesar 41,89. Sedangkan pada perlakuan pupuk kandang dapat terlihat bahwa perlakuan dosis 100 g mengakibatkan rerata pertumbuhan paling tinggi dengan 51,43 cm. Sama dengan perlakuan 250 g, dan berbeda secara signifikan dengan perlakuan 50 g dengan rerata tinggi sebesar 33,57 cm.

Pengamatan tinggi tanaman pada hari ke 35 menunjukkan bahwa kedua faktor berpengaruh terhadap tinggi tanaman meskipun tidak ada kombinasi pengaruh diantara dua faktor yang ada. Tanaman paling tinggi ada pada perlakuan pemberian mikoriza saat pindah tanam dan pemberian dosis pupuk kandang sebesar 100 g/ tanaman. Sementara rerata tinggi tanaman paling rendah ada pada perlakuan pemberian mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang sebesar 50 g/ tanaman, seperti yang ditampilkan pada sajian data diatas (tabel 7).

Analisis pada pada hari ke 42 setelah pindah tanam menunjukkan bahwa diantara kedua faktor ditemukan perbedaan hasil yang signifikan. Faktor pemberian mikoriza menunjukkan data adanya perbedaan antara kedua perlakuan dengan hasil terbaik ada pada perlakuan saat pindah tanam dengan tinggi tanaman sebesar 61,82 cm. Faktor pupuk kandang menunjukkan bahwa hasil rerata tanaman tertinggi ada pada perlakuan dosis 100 g dengan tinggi sebesar 69, 85 cm. Sama dengan aplikasi dosis 250 g dan secara signifikan terlihat berbeda dengan aplikasi dosis 50 g dengan rerata tinggi 43,51 cm (tabel 7).

Hasil analisis pada 49 HSPT menunjukkan adanya perbedaan data secara signifikan pada kedua faktor yang diuji secara terpisah (tabel 7). Pada faktor mikoriza perlakuan saat pindah tanam menunjukkan hasil terbaik dengan rerata tinggi tanaman 72,35 cm, dan berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam. Sedangkan hasil pengamatan pada faktor pupuk kandang menunjukkan adanya perbedaan nyata antara ketiga perlakuan dengan rerata

tanaman tertinggi pada perlakuan dosis 100 g tanaman dengan 81,23 cm dan secara berurut diikuti oleh perlakuan dosis 150 g dan 50 g pupuk kandang per tanaman.



Gambar 16. Grafik pertumbuhan tinggi tanaman pada seluruh pengamatan

4.9 Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman

Pada seluruh tahap pengamatan dapat dilihat bahwa hasil rerata tanaman tertinggi terjadi pada faktor perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan faktor perlakuan pupuk kandang kotoran kambing dosis 100 g. Dimana hasil akhir rerata tinggi tanaman dengan faktor mikoriza perlakuan saat pindah tanam yakni sebesar 72,35 cm dan 81,23 cm untuk faktor pupuk kandang perlakuan dosis 100 g. Dibandingkan dengan perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam memperoleh hasil lebih rendah yakni sebesar 66,59 cm, sedangkan untuk perlakuan pupuk kandang dosis 50 g hanya memperoleh rerata tinggi tanaman sebesar 51,11 cm dan dosis 250 g sebesar 76,07 cm.

Dari hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa semakin awal mikoriza diaplikasikan kepada tanaman akan dapat lebih meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, karena Mikoriza mempunyai lebih banyak waktu untuk berkembang membentuk hifa lebih banyak sehingga lebih cepat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara. Semakin cepat dan banyaknya unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman tergantung dari luas daerah penyerapan tanaman itu sendiri. Apabila hifa mikoriza yang terbentuk semakin banyak, akan memungkinkan penyerapan unsur hara tanaman semakin optimal. Menurut Anas (1997) fungsi

utama dari hifa ini adalah untuk menyerap fosfor dalam tanah dan peningkatan serapan posfor juga disebabkan oleh makin meluasnya daerah penyerapan akar tanaman. Salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman ialah fosfor, fosfor diperlukan untuk merangsang penyerapan unsur hara melalui peningkatan jumlah bintil pada perakaran sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pitojo (1995) menyatakan bahwa unsur hara fosfor dapat meningkatkan tinggi tanaman karena fosfor berperan dalam proses respirasi dan metabolisme tanaman.

Tersedianya unsur hara fosfor maka pembentukan asam amino dan protein guna pembentukan sel baru dapat terjadi.

Secara terpisah pengamatan pada faktor perlakuan pupuk kandang dosis 50 g dan dosis 250 g memberikan hasil rerata tinggi tanaman lebih rendah dibandingkan dosis 100 g. Hal ini dapat dikatakan pemberian dosis pupuk kandang yang efektif pada tanaman seharusnya tidak terlalu sedikit atau terlalu banyak, dengan dosis yang tepat akan memperoleh hasil pertumbuhan tanaman yang ideal. Hal ini sesuai dengan literatur Damanik (2010) yang menyatakan bahwa dosis pupuk dalam pemupukan haruslah tepat artinya dosis tidak terlalu sedikit atau terlalu banyak yang dapat menyebabkan pemborosan atau dapat merusak akar tanaman. Bila dosis pupuk terlalu rendah tidak ada pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman sedangkan dosis terlalu banyak dapat mengganggu kesetimbangan hara dan dapat meracuni akar tanaman. Selain itu menurut Supardi (1983) dalam Situmorang (2013) pemupukan pada dosis yang terlalu tinggi akan terjadi kelebihan unsur hara sehingga dapat menyebabkan proses fisiologi tanaman terganggu. Pendapat tersebut sesuai dengan penelitian ini, dimana pemberian pupuk kandang dosis 100 g menunjukkan pertambahan tinggi terbaik, jika dosis ditingkatkan menjadi 250 g menunjukkan pertambahan tinggi yang tidak berbanding lurus, diduga unsur hara yang dibutuhkan tanaman lebih dari cukup sehingga mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu.

