



**UJI MIKORIZA (*Glomus* spp.) DAN FORMULA PADAT MYCORRHIZA HELPER
BACTERIA (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) TERHADAP POPULASI
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi (S1) dan mencapai gelar sarjana

Oleh

Danti Prellasita Suhandoko
NIM 120210103004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**UJI MIKORIZA (*Glomus* spp.) DAN FORMULA PADAT MYCORRHIZA HELPER
BACTERIA (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) TERHADAP POPULASI
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

Oleh

Danti Prellasita Suhandoko

NIM 120210103004

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI

JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS JEMBER

2016

PERSEMBAHAN

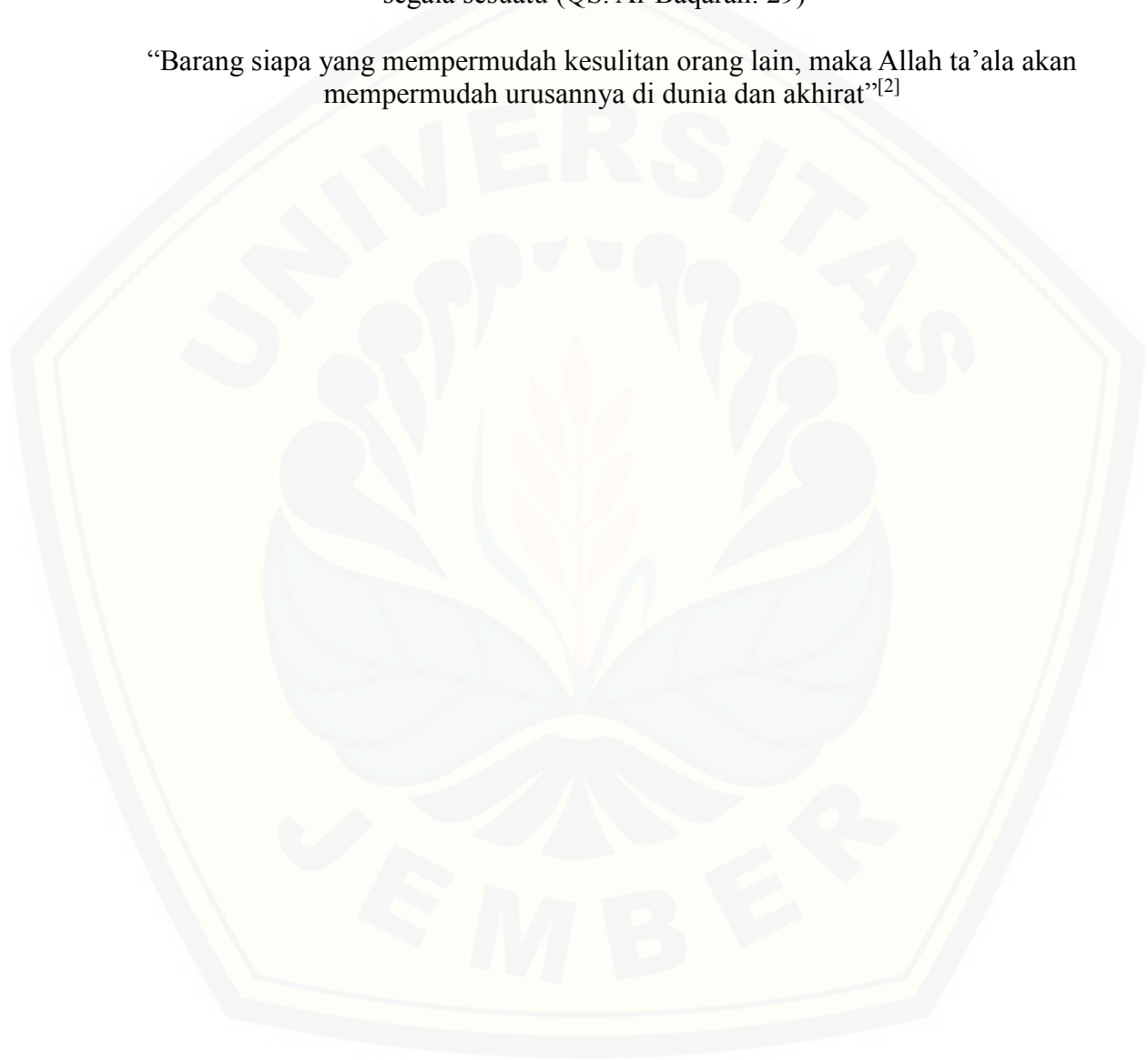
Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang, saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Ayahanda Puji Tugas Suhandoko dan Ibunda Sri Hotijah yang selalu memberi dukungan serta doa yang tiada henti;
2. Bapak dan ibu guru dari TK, SDN, SMPN, SMAN, sampai PTN yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Dialah (Allah), yang menjadikan segala yang ada di bumi untuk kamu dan Dia berkehendak (menciptakan) langit, lalu dijadikan-Nya tujuh langit. Dia Mengetahui segala sesuatu (QS. Al-Baqarah: 29)”^[1]

“Barang siapa yang mempermudah kesulitan orang lain, maka Allah ta’ala akan mempermudah urusannya di dunia dan akhirat”^[2]



-
- 1) Dikutip dari: Al Qur'an dan Terjemahnya. 1971. Jakarta: Yayasan Penyelenggara Penterjemah/Pentafsir Al Qur'an
 - 2) Dikutip dari: HR. Muslim

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danti Prellasita Suhandoko

NIM : 120210103004

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Uji *Glomus* spp. dan Formula Padat *Micorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) Terhadap Populasi *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Maret 2016

Yang menyatakan,

Danti Prellasita Suhandoko
NIM 120210103004

SKRIPSI

**UJI MIKORIZA (*Glomus* spp.) DAN FORMULA PADAT MYCORRHIZA HELPER
BACTERIA (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) TERHADAP POPULASI
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

Oleh

Danti Prellasita Suhandoko
NIM 120210103004

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si

PERSETUJUAN

**UJI MIKORIZA (*Glomus* spp.) DAN FORMULA PADAT MYCORRHIZA HELPER
BACTERIA (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) TERHADAP POPULASI
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

Nama Mahasiswa : Danti Prellasita Suhandoko
NIM : 120210103004
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2012
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 27 April 1994

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P
NIP 19730614 200801 2 008

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si
NIP. 19640510 199002 1 001

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Uji Mikoriza (*Glomus* Spp.) dan Formula Padat *Mycorrhiza* Helper Bacteria (*Pseudomonas Diminuta* dan *Bacillus Subtilis*) Terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet ” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Kamis

tanggal : 31 Maret 2016

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing utama,

Pembimbing anggota,

Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P
NIP. 19730614 200801 2 008

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si
NIP. 19640510 199002 1 001

Penguji utama,

Penguji anggota,

Dra. Pujiastuti, M.Si
NIP. 19610222 198702 2 001

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd
NIP. 19880120 201212 1 001

Mengesahkan
Dekan FKIP Universitas Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP. 19540501 198303 1 005

RINGKASAN

Uji Mikoriza (*Glomus* Spp.) dan Formula Padat *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas Diminuta* dan *Bacillus Subtilis*) Terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet; Danti Prellasita Suhandoko; 120210103004; 2016; 62 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Mycorrhiza Helper Bacteria (MHB) merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza menjalankan perannya. Bakteri dikatakan MHB ketika bakteri itu bersifat endofit dengan kata lain bakteri tersebut harus berada di salah satu bagian tubuh mikoriza, dan berperan terhadap perkembangan mikoriza. Sehingga kedua mikroorganisme tersebut dapat menjadi pengendali organisme lain. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa MHB mampu menurunkan populasi nematoda parasit *P. coffeae*. Salah satu hambatan dalam budidaya kopi yang jarang disadari oleh para petani yaitu serangan nematoda. Nematoda parasit khususnya pada kopi arabika yaitu *P. coffeae* yang menyerang akar kopi dengan cara melukai akar. Gejala kerusakan oleh nematoda pertumbuhan terhambat dan daun tua berwarna kuning hingga tanaman mati. Akar tanaman kopi yang terserang oleh *P. coffeae* warnanya berubah menjadi kuning, selanjutnya berwarna coklat dan kebanyakan akar lateralnya busuk. Sehingga perlu adanya formula MHB agar dapat diaplikasikan dilapang serta pengetahuan tersebut dapat disebar luaskan melalui leaflet. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui *Glomus* spp. dan formula padat MHB dapat menurunkan populasi *P. coffeae* dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika serta mengetahui kelayakan leaflet mengenai hasil penelitian tersebut.

Penelitian ini dilakukan di Sub Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember Laboratorium Nematologi, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan *Green House* Istana Tidar. Penelitian ini menggunakan

metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah sampel kopi arabika sebanyak 48 bibit yang diinokulasikan nematoda sebanyak 50 ekor/pot dengan perlakuan yang terdiri atas perlakuan pertama tanpa diberi *Glomus* spp. dan formula padat MHB (Kontrol), perlakuan kedua diberi 100 spora *Glomus* spp., perlakuan ketiga 100 spora *Glomus* spp. dan formula padat 20 g, perlakuan keempat 100 spora *Glomus* spp. dan formula padat 30 g.

Pengamatan dilaksanakan selama 12 minggu. Pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setiap 4 minggu, kemudian di akhir pengamatan dilakukan pembongkaran tanaman untuk diukur berat basah, berat kering, skor kerusakan akar, dan perhitungan populasi nematoda *P. coffeae*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *Glomus* spp. dan formula padat MHB (*Mycorrhiza Helper Bacteria*) berpengaruh secara signifikan ($p=0,003$) terhadap penurunan populasi *P. coffeae*. Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* pada perlakuan pemberian *Glomus* spp. dan formula padat MHB 20 g berkisar 80,6 % bila dibandingkan kontrol. Sedangkan pada pertumbuhan bibit kopi arabika tidak berpengaruh secara signifikan namun perlakuan *Glomus* spp. dan formula padat MHB 20 g cenderung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Leaflet tentang mengenai uji mikoriza dan MHB dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika mendapatkan skor 30 dari validator materi dan mendapatkan skor 34 dari validator media. Skor tersebut termasuk dalam kualifikasi layak digunakan sebagai sumber informasi khususnya untuk para petani kopi.