4.10 Jumlah Daun

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi perbedaan hasil secara signifikan antara perlakuan pemberian mikoriza dan dosis pupuk kandang terhadap jumlah daun. Pada akhir pengamatan terlihat bahwa tanaman dengan perlakuan dosis

pupuk 250 gram per tanaman memiliki hasil terbaik dengan rata-rata jumlah 26,667 daun.

Tabel 9. Rerata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 14 HSPT.

Perlakuan	Jumlah daun (Helai tan ⁻¹)				
	14 HSPT	21 HSPT	28 HSPT	35 HSPT	42 HSPT
Mikoriza					
7 Hari setelah pindah tanam	5	7,50 a	10,83 a	14,22 a	18,33 a
Saat pindah tanam	5,39	8,44 b	12,28 b	16,33 b	21,61 b
BNJ 5%	tn	0,86	1,42	1,99	2,50
Pupuk Kandang					
(50 g tan ⁻¹)	5,25	7,4 a	11,08	14,00 a	18,08 a
(100 g tan ⁻¹)	5,42	8,50 b	12,25	16,58 b	21,42 b
(250g tan ⁻¹)	4,92	7,75 a	11,55	15,25 a	20,42 a
BNJ 5%	tn	1,06	tn	2,43	3,07

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam, tn=tidak nyata.

Jumlah daun pada pengamatan 14 HSPT menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil secara signifikan dari hasil analisis yang diuji diantara kedua faktor secara terpisah. Sementara analisis hasil pada pengamatan 21 HSPT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kedua faktor secara terpisah (tabel 10). Pada faktor mikoriza terlihat perlakuan aplikasi saat pindah tanam menunjukkan hasil lebih baik dengan rerata jumlah daun sebanyak 8,44 helai. Berbeda nyata dengan aplikasi 7 hari setelah pindah tanam dengan rerata jumlah daun sebanyak 7,5 helai. Pada perlakuan dosis pupuk kandang menunjukkan hasil terbaik pada aplikasi dosis 100 g dengan rerata jumlah daun sebanyak 8,5 helai. Berbeda nyata dengan kedua perlakuan lainnya yaitu 250 g dan 50 g dengan rerata jumlah daun masing-masing sebanyak 7,75 dan 7,4 helai.

Jumlah daun pada pengamatan 28 HSPT menunjukkan terdapat hasil secara signifikan pada faktor mikoriza dengan rerata jumlah daun terbanyak pada perlakuan saat pindah tanam dengan 12,28 helai dan berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam. Secara terpisah perlakuan pada faktor dosis pupuk kandang tidak ada perbedaan secara signifikan diantara perlakuan yang ada (tabel 10)

Jumlah daun pada pengamatan 35 HSPT tidak menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kedua faktor yang diuji secara terpisah (tabel 10). Pada faktor mikoriza, rerata jumlah daun terbanyak dapat dilihat di perlakuan saat pindah tanam dengan 16,33 helai, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sementara itu pada faktor dosis pupuk kandang terlihat bahwa rerata jumlah daun terbanyak ada pada perlakuan 100 g yang menunjukkan adanya korelasi data yang signifikan jika dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya.

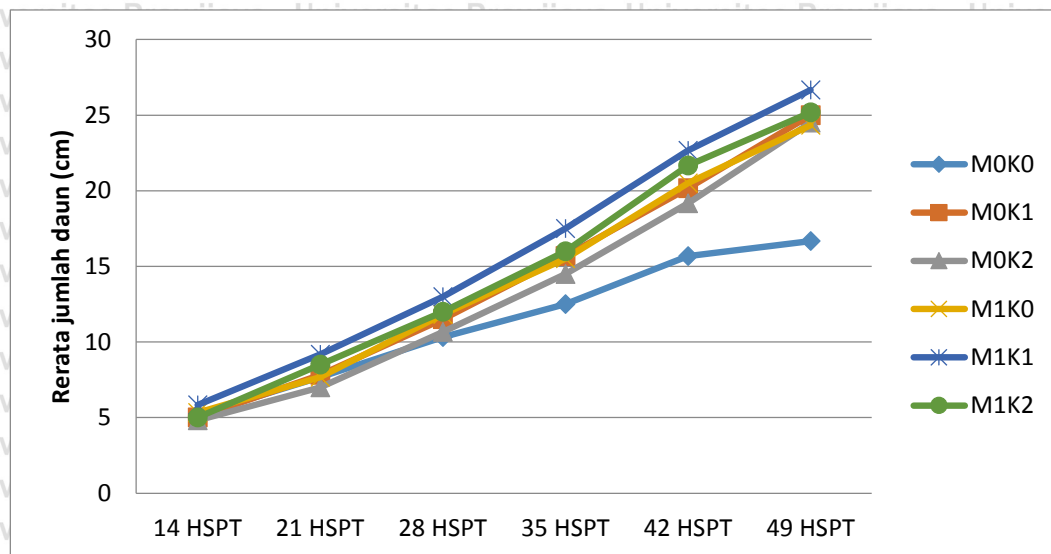
Hasil pengamatan 42 HSPT menunjukkan adanya perbedaan nyata diantara perlakuan yang diuji secara terpisah. Pada faktor mikoriza dapat dilihat bahwa rerata jumlah daun terbanyak ada pada perlakuan saat pindah tanam dengan 21,61 helai, berbeda nyata dengan perlakuan 7 hari setelah pindah tanam dengan 18,33 helai. Sementara itu pada faktor pupuk kandang dapat dilihat bahwa perlakuan dosis 100 g menunjukkan rerata jumlah daun terbanyak dengan 21,42 helai. Berbeda nyata dengan kedua perlakuan lainnya (tabel 10).