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah pemberian *Glomus* spp. dan formula padat MHB (*P. diminuta* dan *B. Subtilis*) dengan dosis 20 g dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika mengendalikan nematoda parasit *P. coffeae*. Leaflet tentang mengenai uji mikoriza dan MHB dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika layak digunakan sebagai sumber informasi khususnya para petani kopi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Mikoriza (*Glomus* Spp.) dan Formula Padat *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas Diminuta* dan *Bacillus Subtilis*) Terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2012-2016;
2. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
4. Prof. Dr. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Prof. Dr. H. Joko Waluyo, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama penulis menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember.
6. Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan pemberi dana penelitian melalui proyek penelitian yang didanai oleh KKP3N Litbang Deptan tahun 2015;
7. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;

8. Dra. Pujiastuti, M.Si dan Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pengujian yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan skripsi ini;
9. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
10. Ir. Slamet Haryono dan Bapak Rosidi selaku Teknisi Laboratorium Nematologi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia;
11. Teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi ;
12. Keluarga besarku yang selalu memberi semangat, doa, dan dukungan baik moral maupun materi;
13. Teman-temanku angkatan 2012 Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan kenangan terindah yang tak pernah terlupakan;
14. Sahabat-sahabatku Teatrika, Mirna, Elena “Kael”, Dini “Kadil”, Qurrotul “Karot”, Hellen “Kahel”, Latif “Katip”, dan Riski Cahya yang selalu mendoakan, memberikan semangat serta memotivasi saya.
15. Teman-teman Penelitian Bu Iis, mbak Rifa, mas Dodik, Ikrom, dan buk Mul yang selalu membantu dalam menyelesaikan penelitian serta skripsi ini;
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Maret 2016

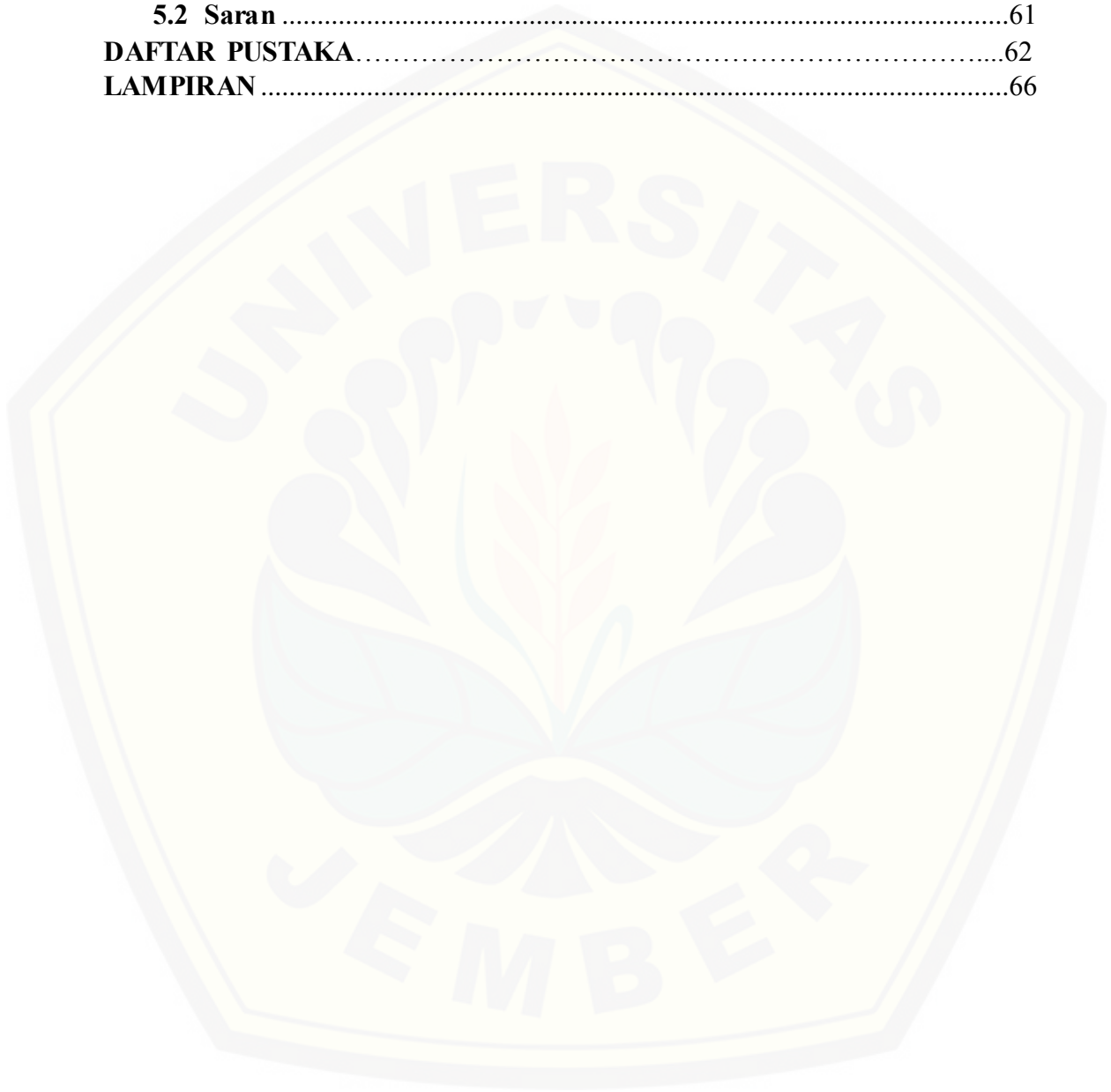
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PERSETUJUAN.....	vi
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>.....	7
2.1.1 Karakteristik <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.1.2 Klasifikasi <i>Pratylenchus coffeae</i>	9
2.2 Organisme pengganggu Tanaman Kopi Arabika.....	10
2.3 Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	11
2.3.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi Arabika.....	11
2.3.2 Ketinggian Tempat.....	11
2.3.3 Suhu.....	11
2.3.4 Curah hujan.....	12
2.3.5 Klasifikasi Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>).....	12
2.4 <i>Micorrizha Helper Bacteria</i> (MHB).....	12
2.4.1 Deskripsi <i>Micorrizha Helper Bacteria</i> (MHB).....	12
2.4.2 <i>Bacillus subtilis</i>	13
2.4.3 <i>Pseudomonas diminuta</i>	14
2.5 Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) <i>Glomus</i> spp.	16
2.5.1 Karakteristik Mikoriza.....	16
2.6 Peranan Mikoriza dan MHB dalam Mengendalikan Nematoda Parasit.....	19

2.7 Leaflet.....	20
2.8 Kerangka Berpikir.....	21
2.9 Hipotesis.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2.1 Tempat Penelitian.....	23
3.2.2 Waktu Penelitian.....	23
3.3 Variabel Penelitian.....	23
3.3.1 Variabel bebas.....	23
3.3.2 Variabel Terikat.....	23
3.3.3 Variabel kontrol atau variabel Kendali.....	24
3.4 Definisi Operasional.....	24
3.5 Desain Penelitian.....	25
3.6 Alat dan Bahan.....	25
3.6.1 Alat.....	25
3.6.2 Bahan.....	25
3.7 Prosedur penelitian.....	26
3.8 Parameter penelitian.....	30
3.9 Analisis Data.....	32
3.9.1 Analisis Data Penelitian.....	32
3.9.2 Analisi Data Leaflet.....	32
3.10 Alur Penelitian.....	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Pembibitan, Preparasi Nematoda Parasit, Preparasi Mikoriza, dan Formulasi.....	35
4.1.2 Pengaruh Mikoriza <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika.....	38
4.1.3 Pengaruh Pemberian <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Rerata Populasi Nematoda Parasit <i>P. coffeae</i> Bibit Kopi Arabika.....	47
4.1.4 Lembar Penilaian Validasi Leaflet.....	49
4.2 Pembahasan.....	50
4.2.1 Pembibitan, Preparasi Nematoda Parasit, dan Formulasi.....	50
4.2.2 Pengaruh Mikoriza <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika.....	52
4.2.3 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan formula padat MHB terhadap populasi nematoda parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> pada bibit Kopi Arabika.....	57

4.2.4 Penilaian Validasi Leaflet	60
BAB 5. PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	66



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Validator Penilaian Leaflet	30
Tabel 3.2 Skor Analisis Leaflet	32
Tabel 3.3 Kriteria Validasi Leaflet	33
Tabel 4.1 Analisis Kandungan Tanah.....	36
Tabel 4.2 Analisis Kandungan Blotong.....	37
Tabel 4.3 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Rerata Tinggi Bibit Kopi Arabika Selama 12 Minggu.	39
Tabel 4.4 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Rerata Jumlah Daun Bibit Kopi Arabika Selama 12 Minggu.	42
Tabel 4.5 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Rerata Berat Basah Akar, Berat Basah Tajuk dan Berat Kering Tajuk Bibit Kopi Arabika Setelah 12 Minggu.	43
Tabel 4.6 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Derajat Infeksi Mikoriza <i>Glomus</i> spp.	45
Tabel 4.7 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Skor Kerusakan Akar Nematoda Parasit <i>P. coffeae</i> Setelah 12 Minggu	46
Tabel 4.8 Pengaruh <i>Glomus</i> spp. dan Formula Padat MHB Terhadap Populasi Nematoda Parasit <i>P. coffeae</i> Setelah 12 Minggu	47
Tabel 4.9 Penilaian dan Saran Leaflet Oleh Validator Materi.....	49
Tabel 4.10 Penilaian dan Saran Leaflet Oleh Validator Media.....	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Morfologi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	8
Gambar 2.2 Penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi MVA.....	17
Gambar 3.1 Skema Penempatan Aplikasi Formula Padat MHB dan Mikoriza dalam Pot.....	28
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Nematoda Parasit <i>Pratylenchus coffeae</i>	37
Gambar 4.2 Rerata Tinggi Tanaman Bibit Kopi Arabika Selama 12 Minggu Pengamatan	40
Gambar 4.3 Perbandingan Performansi Bibit Kopi Arabika setelah 12 Minggu...41	
Gambar 4.4 Akar terinfeksi Nematoda <i>P. coffeae</i>	44
Gambar 4.5 Akar terinfeksi <i>Glomus</i> spp	45
Gambar 4.6 Akar Bibit Kopi Arabika	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Matriks Penelitian	66
Lampiran B Tata Letak Unit Percobaan Penelitian	68
Lampiran C Leaflet	69
C1. Instrumen Validasi Leaflet	69
C2. Hasil Validasi Leaflet	76
C3. Leaflet	80
Lampiran D. Hasil Analisis Data Anova	81
D1. Hasil Anova Tinggi Tanaman	81
D2. Hasil Anova Jumlah Daun	84
D3. Hasil Anova Berat Akar	87
D4. Hasil Anova Berat Basah Tajuk	89
D5. Hasil Anova Berat Kering Tajuk	91
D6. Hasil Anova Derajat Infeksi	93
D7. Hasil Anova Skor Kerusakan Akar	95
D8. Hasil Anova Populasi Nematoda di Akar	97
D9. Hasil Anova Populasi Nematoda di Tanah	99
D10. Hasil Anova Jumlah Populasi Nematoda Total	101
Lampiran E. Dokumentasi Penelitian	103
Lampiran F. Hasil Analisis Tanah	109
Lampiran G. Surat Ijin Penelitian	110

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang berbentuk cacing, memiliki bentuk tubuh bilateral simetris, dan bersifat parasit pada tumbuhan, memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu antara 300 – 1000 mikron, memiliki panjang hingga 4 mm dan lebar 15 – 35 mikron. *Pratylenchus coffeae* adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Hal ini disebabkan nematoda tersebut ditemukan hampir di semua propinsi penghasil kopi, pada ketinggian antara nol sampai lebih dari 1.000 m dpl. *P. coffeae* mampu menginfeksi akar tanaman inang pada fase juvenil dan dewasa. Populasi nematoda *P. coffeae* dalam akar yang terletak pada kedalaman kurang dari 30 cm lebih tinggi dibanding populasi *R. similis*, sedangkan jumlah nematoda *R. similis* yang berasal dari akar pohon yang sama namun pada kedalaman lebih dari 50 cm lebih banyak dibanding *P. coffeae*. Hal ini menguatkan dugaan adanya korelasi antara perbedaan daerah sebaran akar kopi pada kedalaman tanah berbeda dengan populasi nematoda *R. similis* dan *P. coffeae*. Nematoda *R. similis* lebih banyak berada pada zona kedalaman tanah lebih dari 50 cm di bawah permukaan tanah, sedangkan *P. coffeae* lebih dominan berada pada zona perakaran kurang dari 30 cm di bawah permukaan tanah (Hulupi, 2007: 179-181).