Tabel 10. Rerata Jumlah Daun Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 49 HSPT.

Mikoriza	Tinggi tanaman (cm tan ⁻¹)		
	Pupuk Kandang		
	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	16,66 a	25,00 a	24,50 a
Saat pindah tanam	24,33 a	26,67 b	25,17 a
BNJ 5 %		4,60	
KK		11,05	

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.

Hasil jumlah daun pada pengamatan 49 HSPT menunjukkan adanya timbal balik pengaruh diantara kedua faktor dengan hasil terbaik ada pada kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g dengan 26,67 helai dan memiliki korelasi data yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dengan rerata jumlah daun terendah ada pada kombinasi perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g per tanaman (tabel 11).



Gambar 17. Grafik pertumbuhan jumlah daun pada seluruh pengamatan

4.10 Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan Jumlah Daun

Hasil terbaik rerata jumlah daun ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan mikoriza saat tanam dan dosis pupuk kandang 100 g sebanyak 26,67 helai, sedangkan hasil terendah rerata jumlah daun ada pada kombinasi perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g per tanaman. Hal ini diduga karena unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk penambahan jumlah daun kurang tersedia, selain itu perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dapat memungkinkan adanya keterlambatan penyerapan unsur hara secara optimal oleh tanaman, yang memberikan lebih banyak waktu untuk proses penyerapan unsur hara. Sejalan dengan penelitian Dwidjoseputro (1997) yang menyatakan bahwa jika suatu tanaman kekurangan kandungan unsur hara pupuk, laju pertumbuhan tanaman tersebut akan lambat dan tidak optimal dalam produksi suatu tanaman.

Pengaruh perlakuan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam memberikan hasil terendah pada rerata jumlah daun tanaman, dikarenakan kurang tepatnya waktu pengaplikasian mikoriza pada tanaman. Waktu aplikasi yang tepat dapat menentukan tingkat keberhasilan tanaman terinfeksi oleh mikoriza sehingga dapat dikatakan waktu yang potensial dalam mengaplikasikan mikoriza adalah saat pindah tanam. Menurut Husna (2007) dalam Sari (2014) waktu inokulasi mikoriza akan optimal dilakukan pada saat tanaman masih tingkat semai, inokulasi pada tanaman yang telah dewasa selain boros penggunaan inokulum juga kurang

memberikan manfaat yang optimal. Perlakuan 7 hari setelah pindah tanam belum cukup memberikan waktu untuk mikoriza berkembang secara optimal, sehingga berpengaruh pada hasil penyerapan unsur hara yang kurang maksimal.

Dewanto (2013) menyatakan pupuk kandang mengandung unsur hara nitrogen yang sangat besar kegunaannya bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan, antara lain membuat daun lebih segar dan banyak mengandung klorofil yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses fotosintesis dan menambah kandungan hara tanah. Selain melalui penambahan pupuk kandang, dengan adanya Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) mampu membantu mempermudah tanaman dalam penyerapan unsur hara.

Hasil analisis ragam yang dilakukan oleh Sari (2015) menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dengan pupuk anorganik pada umur pengamatan 40, 60, dan 70 HST (Tabel 1). Aplikasi 10 ton ha⁻¹ pupuk kandang + 10 g tanaman⁻¹ CMA memberikan jumlah daun jagung yang lebih banyak dari aplikasi 20 ton ha⁻¹ pupuk kandang dan tanpa pupuk kandang maupun CMA. Selain itu dalam parameter luas daun menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan pupuk kandang + Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA). Perlakuan dengan penambahan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) mempunyai luas daun yang lebih tinggi dibandingkan hanya penggunaan pupuk anorganik. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa dengan ketersediaan unsur hara yang tercukupi mampu meningkatkan luas daun tanaman, terutama unsur hara makro. Penambahan pupuk kandang dapat menambah unsur hara nitrogen yang sangat berperan dalam pembentukan daun (Jamila, 2003).

Penggunaan pupuk anorganik sebaiknya dikombinasikan dengan penggunaan pupuk organik atau pupuk hayati. Melalui sistem ini kesuburan tanah dapat dikembalikan sehingga daur ekologis di dalam tanah dapat kembaliberlangsung dengan baik. Melalui cara ini maka penggunaan pupuk anorganik dapat dikurangi. Menurut Mugnisjah (2008) dalam Farida (2011), menyatakan bahwa, konsep pertanian yang mengupayakan keberkelanjutan dengan meminimalkan masukan dari luar serta memperhatikan dampak negatif dari kegiatan pertanian. Penambahan bahan organik ke dalam tanah berupa pupuk

kandang dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Caiyan, 2012). Selain itu dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengefektifkan pemupukan seperti penambahan pupuk kandang dan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA). Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) dapat meningkatkan serapan hara N, P, K dalam tanah sehingga dapat mencukupi kebutuhan hara tanaman. Akar tumbuhan yang bersimbiosis dengan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) lebih efisien dalam penyerapan air dan unsur hara dibandingkan dengan akar tumbuhan yang tidak bersimbiosis dengan Cendawan Mikoriza arbuskular (CMA) (Gange, 2000). Kandungan bahan organik yang semakin tinggi akan mempengaruhi kemampuan hifa eksternal untuk menginfeksi akar tanaman. Melalui peningkatan infeksi pada akar, maka dapat meningkatkan serapan unsur hara tanaman sehingga kebutuhan hara tanaman dapat tercukupi dengan baik. Kecukupan unsur hara tersebut mampu membantu pembentukan bagian vegetative tanaman termasuk luas daun. Semakin lebar luas daun, maka semakin banyak klorofil yang dihasilkan. Banyaknya klorofil (sel hijau daun) pada daun dapat meningkatkan proses fotosintesis. Oleh karena itu dengan optimumnya fotosintat yang dihasilkan akan meningkatkan biomassa tanaman, sehingga meningkatkan produksi tanaman.