Terdapat dua jenis nematoda penting yang menyerang tanaman kopi khususnya kopi jenis Arabika yaitu nematoda parasit *P. coffeae* dan *R. similis*. Kedua jenis nematoda ini merupakan jasad pengganggu yang sangat berbahaya pada kopi robusta dan lebih-lebih pada kopi arabika. Hingga saat ini belum ada cara pengendalian yang ekonomis untuk pertanaman kopi yang sudah terserang (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2007).

Kopi merupakan salah satu andalan perkebunan di Indonesia sebagai penghasil devisa negara, sumber pendapatan petani, penghasil bahan baku industri, penciptaan lapangan kerja, dan pengembangan wilayah. Kopi Arabika bersifat menyerbuk sendiri,

sehingga bahan tanam anjuran tahan dapat berupa varietas ataupun klon. Mengingat sebagian besar genotipe kopi sumber gen tahan maupun sumber gen daya hasil tinggi bersifat heterosigot, maka bastar F1 dapat dipastikan juga heterozigot, dan sifat ketahanan serta daya hasil akan memisah pada keturunannya (Hulupi *et al.*, 2007: 177).

Dalam budidaya tanaman kopi menghadapi berbagai macam hambatan salah satunya nematoda parasit yang menyebabkan penurunan hasil panen pada budidaya kopi di Indonesia. Peranan nematoda parasit tanaman dalam penurunan produksi pertanian di Indonesia, masih belum disadari baik oleh para pembuat kebijakan maupun oleh petani. Serangan nematoda dapat menyebabkan kehilangan hasil yang cukup banyak (Mustika, 2005: 21).

Gejala kerusakan oleh nematoda pada bagian tanaman di atas permukaan tanah umumnya tidak spesifik. Tanaman tampak kerdil, pertumbuhan terhambat, ukuran daun dan cabang primer mengecil, daun tua berwarna kuning yang secara perlahan-lahan akhirnya rontok dan tanaman mati. Akar tanaman kopi yang terserang oleh *P. coffeae* warnanya berubah menjadi kuning, selanjutnya berwarna coklat dan kebanyakan akar lateralnya busuk. Luka yang terjadi pada akar berakibat merusak seluruh sistem perakaran tanaman kopi. Tanaman yang terserang berat akan mati sebelum dewasa (Mustika, 2003).

Pengendalian biologis didefinisikan sebagai pengurangan inokulum atau aktivitas penyakit dengan melalui satu atau lebih organisme lain selain manusia. Beberapa organisme antagonis diketahui mampu mengurangi kemampuan *Pratylenchus* spp. untuk bertahan hidup dan bereproduksi. Organisme antagonis *Pratylenchus* spp. yang paling banyak dilaporkan adalah populasi jamur tanah, nematoda entomopatogen, bakteri dan tanaman yang bersifat nematicidal (Castillo dan Nicola, 2007: 392).

Mycorrhiza Helper Bacteria (MHB) merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza menjalankan perannya. Bakteri dikatakan MHB ketika bakteri itu bersifat endofit dengan kata lain bakteri tersebut harus berada di salah

satu bagian tubuh mikoriza, dan berperan terhadap perkembangan mikoriza. Simbiosis mikoriza bukan hanya hubungan antara fungi pembentuk mikoriza dan tanaman inang namun melibatkan organisme pendukung lainnya seperti bakteri.

Hasil penelitian Noviana (2015) menunjukkan bahwa mikoriza *Glomus* spp. dapat menekan pertumbuhan populasi *P. coffeae* secara signifikan ($p=0.000$), penurunan populasi nematoda *P. coffeae* berkisar antara 56,08% - 82,21% dengan pemberian mikoriza *Glomus* spp.

Sedangkan menurut penelitian sebelumnya, bakteri *B. subtilis* pada kepadatan 10^8 cfu/ml memberikan pengaruh terbaik terhadap populasi *P. coffeae* dalam akar bibit kopi. Hal ini berarti bahwa bakteri *B. subtilis* mampu menekan populasi nematoda dalam akar sebesar 71,3%. Perlakuan *P. diminuta* dosis 2×10^8 cfu/ml mampu menekan populasi nematoda *P. coffeae* sebesar 64,2%, sedang kepadatan bakteri 10^8 cfu/ml meningkatkan pertumbuhan bibit sebesar 34,2% dibanding bibit kopi tanpa diinokulasi nematoda serta bakteri (Aisyah, 2015: 33-35).

Inokulasi ganda mikoriza *Glomus* spp. dan MHB, baik *P. diminuta* maupun *B. subtilis* mampu menurunkan populasi nematoda sampai 90% dibanding kontrol. Dibanding dengan perlakuan tunggal, inokulasi ganda lebih baik 17%. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, inokulasi ganda MHB dan *Glomus* spp. adalah cara yang efektif dalam menurunkan populasi *P. coffeae* (Heny, 2015).

Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkannya maka pengendalian *P. coffeae* mutlak diperlukan. Pengendalian *P. coffeae* harus sejalan dan mendukung agribisnis kopi ke depan pada *green economy* nasional guna memenuhi tuntutan pasar internasional yang mensyaratkan adanya keamanan pangan, pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan petani. Salah satu cara pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang sejalan dengan konsep *green economy* adalah pengendalian biologis.

MHB baik *P. diminuta* maupun *B. subtilis* yang telah terbukti mampu mengendalikan *P. coffeae* perlu diformulasikan dengan menggunakan senyawa organik

sebagai pembawa agar bisa diaplikasikan di lapangan. Bahan yang digunakan yaitu ampas tebu berbentuk padat yang disebut blotong. Blotong yang memiliki kandungan unsur hara yang tinggi cocok untuk dijadikan sebagai pupuk tanaman. Sehingga ampas tebu yang biasa dibuang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan formula padat MHB. Sampai saat ini belum ada informasi mengenai pengaruh formula padat MHB dan mikoriza *Glomus* spp terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika dan populasi *P. coffeae*.

Pengetahuan tentang pengaruh mikoriza dan MHB perlu disebarluaskan kepada para petani kopi. Kurangnya minat membaca maka diperlukan sumber informasi yang menarik dan mudah dipahami yaitu dalam bentuk leaflet. Oleh karena, itu dibutuhkan suatu sumber informasi berupa leaflet yang dikemas secara menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat luas tentang penggunaan mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) untuk menekan populasi nematoda khususnya *P. coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.

Berdasarkan latar belakang di atas maka, telah dilakukan penelitian yang berjudul “Uji Mikoriza (*Glomus* spp.) dan Formula Padat Mycorrhiza Helper Bacteria (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) Terhadap Populasi *P. coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Apakah mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat MHB dapat menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika?
2. Berapakah dosis formula padat MHB yang diberi mikoriza (*Glomus* spp.) dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika terbaik?
3. Apakah leaflet tentang hasil penelitian uji mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat MHB dan dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan

bibit kopi arabika layak digunakan sumber informasi khususnya untuk para petani kopi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah yang terkandung di dalam penelitian ini, maka diberi batasan masalah sebagai berikut:

1. Benih tanaman kopi yang digunakan adalah benih kopi jenis arabika varietas Linie S. yang berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Jember.
2. Jenis nematoda parasit yang akan dikendalikan adalah *P. coffeae* dari semua tahapan perkembangan dari juvenile sampai dewasa baik betina maupun jantan.
3. Formula padat yang digunakan yaitu konsorsium dari *P. diminuta* dan *B. subtilis* sebagai bahan aktif dan blotong sebagai bahan pembawa.
4. Mikoriza yang digunakan yaitu *Glomus* spp. didapat dari Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada.
5. Penyusunan leaflet dilakukan sampai uji kelayakan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui *Glomus* spp. dan MHB yang sudah menjadi formula padat dapat menurunkan populasi *P. coffeae* dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.
2. Untuk menentukan dosis MHB dalam bentuk formula padat yang diberi *Glomus* spp. untuk menurunkan populasi *P. coffeae* dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.
3. Untuk mengetahui kelayakan leaflet mengenai uji mikoriza dan MHB dalam

menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika sebagai sumber informasi khususnya untuk para petani kopi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Petani Kopi

Menambah informasi mengenai teknik pengendalian nematoda parasit pada kopi dengan menggunakan agen hayati yang ramah lingkungan, selain menggunakan pestisida sintesis melalui leaflet.

2. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam memanfaatkan agen hayati sebagai pengendalian nematoda parasit serta keikutsertaan dalam perlindungan perkebunan yang ramah lingkungan.

3. Bagi Lembaga

Menambah pengetahuan baru dalam mengendalikan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika dengan menggunakan agen hayati berupa formula padat MHB dan *Glomus* spp.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nematoda *Pratylenchus coffeae*

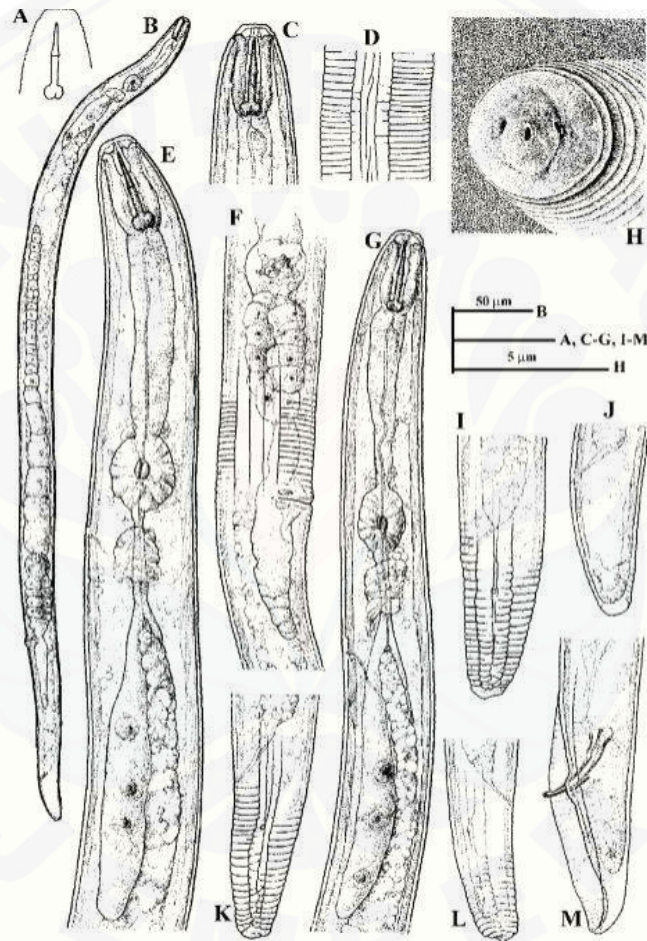
2.1.1 Karakteristik *Pratylenchus coffeae*

Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang berbentuk cacing, memiliki bentuk tubuh bilateral simetris, dan bersifat parasit pada tumbuhan, memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu antara 300–1000 mikron, memiliki panjang hingga 4 mm dan lebar 15–35 mikron. Tubuh nematoda tidak beruas, tidak berwarna dan ditutupi oleh dinding tubuh yang berfungsi untuk melindungi dari tekanan. Dinding tubuh tersebut terdiri atas kutikula bagian luar, lapisan antara, hipodermis dan bagian dalam berupa otot-otot yang membujur. Kutikula merupakan struktur yang aktif terdiri dari protein dan enzim. Selama siklus hidupnya nematoda mengalami empat kali pergantian kutikula. Di bawah kutikula terdapat epidermis (Mustika, 2003: 24).

Sistem saraf nematoda telah berkembang dengan baik, susunan urat saraf utama yaitu cincin saraf (*nerve ring*) yang terdapat melingkar pada *isthmus* (bagian esophagus yang menyempit). Lubang mulut terdapat pada ujung anterior, biasanya terdiri dari 6 buah bibir, tetapi terkadang hanya 3 bibir, dengan bentuk yang bervariasi. Nematoda parasit umumnya ditandai dengan lembing mulut atau stilet yang digunakan untuk melukai jaringan tanaman. Sistem pencernaan nematoda terdiri atas tiga bagian yang utama ialah *esophagus*, intestinum (usus) dan rektum. Sebagian besar nematoda parasit termasuk dalam ordo *Tylenchida*, yang umumnya mempunyai *esophagus* yang terdiri atas tiga bagian utama yaitu *corpus*, *isthmus* dan basal bulbus (Triharso, 1995).

Sistem reproduksi nematoda telah berkembang dengan baik. Alat kelamin betina biasanya terdiri atas satu atau dua buah ovarium, spermatheca, oviduct, uterus, dan bermuara pada vulva yang juga terletak pada tubuh nematoda bagian ventral. Sedangkan alat kelamin jantan umumnya terdiri atas satu testis, sepasang spicula (bangunan *sclerotium* yang digunakan pada waktu kopulasi), gubernaculum (bagian

yang berfungsi menggerakkan spicula). Seringkali nematoda jantan mempunyai alat tambahan yang disebut *bursa* yang berfungsi untuk memegang nematoda betina pada waktu kopulasi. Bagian akhir dari usus nematoda jantan dengan alat reproduksi membentuk bangunan yang disebut cloaca (muara dari dua bagian tubuh nematoda) (Triharso, 1995). Bagian bagian nematoda tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber: Castilo, 2007: 86

Gambar 0.1 Morfologi Nematoda *Pratylenchus coffeae*. A: Stilet betina; B: tubuh betina; C: bagian anterior betina; D: bagian lateral betina; E: bagian paringear betina; F: daerah vulva; G: bagian paringear jantan; H: Bentuk kepala betina; I-L: macam-macam ekor betina; M: ekor jantan.

Akar tanaman kopi yang terserang nematoda luka akar, *P. coffeae* warnanya tidak putih tetapi kuning, kemudian berubah menjadi coklat, sedangkan akar lateralnya busuk. Luka pada akar tersebut berakibat merusak seluruh sistem perakaran kopi sehingga menghambat penyerapan hara dari dalam tanah. Daun menunjukkan gejala klorosis (menguning) dimulai dari daun yang terletak dekat batang, kemudian cabang-cabang utama tumbuh sedikit, dan batang pohon menjadi mudah digoyang karena akarnya habis, akhirnya tanaman mati (Campos, *et al.*, 1992). Agak sulit dibedakan gejala serangan nematoda *P. coffeae* dengan *R. similis*. Pada bibit dan tanaman muda pertumbuhan tanaman menjadi lambat, tanaman kurus dan kerdil, daun mengecil serta klorosis. Pada daun timbul bercak nekrosis berwarna coklat tua seperti terbakar, dimulai dari ujung daun. Tanaman muda kopi Arabika yang terserang berat akan mati sebelum dewasa, atau paling lama setelah berbuah pertama, diawali dengan gejala menguningnya daun. Hal ini berkaitan dengan sebaran populasi nematoda tersebut mulai permukaan tanah hingga kedalaman 30 cm, dimana akar kopi muda sebagian besar berada pada zona kedalaman yang sama. Dalam hamparan pertanaman kopi dewasa, gejala menguning tampak dalam blok-blok tertentu mengikuti jalannya aliran air. Gejala kerusakan di perparah jika tanaman kopi tidak berpenaung, serta kurang hara (tidak dipupuk) sehingga tanaman menunjukkan gejala kerusakan lebih parah (Hulupi, 2008: 19-21).

2.1.2 Klasifikasi *Pratylenchus coffeae*

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Nematoda
Class	: Adenophorea
Subclass	: Diplogasteria
Order	: Tylenchida
Family	: Pratylenchidae
Genus	: Pratylenchus
Spesies	: <i>Pratylenchus coffeae</i> (ITIS, 2015)

2.2 Organisme pengganggu Tanaman Kopi Arabika

P. coffeae dan *R. similis* yaitu jenis nematoda endoparasit yang berpindah-pindah. Daur hidup *P. coffeae* sekitar 45 hari dan *R. similis* 1 bulan. Nematoda parasit dapat menyebar dari satu tempat ke tempat lain melalui aliran air atau tanah yang terbawa pada alat-alat pertanian dan pekerja kebun. Pada umumnya tanaman kopi menunjukkan ciri-ciri terserang nematoda. Banyak tanaman kopi yang terserang oleh beberapa organisme pengganggu tanaman. Penyakit karat daun kopi disebabkan oleh *Hemelia vastatrix* yang dapat menyerang dipembibitan sampai tanaman dewasa. Gejala tanaman terserang, daun yang sakit timbul bercak kuning kemudian berubah menjadi coklat. Permukaan bercak pada sisi bawah daun terdapat uredospora seperti tepung berwarna jingga. Pada serangan berat pohon tampak kekuningan, daunnya gugur akhirnya pohon menjadi gundul. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *C. coffeicola* yang dapat muncul di pembibitan sampai tanaman dewasa serta menyerang buah kopi. Daun yang sakit timbul bercak berwarna kuning yang tepinya dikelilingi halo (lingkaran) berwarna kuning. Buah yang terserang timbul bercak berwarna coklat, biasanya pada sisi yang lebih banyak menerima cahaya matahari. Bercak ini membusuk dan dapat sampai ke biji sehingga menurunkan kualitas (Departemen Pertanian, 2002: 37).

Kutu tempurung (*Coccus viridis*) mengeluarkan embun madu, yang menyebabkan timbulnya cendawan jelaga yang akan menutup daun kopi pada pembibitan. Selain menutupi daun, embun jelaga juga akan menutupi buah kopi sehingga akan mempengaruhi proses asimilasi. Kutu tempurung juga menyerang tunas di bagian bawah daun, terutama dekat tulang daun dan buah muda. Kutu mengisap cairan tanaman sehingga tanaman menjadi kerdil dan daun baru lambat tumbuh akhirnya tanaman mengering dan layu. Kutu daun (*Aphis gossypii*) berkoloni di bawah permukaan daun atau di sela-sela daun kopi, seperti yang terlihat pada. Kutu daun menyebabkan tanaman kopi menjadi kerdil, daun keriting menggulung, dan mozaik. Kutu daun dapat menusukkan bagian mulutnya ke daun dan batang, lalu mengisap nutrisi tumbuhan inang sehingga tunas-tunas yang dimakan daunnya menjadi

terganggu (Rimayani, 2013: 162-163).

2.3 Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

2.3.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi Arabika

Kondisi lingkungan tumbuh tanaman kopi yang paling berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kopi adalah tinggi tempat dan tipe curah hujan. Oleh karena itu, jenis tanaman kopi yang ditanam harus disesuaikan dengan kondisi tinggi tempat dan curah hujan di daerah setempat (Ernawati, *et al.*, 2008).

2.3.2 Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat sebenarnya tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Ketinggian tempat yang sesuai untuk lahan kopi Arabika adalah 1.000 sampai dengan 2.000 m dpl (PPKKI, 2008). Selain itu ketinggian tempat dapat berpengaruh terhadap suhu bagi pertumbuhan tanaman kopi. Oleh karena itu kopi Arabika sebaiknya ditanam pada ketinggian di atas 750 mdpl (Yardha dan Karim, A. 2000). Tanaman kopi Arabika menyukai dataran tinggi atau suhu rendah. Suhu udara diperkirakan berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut. Semakin tinggi tempat, semakin rendah suhu udara rata-ratanya. Titik nol dari ketinggian tempat diukur dari permukaan laut. Disebutkan bahwa bila data suhu pada suatu daerah belum tersedia, maka dapat diketahui dengan menggunakan faktor ketinggian tempat (Ellyanti, 2012: 46-47).

2.3.3 Suhu

Faktor suhu merupakan faktor berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman kopi, terutama pembentukan bunga dan buah serta kepekaan terhadap serangan penyakit. Suhu di atas 35⁰ C dan sebaliknya suhu dingin beku akan dapat mematikan dan merusak panen tanaman kopi. Pada umumnya tanaman kopi menghendaki suhu berkisar antara 15-30⁰C, namun dalam usaha pengembangannya perlu diperhatikan bahwa tanaman kopi Arabika menghendaki suhu harian 15-25⁰C dan dengan suhu di atas 25⁰C akan dapat menghambat proses fotosintesis tanaman kopi

sehingga akan dapat berpengaruh pada rendahnya produktivitas tanaman (Siswoputranto, 1993).

2.3.4 Curah hujan

Curah hujan umumnya akan berpengaruh terhadap ketersediaan air yang sangat dibutuhkan tanaman. Tanaman kopi Arabika tumbuh optimum di daerah dengan curah hujan 2.000-4.000 mm/tahun (Ernawati, *et al.*, 2008). Tanaman kopi Arabika menghendaki tanah gembur, subur, dan kaya bahan organik. Kopi Arabika dapat tumbuh baik pada tanah dengan kelerengan kurang dari 45%, kedalaman efektif lebih dari 100 cm, tekstur tanah lempung berpasir (loamy) dengan struktur lapisan atas remah (PPKKI, 2008).