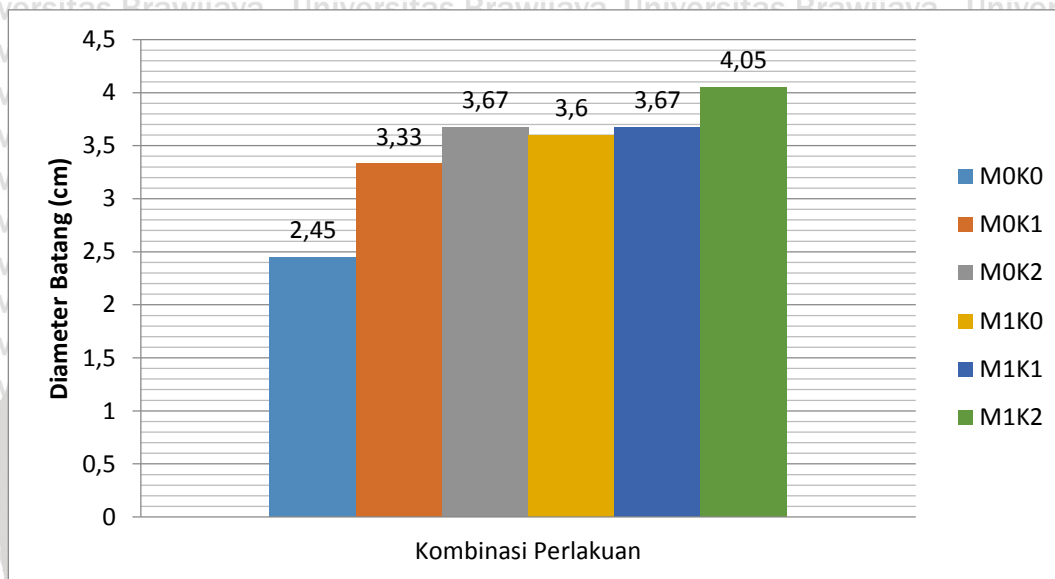
4.11 Diameter Batang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat interaksi diantara kedua faktor yang diuji. Kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza saat pindah tanam dan pupuk kandang 250 g menunjukkan rerata diameter batang paling besar yaitu 4,05 cm. Kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 250 g memiliki hasil yang sama dengan kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan pupuk kandang 100 g, mikoriza saat pindah tanam dan pupuk kandang 50 g, serta mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 100 g. Sementara perlakuan inokulasi mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dan dosis pupuk kandang 50 g memiliki rerata diameter terkecil dan berbeda secara signifikan pada analisis ragam dengan nilai sebesar 2,45 cm.

Tabel 11. Interaksi Diameter Batang Akibat Perlakuan Mikoriza dan Pupuk Kandang Pada Umur Pengamatan 49 HSPT.

	50 g tan ⁻¹	100 g tan ⁻¹	250 g tan ⁻¹
7 Hari setelah pindah tanam	2,45 a	3,33 ab	3,67 b
Saat pindah tanam	3,6 ab	3,67 b	4,05 c
BNJ 5 %		0,58	
KK		9,71	

Keterangan : Tabel menunjukkan adanya interaksi pengaruh diantara dua faktor. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%. HSPT=hari setelah pindah tanam.



Gambar 18. Diagram Diameter Batang pada Pengamatan 42 HSPT

Pengamatan diameter batang dilakukan pada hari ke-49 setelah pindah tanam. Dapat dilihat bahwa terjadi interaksi diantara kedua faktor yang diuji. Rerata diameter batang tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 250 g. Kombinasi perlakuan mikoriza saat pindah tanam dengan pupuk kandang 100 g dan mikoriza 7 hari setelah pindah tanam dengan dosis pupuk kandang 250 g menunjukkan hasil yang sama. Keduanya juga memiliki hasil analisis ragam yang sama dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan mikoriza saat pindah tanam dengan dosis pupuk kandang 50 g yang menunjukkan rerata diameter batang terendah sebesar 2,45 cm (tabel 12).

4.12 Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang

Kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza saat pindah tanam dan dosis pupuk kandang 250 g menunjukkan rerata diameter batang paling tinggi dengan 4,05 cm. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh yang cukup signifikan dari adanya interaksi antara mikoriza dan pupuk kandang.

Penelitian yang dilakukan oleh Utami (2016) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kompos eceng gondok berpengaruh nyata terhadap diameter batang tanaman tembakau Deli pada umur 8 MSPT. Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa diameter batang tanaman tembakau Deli mengalami peningkatan pada setiap dosis pupuk kompos eceng gondok. Karena pada dosis ini unsur hara yang paling berperan dalam meningkatkan ukuran batang adalah Unsur N. Bertambahnya ukuran diameter batang menunjukkan bahwa berperannya unsur N bagi pertumbuhan tanaman terutama pada jaringan meristematik. Unsur nitrogen berperan dalam meningkatkan perkembangan batang baik secara horizontal maupun vertikal (Yulius, Pituiti dan Andayani, 2009).