2.3.5 Klasifikasi Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Gentianales
Family	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L (ITIS, 2015)

2.4 *Micorrizha Helper Bacteria* (MHB)

2.4.1 Deskripsi *Micorrizha Helper Bacteria* (MHB)

Micorrizha Helper Bacteria (MHB) merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza menjalankan perannya. Bakteri dikatakan MHB ketika bakteri itu bersifat endofit dengan kata lain bakteri tersebut harus berada di salah satu bagian tubuh mikoriza, dan berperan terhadap perkembangan mikoriza. Simbiosis mikoriza bukan hanya hubungan antara fungi pembentuk mikoriza dan tanaman inang namun melibatkan organisme pendukung lainnya seperti bakteri. Eksudat MHB sering kali merangsang perkecambahan spora fungi. Xavier dan Germida (2003) mengamati

bahwa sebagian besar bakteri dari dinding sel spora mikoriza mampu meningkatkan perkecambahan spora *Glomus clarum* ketika terjadi kontak langsung antara spora dan bakteri, sementara sebagian isolat bakteri menghambat perkecambahan spora dengan menghasilkan volatile antagonistik.

MHB dapat berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karena MHB merupakan bakteri yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman. Rhizobakteri pemacu tumbuh tanaman yang lebih populer disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang secara aktif mengkolonisasi rizosfir (Rahni, 2012: 27-30). Mekanisme MHB dalam mengendalikan nematoda puru akar dengan mensekresikan enzim ekstraseluler tertentu yang dapat membantu berinteraksi dengan mikoriza, tanah, akar maupun patogen yang ada didalam tanah. Kandungan enzim yang berperan dalam mengendalikan nematoda adalah kitinase yang dihasilkan oleh *P. diminuta* dan *B. subtilis*. Enzim kitinase bekerja dengan dua cara yaitu mendegradasi kitin secara acak dari dalam molekul sehingga menghasilkan molekul pendek hasil perpecahan kitin dan dengan memotong kitin dari ujung non reduksinya saja sehingga dapat menghancurkan dinding tubuh nematoda yang terbuat dari kitin (Haliza *et. al*, 2012: 2-4).

2.4.2 *Bacillus subtilis*

Karakteristik *B. subtilis*

B. subtilis merupakan salah satu bakteri yang dapat membentuk endospora pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi dirinya. Spora yang terbentuk merupakan struktur bertahan dari *B. subtilis*. Spora ini dapat bertahan dalam waktu yang lama, hingga mencapai puluhan tahun. Namun kemampuan bertahan spora *B. subtilis* dipengaruhi oleh jenis media atau bahan yang digunakan untuk penyimpanan. Koloni dari *B. subtilis* berbentuk tidak beraturan dengan pinggiran bergerigi (Sulistiani, 2009). Bakteri *B. subtilis* adalah jenis bakteri yang umum ditemukan di tanah, air, udara dan materi tumbuhan yang terdekomposisi. Termasuk kelompok bakteri gram positif, aerobik, mampu membentuk endospora. *B. subtilis* memiliki kemampuan

memproduksi antibiotik dalam bentuk lipopeptida, salah satunya adalah iturin. Iturin membantu *B. subtilis* berkompetisi dengan mikroorganisme lain dengan cara membunuh mikroorganisme lain atau menurunkan tingkat pertumbuhannya. Iturin juga memiliki aktivitas fungisida terhadap patogen. Serta menghasilkan subtilin sebagai antibiotik yang digunakan untuk menekan populasi bakteri patogen.

Pada beberapa penelitian ditemukan bahwa penambahan *B. subtilis* perairan dapat meningkatkan kualitas perairan dengan mengurangi konsentrasi CO₂ perairan. Penggunaan *B. subtilis* pada tambak udang menunjukkan bahwa *B. subtilis* mampu meningkatkan kesintasan larva udang windu dan mencegah dari penyakit vibriosis akibat *Vibrio harveyi*. Penggunaan *B. subtilis* sebagai agen hayati sudah banyak dilakukan. Hal ini dikarenakan kelompok bakteri ini menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat menekan patogen (Backman *et al*, 1994).

Klasifikasi *Bacillus subtilis*

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Posibacteria
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: Bacillus
Spesies	: <i>Bacillus subtilis</i> (ITIS, 2015)

2.4.3 *Pseudomonas diminuta*

Karakteristik Umum *P. diminuta*

Bakteri *Pseudomonas sp.* merupakan bakteri hidrokarbonoklastik yang mampu mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon. Asam asetat yang dihasilkan oleh *P. diminuta* dalam medium cukup tinggi, karena asam asetat akan banyak dibentuk oleh mikroorganisme dalam kondisi kurang oksigen, sehingga NADH₂ yang terbentuk pada reaksi glikolisis ataupun lintasan metabolisme yang lain akan mereduksi asetil coA menjadi asam asetat (Candra, 2008 : 234).

Mikroorganisme yang berfungsi sebagai penyedia unsur hara di dalam tanah di antaranya adalah kelompok penyedia unsur hara N dan pelarut P (phosphorus solubilizing organism). Kelompok penyedia unsur N mencakup: *Azotobacter chroococcum*, *Azomonas argilis*, *Azotobacter beijeriienckii*, *Azospirillum lipoperum*, *Azospirillum brasilense*, *Blue Green Algae*, *Rhizobium japonicum*, *Rhizobium lupini*, dan *Rhizobium leguminosarum*. Sedangkan kelompok pelarut P adalah: *Aspergillus niger*, *Bacillus megaterium*, *Lolium multiflorum*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas diminuta*, dan *Penicillium* sp. Sehingga bakteri *P. diminuta* dapat digunakan sebagai pelarut fosfat didalam tanah (Prihatini, 1990: 21).

Bakteri pelarut fosfat (*P. diminuta*) telah terbukti dapat meningkatkan fosfat (P) larut di dalam tanah, termasuk pada tanah yang terlalu banyak mengikat P sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian lingkungan yang lebih baik (aerasi, sumber karbon dan unsur-unsur lain, pH, air) akan dapat lebih meningkatkan efektifitasnya dalam melarutkan P di dalam tanah. Penggunaan beberapa media pembawa seperti kompos, zeolite dan kompos, gambut dan bahan molase menunjukkan cukup efektif terhadap daya hidup dan aktivitas dalam melarut fosfat (Winarso, 2014: 1).

P. diminuta merupakan bakteri gram negatif yang sudah terbukti mampu menurunkan populasi nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) pada tanaman kentang (Asyiah *et al.*, 2010). Selain itu *P. diminuta* juga termasuk bakteri pemacu pertumbuhan tanaman PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) karena menghasilkan giberellin dan sitokinin (Asyiah *et al.*, 2010). MHB *B. coagulans* bersama dengan *Glomus aggregatum* mampu mereduksi nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*). Sinergisme MHB dan mikoriza dalam mengendalikan nematoda parasit perlu dikaji lebih lanjut pada nematoda parasit lain seperti *P. coffeae*, terlebih lagi *P. diminuta*. Selain sebagai agen pengendali nematoda parasit, *P. diminuta* juga merupakan MHB dan PGPR sehingga mempunyai potensi besar dalam mengendalikan nematoda *P. coffeae* yang menyerang akar tanaman kopi.

Klasifikasi *Pseudomonas diminuta*

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Pseudomonadales
Famili	: Pseudomonadaceae
Genus	: Pseudomonas
Spesies	: <i>Pseudomonas diminuta</i>

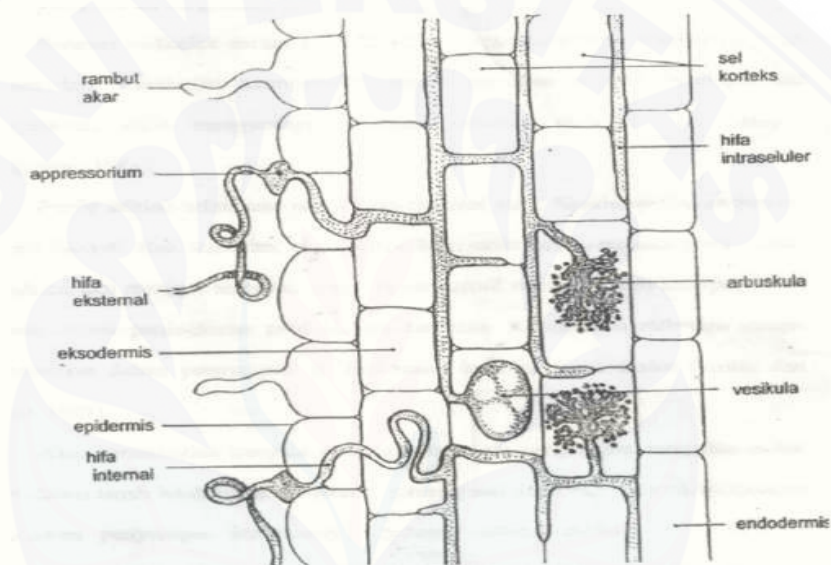
2.5 Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) *Glomus* spp.

2.5.1 Karakteristik Mikoriza

Mikoriza adalah simbiosis mutualistik, hubungan antara fungi dan akar tanaman. Beberapa fungi membentuk mantel yang melindungi akar. Akar-akar tanaman mengantarkan bahan-bahan ke fungi (sebagian sebagai eksudat-oksidad), dan fungi membantu meneruskan nutrisi-nutrisi dan air ke akar tanaman. Hifa fungi keluar dari perakaran tanaman hingga mencapai tanah dan membantu menyerap beberapa unsur hara tertentu untuk selanjutnya ditransmisikan ke tanaman, terutama hara-hara yang tidak mobil seperti posfat (P), seng (Zn), tembaga (Cu), dan molibdat (Mo) (Talanca, 2010: 355).

Spora MVA dalam tanah dapat saja berkecambah secara spontan jika lingkungannya mendukung akan tetapi hifa akan sangat terbatas pertumbuhannya tanpa tanaman inang. Tanaman yang ketergantungan akan unsur fosfat tinggi akan cenderung berasosiasi dengan mikoriza. Cahaya dan temperatur merupakan unsur iklim yang sangat mempengaruhi proses kolonisasi MVA. Temperatur optimum bagi perkembangan spora untuk *Glomus* spp. adalah 20 °C. Sedangkan faktor tanah yang berpengaruh adalah keasaman tanah dan kandungan unsur hara terutama P dan N. Kandungan unsur hara di dalam tanah mempengaruhi pertumbuhan MVA.

MVA mempunyai struktur yang terdiri dari hifa eksternal, internal, gelung, vesicular dan arbuskular. Hifanya tidak bersekat, dan tumbuh diantara sel-sel korteks dan didalamnya bercabang-cabang. Hifa MVA tidak masuk sampai jaringan stele, dan didalam sel yang terinfeksi terbentuk hifa yang bergelembung dan apabila bercabang-cabang maka disebut arbuskular. Arbuskular inilah yang diduga sebagai alat pemindah unsur hara (Talanca, 2010: 354). Hal tersebut dapat dilihat dari Gambar 2.2 dibawah ini.



Sumber : Brundret, *et all.*, 1994

Gambar 0.2 Penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi MVA

Pengendalian hayati berbagai penyakit oleh mikoriza dapat dipengaruhi beberapa mekanisme yang terjadi pada akar tanaman seperti perbaikan gizi tanaman, terjadinya peningkatan serapan hara menghasilkan tanaman yang lebih baik sehingga dapat melawan atau bersifat toleran terhadap penyakit, kompetisi hara dan tempat infeksi pada tanaman inang seperti patogen cendawan akar dapat menempati sel-sel korteks akar yang berdekatan dengan yang dikolonisasi MVA sehingga tidak ada kompetisi, perubahan morfologi dan jaringan akar misalnya menunjukkan adanya peningkatan

lignifikasi pada sel-sel endodermis perubahan susunan kimia jaringan tanaman, perubahan fisiologis dapat juga terlibat pada pengaruh lokal terhadap patogen akar, stres lingkungan mempengaruhi terjadi dan beratnya penyakit tanaman biotis. MVA meningkatkan toleransi terhadap stress seperti itu dengan berbagai mekanisme. MVA dapat secara biologis mengurangi penyakit berdasarkan kemampuannya untuk mengurangi pengaruh faktor stress seperti stress hara, kekeringan dan keracunan tanah (Dehne, 1978).

Keberadaan dan kolonisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, faktor-faktor tersebut antara lain:

1) Cahaya dan Fotoperiodesitas

Intensitas cahaya dan panjang hari yang lama akan memperbaiki kolonisasi dan produksi spora pada. Meningkatnya koloni dari mikoriza adalah akibat meningkatnya proses fotosintesis yang berakibat pada meningkatnya konsentrasi karbohidrat di dalam akar atau meningkatnya senyawa-senyawa eksudat. Untuk memaksimalkan produksi inokulum mikoriza perlu memaksimalkan fotosintesis inang dan cahaya. Adanya naungan yang berlebihan terutama untuk tanaman yang senang cahaya dapat mengurangi kolonisasi akar dan produksi spora, selain itu respon tanaman terhadap fungi mikoriza akan berkurang. Hal ini disebabkan adanya hambatan pertumbuhan dan perkembangan internal hifa dalam akar yang berakibat terbatasnya perkembangan eksternal hifa pada rizosfer (Setiadi, 2001).

2) Suhu

Suhu berpengaruh terhadap kolonisasi yakni pada perkembangan spora, penetrasi hifa pada sel akar dan perkembangan pada korteks akar, selain itu suhu juga berpengaruh pada ketahanan dan simbiosis. Semakin tinggi suhu semakin besar terbentuknya kolonisasi dan meningkatnya produksi spora. Schenk dan Schroder (1974) menyatakan bahwa suhu terbaik untuk perkembangan arbuskula yakni pada suhu 30°C tetapi untuk koloni miselium terbaik berada pada suhu 28–34°C, sedangkan perkembangan bagi vesikula pada suhu 35°C.

3) Kandungan air tanah

Kandungan air tanah dapat berpengaruh baik secara langsung atau tidak langsung terhadap kolonisasi dan pertumbuhan fungi mikoriza. Pengaruh secara langsung tanaman bermikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air. Sedangkan pengaruh tidak langsung karena adanya miselia eksternal menyebabkan fungi mikoriza efektif dalam mengagregasi butir-butir tanah, kemampuan tanah menyerap air meningkat. Penjenuhan air tanah yang lama berpotensi mengurangi pertumbuhan dan kolonisasi fungi mikoriza karena kondisi yang anaerob.

4) Kemasaman Tanah

Fungi mikoriza pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian adaptasi masing-masing spesies fungi mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan. Perkembangan fungi mikoriza pada pH optimum berbeda-beda tergantung pada adaptasi fungi mikoriza terhadap lingkungan. Aktivitas enzim yang berperan dalam perkecambahan spora fungi mikoriza dapat dipengaruhi oleh pH (Setiadi, 2001).

2.6 Peranan Mikoriza dan MHB dalam Mengendalikan Nematoda Parasit

Inokulasi ganda antara mikoriza dan MHB dalam mengendalikan nematoda parasit memberikan hasil yang baik. Hal ini dikarenakan adanya interaksi positif antara peran mikoriza dan bakteri dalam MHB untuk meningkatkan hormone-hormon pertumbuhan tanaman (fitohormon) sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal. Peranan bakteri MHB juga mampu meningkatkan infeksi mikoriza terhadap akar tanaman inang. Eksudat MHB sering kali merangsang perkecambahan spora fungi (Henny, 2015: 86). Sebagian besar bakteri dari dinding sel spora MVA mampu meningkatkan perkecambahan spora mikoriza (Xavier, 2003). Mikoriza berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman karena adanya hifa eksternal ini dapat memperluas daerah penyerapan air oleh akar sehingga pertumbuhan tanaman

tersebut akan lebih optimal (Nurhayati, 2010). Bakteri MHB juga sebagai agen pengendalian hayati dan sebagai agen biokontrol.

Mikroba-mikroba yang berada dalam rhizosfir membangun interkasi diantara sesamanya dan juga membentuk interkasi antara mikroba dengan tanaman sehingga membentuk suatu hubungan mikroba-mikroba dengan tanaman. Interaksi mikroba-tanaman yang menguntungkan dalam zona rhizosfir tersebut akan menentukan kesehatan tanaman dan kesuburan tanah (Tojlander, 2006).

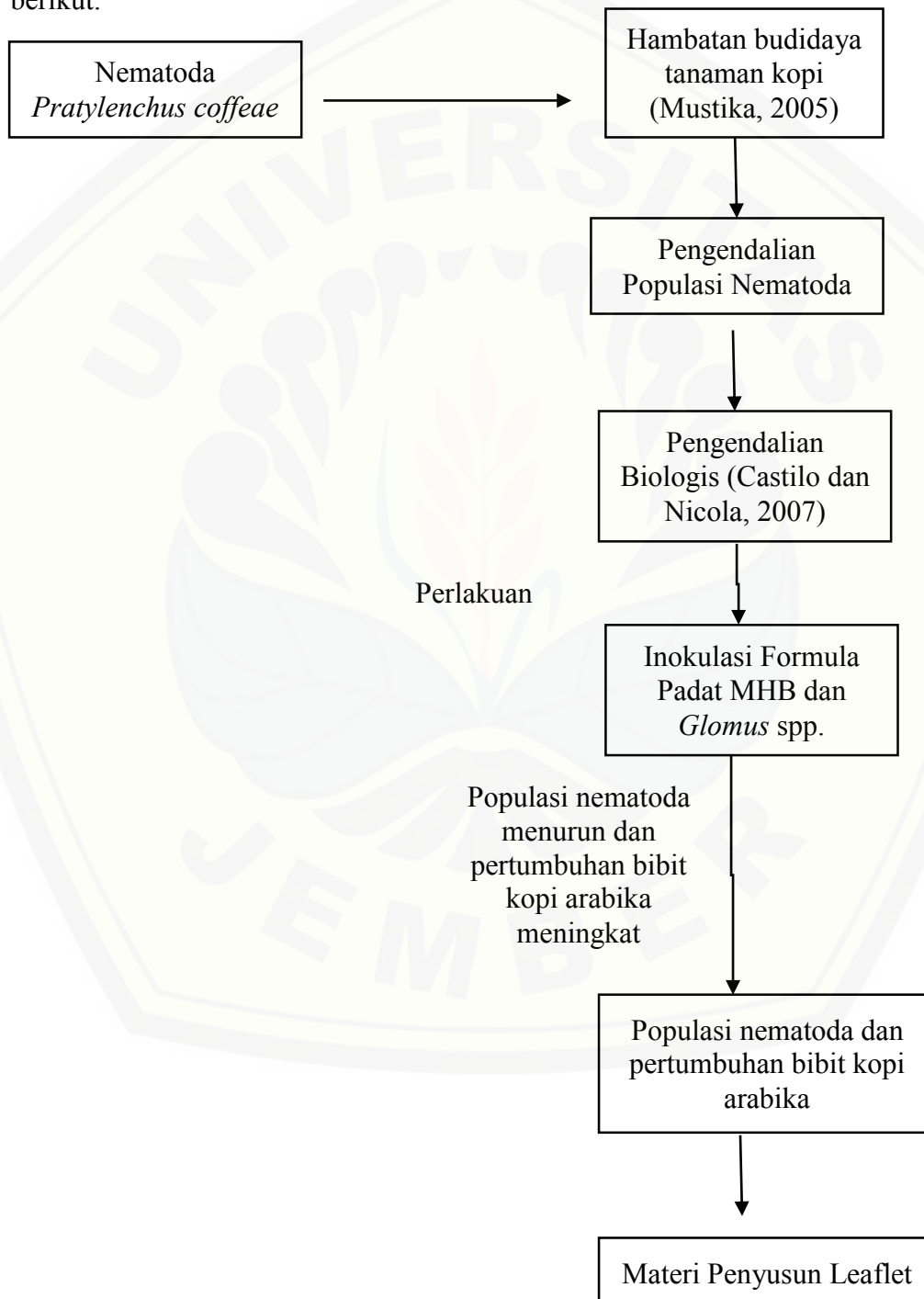
2.7 Leaflet

Dalam sebuah komunikasi terdapat beberapa komponen agar dapat terjadi sebuah proses komunikasi. Terdapat 5 komponen komunikasi yaitu adalah komunikator, pesan, media, komunikan serasat pengaruh. Media mempunyai peran sebagai sarana untuk menyalurkan pesan atau informasi dari pengirim kepada penerima pesan. Media mempunyai peran yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan proses penyampaian pesan dari komunikator kepada komunikan. Pemilihan media yang tepat akan membantu keberhasilan proses tersebut. Dalam dunia komunikasi terdapat beberapa macam media yang disebar luaskan. Menurut Jayanti (2010), berdasarkan fungsinya media dibagi menjadi media cetak seperti booklet, leaflet, flayer, flip chart, rubrik, dan foto. Media elektronik seperti televisi, radio, video, dan slide.

Salah satu media yang sering digunakan oleh berbagai pelayanan publik adalah media leaflet. Leaflet merupakan media penyampaian informasi atau pesan melalui lembaran yang dilipat dengan ukuran relatif kecil. Penyebarannya dilakukan dengan cara dibagikan (Pujiriyanto, 2005). Leaflet bersifat praktis, mudah dibawa, mudah disimpan dan mudah dibaca dimanapun dalam waktu lama. Leaflet berfungsi sebagai alat sederhana pengingat pesan dimana pembaca dapat belajar secara mandiri.

2.8 Kerangka Berpikir

Hipotesis penelitian ini dirumuskan dalam suatu kerangka teoritis yaitu sebagai berikut.