Sementara itu mikoriza juga diduga memiliki pengaruh yang cukup penting bagi pertumbuhan diameter batang tembakau. Mikoriza dengan kemampuannya dalam mengoptimalkan penyerapan unsur hara membuat tanaman mampu menyerap unsur hara dalam jumlah yang optimal dan tentunya berimplikasi terhadap pertumbuhan bagian-bagian tanaman. Pengaruh mikoriza berpengaruh nyata terhadap diameter batang dikarenakan mikoriza membantu tanaman dalam menyerap mineral dan unsur hara dari dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rompas (1997) yang menyatakan pemberian inokulum mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tumbuhan dan kemampuan tanaman memanfaatkan nutrisi yang ada dalam tanah, terutama P, Ca, N, Cu, Mn, K dan Mg. Kolonisasi jamur MVA dapat memperluas bidang serapan akar, berkat adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melebihi jangkauan bulu akar.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mikoriza pada waktu yang berbeda berpengaruh terhadap intensitas dan masa inkubasi penyakit *Phytophthora nicotianae*, tinggi tanaman, jumlah daun, serta diameter batang tanaman tembakau dengan hasil yang lebih baik ada pada perlakuan pemberian mikoriza pada saat pindah tanam dibandingkan dengan pemberian 7 hari setelah pindah tanam.

Perbedaan tingkat dosis pupuk kandang berpengaruh terhadap intensitas dan masa inkubasi penyakit *Phytophthora nicotianae*, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang dengan hasil terbaik ada pada perlakuan dosis 100 g per tanaman pada seluruh parameter. Sementara pada pengamatan diameter batang menunjukkan bahwa dosis 250 g per tanaman memberikan hasil yang paling baik.

Terdapat interaksi pengaruh diantara perlakuan mikoriza dan pupuk kandang yang terjadi pada 49 hspt terhadap intensitas penyakit, jumlah daun, dan diameter batang, serta pada 21 dan 28 hspt terhadap tinggi tanaman. Perlakuan pada parameter masa inkubasi juga menunjukkan adanya interaksi pengaruh oleh kedua faktor perlakuan.

5.2 Saran

- a. Dilakukan kajian lebih spesifik tentang interaksi pengaruh secara timbal balik diantara *treatment* pemberian mikoriza dan pupuk kandang terhadap serangan penyakit lanas.
- b. Dilakukan uji metabolit sekunder untuk membuktikan apakah ada senyawa kimia yang mampu berperan sebagai penekan penyakit lanas (*Phytophthora nicotianae*) pada tanaman tembakau.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Ahmad dan Soedarmanto. 1982. Budidaya Tembakau. Jakarta : CV Yasaguna.

Adisarwanto, T. 2004. Meningkatkan Produksi Kacang Tanah di Lahan Sawah dan Lahan Kering. Penerbit PT. Penebar Swadaya, Cetakan Keempat, Jakarta, Halaman 1,16,66.

Agrios. 2005. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Anas, Iswandi. 1997. Pupuk Hayati (Biofertilizer). Bogor: Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Barber, S.A. 1984. Soil nutrient bio-availability a mechatic approach. John Wiley & Sons. pp. 20-21.

Bucman, H.O. dan Brady, N.C. 1982. Ilmu Tanah. Bharata Karya Aksara. Jakarta.

Budiman, H. 2013. *Budidaya Tanaman Tembakau: Kiat Menanam Tembakau Bermutu untuk Pasar Domestik dan Ekspor*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.

Blancard, D. 2013. *Phytophthora nicotianae* (Black Shank). Bourlaux. INRA Science and Impact

Cahyono, Bambang. 1998. TEMBAKAU, Budi daya dan Analisis Tani. Yogyakarta : Kanisius.

Caiyan, L., C. Xin, S. Yi and Z. Muqiu. 2012. Accumulation of Soluble Organic Nitrogen Under Intensive Vegetable Production Pattern in Northeast China. *Bioresource Technology*. 26:82-84.

Campbell, Neil A. 2003. Biologi Jilid 2 Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.

Chen, H, Zhang, Z, Teng, K, Lai, J, Zhang, Y, Huang, Y, Li Y, Liang, L, Wang, Y & Chu, C 2010, 'Up-regulation of LSBI/GDU3, Effects gemini virus infection by activating the salicylic acid pathway', *Plant Journal*, vol. 62, pp. 12 - 3.

Cho, K.H., H. Toler, J. Lee, B. Ownley, J.C. Stutz, J.L. Moore, and R.M. Auge. 2006. Mycorrhizal Symbiosis and Response of Sorghum Plants to Combined Drought and Salinity Stresses. *Journal of Plant Physiology*. 163(5): 517-528.

Damanik, M. B., B. E. Hasibuan., Fauzi., Sarifuddin., dan H. Hanum., 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. USU press. Medan.

Dewanto, F. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik dan Organik terhadap

Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan. *Jurnal Zootek*. 32(5):1-8.

Dina Agoes S, 1994. *Aneka Jenis Media Tanah dan Penggunaannya*. PT. Pemberswadaya, Jakarta.

Dolores, LM 1996, 'Management of pepper viruses', in AVNET-II', *Final Workshop Proceeding*, AVRDC-TainanTaiwan. pp. 334 - 42.

Dwidjosaputro. 2003. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta. Hal 232.

Farida, R. 2011. *Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dan Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung*. IPB. Bogor

Foth, H.D. 1994. *Dasar - Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Gallup, C. A., Sullivan, M. J., dan Shew, H. D. 2006. *Black Shank of Tobacco*. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/oomycetes/Pages/BlackShank.aspx> [27 Agustus 2018].

Geiss, O and D. Kotzias. 2007. Tobacco, cigarettes, and cigarette smoke. Overview. Institute for Health and Consumer Protection. European Commission, London.

Gange, A. 2000. Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Collembola and Plant Growth. *Tree*. 15:369-372.

Hanafiah, A. S., T. Sabrina, dan H. Guchi. 2009. *Biologi dan Ekologi Tanah*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Hariyadi, B. W., Ali, M., & Nurlina, N. (2017). Damage Status Assessment Of Agricultural Land As A Result Of Biomass Production In Probolinggo Regency East Java. *ADRI International Journal Of Agriculture*, 1(1).