2.9 Hipotesis

Dalam penelitian ini maka dapat dijabarkan jawaban sementara berdasarkan rumusan masalah diantaranya yaitu:

- 1) Pemberian mikoriza (*Glomus* spp.) dan fomula padat MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) mampu menurunkan jumlah populasi nematoda yang menyerang tanaman kopi arabika dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.
- 2) Pemberian formulasi padat MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) dengan dosis 20 g mikoriza (*Glomus* spp.) mampu meningkatkan pertumbuhan kopi arabika.
- 3) Leaflet hasil penelitian tentang pemberian mikoriza (*Glomus* spp.) dan fomula padat MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) mampu mengurangi jumlah populasi nematoda yang menyerang tanaman kopi arabika layak digunakan sebagai sumber informasi khususnya untuk para petani kopi.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimental laborator di lanjutkan dengan penyusunan leaflet.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian tentang uji mikoriza *Glomus* spp. dan formula padat *Mycorrhiza Helper Bacteria* terhadap *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi arabika dilakukan di Sub Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember untuk persiapan formulasi bakteri, Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, kecamatan Jenggawah, kabupaten Jember untuk pembenihan dan persiapan nematoda, *Green House* Istana Tidar untuk penelitian pertumbuhan bibit kopi.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 bulan dimulai dari 25 Oktober 2015 hingga 25 Januari 2016.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian mikoriza ditambah formula padat MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) yang akan diberikan ke bibit kopi arabika.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun, diameter batang (mm), skor kerusakan akar, berat basah tajuk, berat kering tajuk, derajat infeksi, jumlah nematoda *P. coffeae*.

3.3.3 Variabel kontrol atau variabel Kendali

Variabel kontrol atau variabel kendali pada penelitian ini yaitu media tanam yang digunakan merupakan tanah yang sama, bibit kopi yang digunakan adalah bibit kopi yang berasal dari tempat persemaian yang sama yaitu bibit kopi jenis arabika yang berumur 2 bulan dan berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember, sumber Nematoda *P. coffeae* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari akar tanaman kopi pada bedengan bibit tanaman kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember dan berada dalam stadium juvenil sampai dewasa yang jantan maupun betina, sumber air penyiraman tanaman kopi yang digunakan merupakan sumber air dari daerah yang sama.

3.4 Definisi Operasional

Peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian agar tidak menimbulkan pengertian ganda terhadap pembaca. Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mikoriza merupakan jamur yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman dalam penelitian ini menggunakan *Glomus* spp.
- b) *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) merupakan agen hayati untuk menyerang nematoda pada bibit kopi arabika yang ditumbuhkan pada media alami dalam bentuk formula padat yaitu *P. diminuta* dan *B. subtilis*.
- c) Nematoda *P. coffeae* merupakan salah satu nematoda yang digunakan sebagai variabel terikat dalam penelitian. *P. coffeae* merupakan nematoda parasit tanaman yang merusak atau melukai akar pada bibit kopi.
- d) Pertumbuhan bibit adalah peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada bibit tanaman berupa perubahan ukuran, bentuk dan volume yang bersifat irreversibel (tidak dapat kembali pada bentuk semula).

- e) Leaflet merupakan suatu media yang berfungsi untuk menyalurkan informasi tentang dalam hal ini uji mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) yang mampu mengurangi jumlah populasi nematoda yang menyerang tanaman kopi arabika.

3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yaitu pemberian *Glomus* spp. dan formula padat MHB. Dalam penelitian ini setiap perlakuan terdiri dari 6 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 2 tanaman. Pengujian terhadap mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat MHB terdiri atas:

- 1) m_0 = 0 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g (Kontrol)
- 2) m_1 = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g
- 3) m_2 = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 20 g
- 4) m_3 = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 30 g

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari formulasi hingga pengujian pada tanaman kopi yaitu erlenmeyer, pengaduk/spatula, tabung reaksi, *laminar air flow*, shaker, vortex, beaker glass, autoclave, penangas listrik, pot, gelas ukur 10 ml, mikroskop, *counting disk*, penghitung (*counter*), *stopwatch*, neraca ohaus, camera digital, penggaris, timbangan analitik, inkubator, oven, lemari es, autoclave, gunting, pemanas bunsen, rak tabung, korek api, mikropipet 1 ml, jarum ose, botol semprot, thermohigrometer, kaca benda dan kaca penutup, spatula, tip biru dan selotip plastik.

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kopi jenis arabika, bibit kopi arabika yang berumur 2 bulan, isolat bakteri *B. subtilis*, isolat bakteri

P. diminuta, *Glomus* spp., Nematoda *P. coffeae*, medium NB (*Nutrien Broth*), medium NA (*Nutrien Agar*), Lactogliserol, molase, alkohol, aquades, blotong, aluminium foil, gula, kaolin, tanah dan pasir steril.

3.7 Prosedur penelitian

3.7.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian dilakukan di tempat penelitian yaitu di *Green House* Perumahan Istana Tidar, Kaliurang. Tahap persiapan pembenihan tanaman kopi dan persiapan nematoda dilaksanakan di laboratorium perlindungan tanaman dan kebun percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Sedangkan tahap persiapan bakteri di Laboratorium Sub Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Jember. Menimbang mikoriza (*Glomus* spp.) 100 spora seberat 9,09 g.

3.7.2 Persiapan Penanaman Bibit Kopi Arabika

Menyemaikan benih kopi arabika pada bak besar yang berisi media tanam pasir yang sudah disterilkan. Tujuannya agar mendapatkan bibit kopi yang homogen. Setelah benih kopi tumbuh dan berumur 2 bulan, bibit kopi dipindahkan ke dalam pot plastik dengan diameter 15,3 cm dan berat 1100 gram yang sudah berisi media tanam. Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 8-10 cm, akar bibit kopi dimasukkan ke dalam lubang tanam, ditimbun dengan tanah dan tekan di sekitar akar tanaman kopi. Tiap pot tanaman kopi berisi 1 tanaman. Tanaman ditumbuhkan dan dirawat dalam pot tersebut selama 2 minggu sebelum aplikasi dilakukan. Medium tanah yang digunakan terdiri dari tanah, pasir dan pupuk dengan perbandingan 1:1:1 yang sudah disterilisasi menggunakan autoclave.

3.7.3 Persiapan Nematoda *P. coffeae*

P. coffeae diambil dari tanaman kopi yang terserang nematoda selanjutnya diekstrak dengan metode baermann di laboratorium perlindungan tanaman dan kebun percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan

Jenggawah, Kabupaten Jember. Langkah ekstraksi nematoda dengan menggunakan metode baermann sebagai berikut:

- a. Mengambil akar dari tanaman yang terserang nematoda dipisahkan dari sisa-sisa tanah, kotoran lain yang melekat dengan cara mencuci hingga bersih.
- b. Mengkeringanginkan akar.
- c. Memotong akar $\pm 0,5$ cm dengan gunting pangkas hingga diperoleh potongan kecil.
- d. Menimbang hasil potongan akar sebanyak 10 gram.
- e. Memasukkan potongan akar ke dalam beaker plastik ditambahkan air sebanyak ± 10 ml.
- f. Memasukkan potongan akar dengan air ke dalam blender dan dihaluskan sebanyak 2 kali. Penghalusan pertama dan kedua masing-masing 15 detik.
- g. Menyaring hasil penghalusan (f) dengan saringan 40 mesh yang telah dipasang kain panel atau kertas tisu dan ring.
- h. Meletakkan Saringan 40 mesh di dalam piring alumunium, kemudian diisi air sebanyak 100 ml dan diendapkan selama 24 jam.
- i. Menyaring air endapan dengan 2 saringan 325 mesh (0.045 mm). Hasil saringan diendapkan selama 1 jam.
- j. Mengurangi volume (ditap) hingga volume menjadi 100 ml.

3.7.4 Perhitungan Populasi Nematoda *P. coffeae*

Menghitung populasi nematoda dilakukan dibawah mikroskop binokuler dengan cara mengurutkan sesuai dengan jalur yang ada pada cawan penghitung searah jarum jam. Pada penelitian ini digunakan populasi nematoda *P. coffeae* untuk perlakuan dalam setiap pot adalah 50 ekor *P. coffeae*. Perhitungan nematoda tersebut dilakukan di laboratorium Nematodologi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.

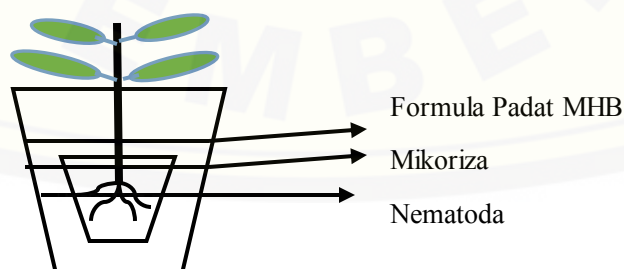
3.7.5 Tahap Formulasi Padat Bakteri

Meremajakan biakan bakteri murni ± 24 jam pada medium NA (*Nutrien Agar*) miring pada tabung reaksi. Perbanyakkan bakteri menggunakan limbah molase. Molase

20 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambah aquadest hingga mencapai volume 100 ml. Meluruhkan hasil peremajaan pada tabung dengan menggunakan ose. Menuangkan 1 ml aquadest hingga menjadi suspensi bakteri. Mengambil 1 ml suspensi bakteri hingga tingkat pengenceran tertentu. kemudian menuangkan 1 ml hasil pengenceran kedalam labu erlenmayer yang sudah berisi medium NB (*Nutrien Broth*) 100 ml. Suspensi pada labu erlenmayer dishaker hingga homogen selama \pm 24 jam dengan kecepatan 100 rpm. Setelah \pm 24 jam, mencampurkan 1 ml molase dan 1 ml suspensi bakteri di dalam aquadest 100 ml. kemudian dishaker hingga homogen selama \pm 72 jam. Setelah \pm 72 jam suspensi kedua bakteri dicampur dengan perbandingan 2:3 antara *P. diminuta* dan *B. subtilis*, didiamkan selama 3 hari untuk pertumbuhan bakteri. Dari hasil formulasi cair di campurkan dengan blotong. Hasil dari konsorsium kedua bakteri siap untuk diaplikasikan ke tanaman kopi arabika setelah diinkubasi selama 3 hari.

3.7.6 Tahap Aplikasi pada Bibit Kopi Arabika

Setelah bakteri pada media blotong diinkubasi selama 3 hari mulai dilakukan aplikasi. Setelah sebagian tanah dikeruk dalam pot diberikan perlakuan sesuai dengan label yang terdapat pada setiap pot. Pada perlakuan paling komplit dengan urutan menyiramkan nematoda pada lapisan kedua mikoriza (*Glomus* spp.) dan pada lapisan paling atas yaitu formula padat MHB. Setelah itu ditutup kembali dengan tanah. Skema penempatan aplikasi formula padat dan mikoriza dalam pot dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Penempatan Aplikasi Formula Padat MHB dan Mikoriza dalam Pot

3.7.7 Pemeliharaan Tanaman Kopi

Pemeliharaan tanaman kopi dilakukan dengan penyiraman dengan air secara berkala dengan selang waktu 2 hari sekali. Setiap selesai penyiraman, dilakukan pengemburan tanah pada media tanam dengan cara mengaduk tanah dengan menggunakan kayu. Pemberian ridomil sebagai fungisida dengan cara mengoleskan pada bagian batang tumbuhan setiap satu minggu sekali.