Hartana, I., 1978. *Budidaya Tembakau Cerutu masa Lepas Panen*. Balai Penelitian Perkebunan Jember.

Hasnah, I., Dwiwarni, dan J., Barus. 1997. Pengaruh Produk Cengkeh Terhadap Intensitas Serangan Fusarium oxysporum pada tanaman Vanili. Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Palembang 27-29 Oktober 1997. hlm. 231-234.

Imas, T., R.S. Hadioetomo, A.W. Gunawan dan Y. Setiadi, 1989. *Mikrobiologi Tanah II*. Depdikbud Ditjen Dikti, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB.

[INVAM]. 2013. International culture collection of Vesikular Arbuscular Mychorizal fungi (US). 2014. The Fungi: classification, nomenclature and species descriptions [Internet]. [diunduh 2014 Maret 3]; Tersedia pada: <http://invam.caf.wvu.edu>.

Lucas, G. B. 1985. *Disease of Tobacco*. New York: Scarecrow Press.

Mahmud dan Mirin. 1987. Pengaruh pemupukan nitrogen dan kalium terhadap perkembangan penya-kit layu Fusarium pada tanaman tomat. Prosiding Kongres Nasio-nal IX dan Seminar Ilmiah. PFI. Surabaya. hlm. 448-453.

Mastuti, Retno. 2006. Metabolit Sekunder dan Perahanan Tanaman. Biologi, Universitas Brawijaya

Matondang, I. H., Lubis, L., dan Iskandar, M. 2014. Uji Efektivitas *Trichoderma harzianum* dan Pemberian Arang Batok Kelapa sebagai Pengendalian Hayati Penyakit Lanas (*Phytophthora Nicotianae de Hann*) pada Tanaman Tembakau Deli. *Online Agroteknologi*, 2 (2): 813-821.

Maudidiana, N. 2008. Identifikasi Sistem Budidaya Tembakau Delli. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Moelyohadi, Y., Harun, M.U., Munandar, Hayati, R., dan Gofar, N. 2012. Pemanfaatan berbagai jenis pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering marginal. *J. Lahan Suboptimal*. I (1).

Muhibuddin, A., Addina L., Abadi, A.L. dan Ahmad A. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Intergrated Pest Management Farming System. *Agrivita*. 33(2): 111-118

Murphy, AM, Gilliland, A, Wong, CE, West, J, Singh, DP & Carr, JP 2001, 'Signal transduction in resistance to plant viruses', *Euro Journal, Plant Pathol.*, vol. 107, pp. 121 – 8

Musfal. 2008. Efektivitas cendawan mikoriza arbuskula (CMA) terhadap pemberian pupuk spesifik lokasi tanaman jagung pada tanah Inceptisol. Tesis, Universitas Sumatera Utara. 79 hlm.

Nelvia, A. Ambri dan Sianturi, L.N. 2013. Respon tanaman padi terhadap pemupukan N, P, K dan kompos tandan kosong kelapa sawit pada tanah Jom Faperta Vol. 2 No. 1 Februari 2015 gambut. Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan dan Rapat Dekan Bidang Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat 19-20 Maret 2013. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Pattimahu, D.V. 2004. Restorasi lahan kritis pasca tambang sesuai kaidah ekologi. Makalah Mata Kuliah Falsafah Sains, Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Bogor.

- Pitojo. 1995. Meningkatkan Pertumbuhan dan Mutu Bibit Accacia mangium Willd. dengan Menggunakan Berbagai Macam Medium. Buletin Penelitian Hutan. Vol. 502. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor
- Pujiharti, Y., D.R. Mustikawati, dan Hasanah. 1997. Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Buncis. Prosiding Sem. Nas. Pupuk Bandar Lampung. 256-260 hlm.
- Rao, Subba. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Edisi Kedua. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Rodgman, A. and T.A. Perfetti. 2006. The composition of cigarette smoke; A catalogue of the polycyclic hydrocarbons. *Beiträge zur Tabakforschung* 22(1):13–69.
- Rompas, J. P. 1997. Potensi Mikoriza (MVA) Dalam Pengendalian Hayati Patogen Tumbuhan dalam Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Nasional Vol. I. Perhimpunan.
- Sanchez, P.A. 1976. *Propies dan Management of Soil in Tropica*. John Willey and Sons Inc. New York. 618 p.
- Sari, A. 2014. Waktu Potensial Aplikasi Mikoriza Dan Trichoderma spp. Pada Medium Gambut Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Meranti Tembaga (*Shorea leprosula* Miq.). [Skripsi]. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Satter, M.A., M.M. Hanafi, T.M.M. Mahmud, and H. Azizah. 2006. Influence of Arbuscular Mycorrhiza and Phosphate Rock on Uptake of Major Nutrients by Acacia mangium Seedlings on Degraded Soil. *Biology and Fertility of Soil*. 42(4):345-349.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Situmorang, F. 2013. Pengaruh Mulsa Serbuk Gergaji dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Pada Fase Main Nursery. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau.
- Subba Rao, N.S. 1994. Mikroorga-nisme tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia. 352 hlm.
- Subramanian, K.S., P. Santhanakrishnan, P. Balasubramanian. 2006. Responses of Field Grown Tomato Plants to Arbuscular Mycorrhizal Fungal Colonization Under Varying Intensities of Drought Stress. *Scientia Horticulturae*. 107(3):245-253.

Sudana, M. dan Lotrini, M. 2005. Pengendalian Terpadu Penyakit Layu (*Ralstonia solanacearum* Smith) dan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Tanaman Jahe Gajah. *J. HPT Tropika* 5 (2):97-103

Supardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Suryadi, Y. 1995. Pengaruh Kalium dan mulsa terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Pseudo-monas syringae* pv *glycinea*). Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Yogya-karta 6-8 September 1993. hlm. 249-254.

Sutejo, M.M. 2004. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Copta. Jakarta.

Tanhaken, R & Rubel, C 1997, 'Salicylic acid needed in hypersensitive cell death in soybean but does not act a catalase inhibitor', *Plant Physiol.*, vol. 115, pp. 291 - 89.

Yalpani, N, Shulaev, V & Raskin, I 1993, 'Endogenous salicylic acid levels correlated with accumulation of pathogenesis-related protein and virus resistance in Tobacco', *Journal Phitopatologi*, vol. 83, pp. 702 - 8.

Yufdi, M.P. dan Rr. Ernawati. 1990. Pengaruh pupuk kandang dan sitozim terhadap pertumbuhan setek lada asal cabang buah. *Pembr. Littri*. 16 : 24-27.

Yulianti, Titiek. 2009. Pengelolaan Patogen Tular Tanah Untuk Mengembalikan Kejayaan Tembakau Temanggung di Kabupaten Temanggung. *Perspektif*, 8 (1): 01-16.

Yusnaini, S. 2009. Keberadaan Mikoriza Vesikular Arbuskular Pada Pertanaman Jagung yang diberi Pupuk Organik dan Anorganik jangka panjang. *Tanah Trop*. 14(3):253-256.

Zhang, N., D.Y. Han., W.A. Dick., K.R. Davis dan H.A.J. Hoitink. 1998. Compost Water. Extract – Induced Systemic Acquired. Resistance in Cucumber and *Arabidopsis*. *Phytopathology*. 88 : 450-455.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan intensitas penyakit *Phytophthora nicotianae*

a. 14 hspt

Unit	Ulangan						Total	Rata2
Perlakuan	1	2	3	4	5	6		
MOKO	2	32	8	29	22	25	140	23,33
M0K1	1	10	15	20	0	0	63	10,5
M0K2	0	10	20	25	15	25	95	15,83
M1K0	2	18	15	24	30	12	124	20,67
M1K1	0	20	0	8	10	15	53	8,83
M1K2	1	0	5	20	0	15	50	8,33
Total	7	90	63	126	77	92	525	

b. 21 hspt

Unit	Ulangan						Total	Rata2
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	l	
MOKO	40	50	20	40	33	27	210	35
M0K1	25	15	25	30	0	15	110	18,33
M0K2	15	10	28	30	15	25	123	20,5
M1K0	32	30	25	35	40	12	174	29
M1K1	5	20	0	10	10	15	60	10
M1K2	10	0	12	25	5	15	67	11,17
Total	12	7	125	110	170	103	109	744

c. 28 hspt

Unit	Ulangan						Total	Rata2
Perlakuan	1	2	3	4	5	6	l	
MOKO	50	80	45	55	63,3	48	341,3	56,88
M0K1	33,3	15	32	35	20	20	155,3	25,88
M0K2	25	22,5	33,3	45	15	38	178,8	29,80
M1K0	35	45	35	50	55	20	240	40

M1K1	15	33,3	10	25	20	20	123,	20,55
M1K2	15	25	22,5	33,3	17,5	15	128,	21,38
Total	173,	220,	177,	243,	190,	161	1167	
	3	8	8	3	8			

d. 35 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	50	90	55	65,5	70	50	380,5	63,42
M0K1	35	25	37,5	45	25	42,5	210	35
M0K2	30	32	42	55,5	28,5	55	243	40,5
M1K0	50	57,5	52	63,5	68	45	336	56
M1K1	30	45	30	50	33,5	45	233,5	38,91
M1K2	25	33	35	45	35,5	20	193,5	32,25
Total		282,	251,	324,	260,	257,	1596,	
	220	5	5	5	5	5	5	

e. 42 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	87	90	75	82	90	65,5	489,5	97,9
M0K1	58	30	40	55	50	55	288	48
M0K2	54	45	62	67	32,5	68	328,5	54,75
M1K0	60	60	55	70	68	50	363	60,5
M1K1	35	50	45	60	38	45	273	45,5
M1K2	27	40	43	45	47,5	37,5	240	40
Total	321	315	320	379	326	321	1982	

f. 49 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rataa n
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	95	90	90	92	90	95	552	138
M0K1	65	42,25	45,75	60	62,5	57,5	333	55,5
M0K2	60	42,5	70	90	62	70	394,5	78,9
M1K0	62	60	60	75	80	55	392	65,33
M1K1	42,5	55	60	62	40	45	304,5	50,75

M1K2	42	50	45	45	50	30	262	43,67
Total	366,5	339,75	370,75	424	384,5	352,5	2238	

Lampiran 2. Hasil pengamatan masa inkubasi penyakit *Phytophthora nicotianae*

Faktor M	Ulangan	Faktor K			Total
		50	100	250	
7 hari setelah pindah tanam	1	4	6	3	14
	2	3	9	7	21
	3	5	4	9	21
	4	6	5	7	22
	5	3	6	7	21
	6	4	6	6	22
Subtotal		25	36	39	100
saat pindah tanam	1	5	10	7	23
	2	6	6	5	19
	3	7	9	8	27
	4	4	8	8	24
	5	6	9	9	29
	6	5	7	10	28
Subtotal		33	49	47	129
		58	85	86	229

Lampiran 3. Hasil pengamatan tinggi tanaman

a. 14 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	8,5	9	9,8	8	11	9,5	55,8	9,3
M0K1	13,5	14	10	16	12,5	14	80	13,33
M0K2	12	10	9	15	7	10	63	10,5
M1K0	12	10,8	12	14	13	15	76,8	12,8
M1K1	13	14,3	11,7	11,5	14,3	15	79,8	13,3
M1K2	11,7	17	16,5	20	14,8	10	90	15

b. 21 hspt

Unit
Perlakuan

Ulangan

Total

Rata2

	1	2	3	4	5	6	
MOKO	16,7	14	18,7	20,4	17,3	15,5	102,6
M0K1	25,8	25,5	27,8	22,8	28,4	25,7	156
M0K2	21,5	24,2	22,4	17,6	21,5	22	129,2
M1K0	20,2	20,8	24,9	17,7	18,5	22,7	124,8
M1K1	19,8	28,9	21,3	24,9	27,6	28,7	151,2
M1K2	30	33,9	34	25	33,5	20	176,4

c. 28 hspt

Unit
Perlakuan

Ulangan

Total

Rata2

	1	2	3	4	5	6	
MOKO	19	17,5	22,8	25,5	18,5	19,8	123,1
M0K1	30	29,5	31,5	30	36,8	36,9	194,7
M0K2	26,3	25,5	31	21,6	28	32,7	165,1
M1K0	24	25	30,8	23,3	31	27	161,1
M1K1	34,4	43	36,5	39	38,7	41,2	232,8
M1K2	44,5	47	44,2	39,9	46,6	40	262,2

d. 35 hspt

Unit
Perlakuan

Ulangan

Total

Rata2

	1	2	3	4	5	6	
MOKO	33,2	28,9	33	35,8	25	26	181,9
M0K1	47,4	49,5	52	49,5	54	44	296,4
M0K2	46,8	43,5	53	44,5	43	45	275,8
M1K0	34	36	45	37	32	37	221
M1K1	47	56	50,5	52	58,7	56,6	320,8
M1K2	52,5	51,3	52,4	50	52,4	48	306,6

e. 42 hspt

Unit
Perlakuan

Ulangan

Total

Rata2

	1	2	3	4	5	6	
MOKO	40,5	38	41,5	42,2	34,8	44	241
M0K1	65,4	67,8	70,7	67,5	72	61	404,4
M0K2	66,6	64,8	72	65,5	64,2	66,5	399,6
M1K0	45,4	46	53,2	48,5	40,5	47,5	281,1
M1K1	68	73,5	70,5	72,8	79	70	433,8



f. 49 hspt		M1K2	67,7	66,5	67,8	68	60,8	67	397,8	66,3
Unit Perlakuan			Ulangan						Total	Rata2
			1	2	3	4	5	6		
		MOKO	48	47	50,5	46,5	44	50	286	47,67
		M0K1	75,4	78,8	75,5	80,8	79	81	470,5	78,42
		M0K2	73	65,5	80,5	73	75,2	75	442,2	73,7
		M1K0	56,5	55	58	53,3	50,5	54	327,3	54,55
		M1K1	81,5	81,8	82,5	86	90	82,5	504,3	84,05
		M1K2	78,7	79	79,5	80	76	77,5	470,7	78,45

Lampiran 4. Hasil pengamatan jumlah daun

a. 14 hspt

Unit Perlakuan		Ulangan						Total	Rata2
		1	2	3	4	5	6		
MOKO		5	4	5	6	6	5	31	5,17
M0K1		5	5	6	4	5	5	30	5
M0K2		4	4	6	5	5	5	29	4,83
M1K0		6	6	5	5	5	5	32	5,33
M1K1		7	6	6	5	5	6	35	5,83
M1K2		5	5	6	5	4	5	30	5

b. 21 hspt

Unit Perlakuan		Ulangan						Total	Rata2
		1	2	3	4	5	6		
MOKO		8	7	8	8	9	6	46	7,67
M0K1		7	8	9	8	8	7	47	7,83
M0K2		6	6	7	8	8	7	42	7
M1K0		8	8	7	8	8	7	46	7,67
M1K1		9	10	8	10	9	9	55	9,17
M1K2		8	8	9	10	7	9	51	8,5

c. 28 hspt

Unit Perlakuan		Ulangan						Total	Rata2
		1	2	3	4	5	6		
MOKO		10	11	12	8	11	10	62	10,33



d. 35 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	12	13	14	10	13	13	75	12,5
M0K1	14	14	15	18	18	15	94	15,67
M0K2	14	14	13	16	18	12	87	14,5
M1K0	15	16	15	17	18	12	93	15,5
M1K1	15	22	15	18	17	18	105	17,5
M1K2	15	14	18	16	17	16	96	16

e. 42 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	15	15	17	14	16	17	94	15,67
M0K1	16	19	23	24	21	18	121	20,17
M0K2	20	19	16	21	23	16	115	19,17
M1K0	20	21	22	20	24	16	123	20,5
M1K1	22	27	21	22	20	24	136	22,67
M1K2	22	19	25	20	23	21	130	21,67

f. 49 hspt

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	16	16	20	15	16	17	100	16,67
M0K1	22	26	28	28	22	24	150	25



M0K2	22	23	21	24	29	28	147	24,5
M1K0	25	25	26	22	26	22	146	24,33
M1K1	25	30	27	28	24	26	160	26,67
M1K2	26	24	31	21	26	23	151	25,17

Lampiran 5. Hasil pengamatan diameter batang

Unit Perlakuan	Ulangan						Total	Rata2
	1	2	3	4	5	6		
MOKO	2,6	2,5	2,7	2,2	2	2,7	14,7	2,45
M0K1	3	3,3	3,7	3,8	3	3,2	20	3,33
M0K2	3,3	3,9	3,3	3	3,5	3,2	20,2	3,37
M1K0	3	3,8	3,3	3,5	4	4	21,6	3,6
M1K1	3,6	3,5	3,8	3,9	4,1	3,1	22	3,67
M1K2	4,2	3,7	3,9	4	4,5	4	24,3	4,05

Lampiran 6. Dokumentasi

a. Umur 14 hspt



b. Umur 21 hspt



c. Umur 28 hspt



d. Umur 49 hspt