3.7.8 Penyusunan dan Uji Leaflet

Leaflet merupakan media penyampaian informasi atau pesan melalui lembaran yang dilipat dengan ukuran relatif kecil. Penyebarannya dilakukan dengan cara dibagikan (Pujiriyanto, 2005). Leaflet berfungsi sebagai alat sederhana pengingat pesan dimana pembaca dapat belajar secara mandiri. Dalam penyusunan secara umum kerangka penulisan leaflet yaitu:

- a) Sampul leaflet
- b) Pendahuluan
- c) Isi leaflet (hasil penelitian)
- d) Penutup

Dalam pembuatannya dibutuhkan suatu uji untuk menyempurnakan isi materi yang sesuai dengan hasil penelitian. Pengujian materi tersebut berkaitan dengan penggunaan mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) untuk menekan populasi nematoda khususnya *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika. Berikut validator yang memberikan penilaian (Tabel 3.1).

Tabel 0.1 Validator Penilaian Leaflet

Validator	Peran
A	Ahli Materi
B	Ahli Media

3.8 Parameter penelitian

1) Tinggi Bibit (cm)

Tinggi tanaman diukur setiap 4 minggu sekali sampai berumur 3 bulan setelah tanam. Pengukuran dimulai dari pangkal batang sampai ujung tunas yang baru tumbuh.

2) Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung setiap 4 minggu sekali sampai berumur 3 bulan setelah tanam. Jumlah daun dihitung secara keseluruhan, daun yang masih kuncup atau belum terbuka sempurna tidak turut dihitung.

3) Berat Basah Tajuk

Berat basah tajuk ditimbang pada akhir penelitian, saat tanaman berusia 3 bulan setelah tanam.

4) Berat Kering Tajuk

Berat kering tajuk ditimbang pada akhir penelitian, saat tanaman berusia 3 bulan setelah tanam. Berat kering ini ditimbang setelah tanaman di oven sampai kadar airnya berkurang selama ± 5 hari.

5) Skor Kerusakan Akar

Skor kerusakan akar dilihat dari tingkat kerusakan akar pada akhir penelitian yaitu usia kopi 3 bulan setelah tanam dengan asumsi bahwa akar yang rusak berwarna coklat kehitaman dan umumnya akar lateralnya habis. Pengamatan dilakukan menggunakan metode skoring yaitu dengan skala nilai skor 0-5, dengan asumsi 0 berarti tanaman sehat dan nilai 5 tanaman mati. Nilai intensitas serangan dalam bentuk skor dikonversi menjadi presentasi tingkat serangan menggunakan rumus Townsend-Heuberger yaitu:

$$\text{Intensitas serangan} = \frac{\sum(n.v)}{(i.n)} \times 100 \%$$

Keterangan :

v = nilai skor

i = nilai skor tertinggi

n = jumlah tanaman masing-masing nilai skor yang diamati

N = jumlah total tanaman yang diamati

6) Derajat infeksi mikoriza *Glomus* spp.

Pengamatan infeksi mikoriza akar dimulai dengan pembongkaran akar yang telah berumur 3 bulan. Akar pada setiap perlakuan dimasukkan kedalam plastik yang telah diberi label. Akar yang telah dibersihkan dari tanah diletakkan di atas kertas dan dipotong dengan panjang 3 cm. Setelah pengguntingan selesai, menyiapkan 1-2 gram akar untuk proses pewarnaan.

Kemudian akar tersebut dimasukkan kedalam kain kasa untuk memulai pewarnaan. Larutan safranin yang akan dijadikan sebagai pewarna dididihkan di atas penangas listrik. Setelah mendidih memasukkan akar tersebut hingga 5-15 menit. Akar yang telah terwarnai dimasukkan kedalam air bersih selama 5 menit. Lalu akar dikeluarkan dari kain kasa yang kemudian ditambahkan beberapa tetes gliserin acid. Proses pengamatan dilakukan dengan meletakkan akar di atas kaca benda lalu diamati dibawah mikroskop. Persentasi koloni dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Infeksi Akar} = \frac{\text{jumlah contoh akar yang terinfeksi}}{\text{jumlah seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

7) Perhitungan Jumlah Populasi Nematoda *P. coffeae*

Perhitungan nematoda dimulai setelah pembongkaran bibit kopi. Perhitungan jumlah nematoda dengan menggunakan mikroskop secara manual dengan bantuan *counting disk* atau cawan perhitungan. Sumber yang digunakan dari akar maupun tanah dari bibit tersebut menggunakan metode ekstraksi sentrifuge. Perhitungan dimulai dengan memasukkan larutan yang telah homogen dengan cara dihisap menggunakan pipet sebanyak 10 ml dengan 3 kali pengulangan.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data menggunakan uji ANOVA karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan mikoriza (*Glomus spp.*) formula padat *P. diminuta* dan *B. subtilis* dalam mengendalikan nematoda *P. coffeae*. Perbandingan antar perlakuan dengan kontrol dan perbandingan antar perlakuan dianalisis dengan Anova dengan taraf signifikansi 95% ($p < 0,05$) menggunakan SPSS versi 17. Apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji LSD pada taraf kepercayaan 95%.

3.9.2 Analisi Data Leaflet

Instrumen validasi leaflet divalidasi terlebih dahulu sebelum validasi leaflet dilakukan. Setelah memperoleh nilai dari para validator, data tersebut perlu di analisis validasi. Nilai yang diberikan memiliki rentang 1-4. Berikut adalah tabel analisis validasi:

Tabel 0.2 Skor Analisis Leaflet

Kategori	Skor	Skor Maksimal
Kurang	1	1 x 11 = 11
Cukup	2	2 x 11 = 22
Baik	3	3 x 11 = 33
Sangat Baik	4	4 x 11 = 44

Untuk menentukan rentang skor kriteria validasi leaflet dapat dihitung dengan cara berikut:

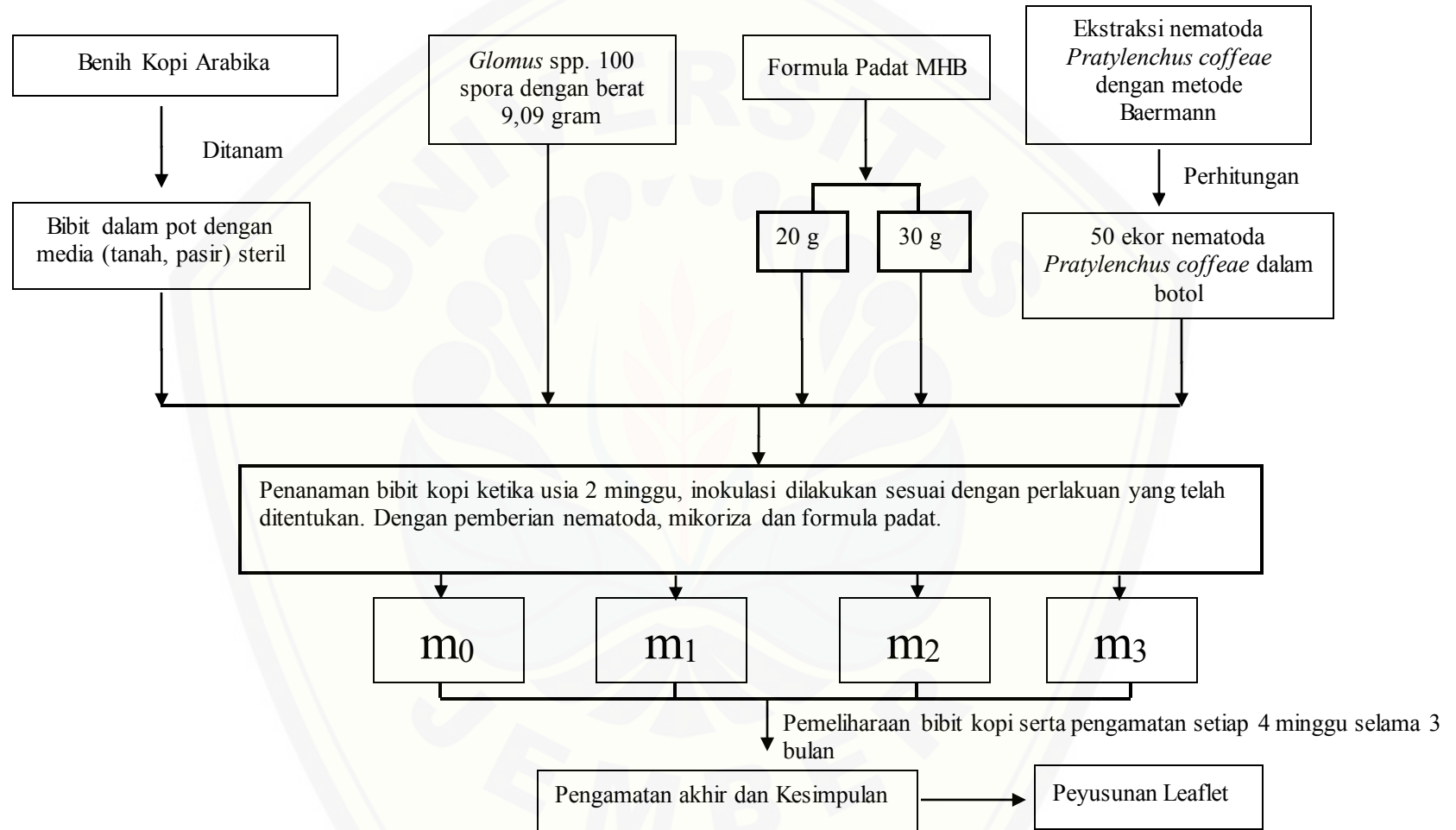
$$\text{Interval skor} = \text{skor tertinggi} - \text{skor terendah} = 44 - 11 = 33$$

$$\text{Rentang skor} = \frac{\text{Interval skor}}{\text{Jumlah kategori skor}} = \frac{33}{4} = 8,25 = 8$$

Tabel 0.3 Kriteria Validasi Leaflet

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Kurang Layak	11 - 18	Semua unsur yang ada tidak sesuai dan banyak kekurangan sehingga perlu banyak perbaikan untuk dijadikan leaflet
Cukup Layak	19 - 26	Terdapat beberapa kesalahan ataupun kekurangan dari unsur yang dituliskan atau materi yang disajikan, sehingga perlu perbaikan untuk digunakan sebagai leaflet
Layak	27 - 34	Semua unsur sudah sesuai walaupun terdapat beberapa kesalahan didalamnya, namun tetap dapat dijadikan sebagai leaflet
Sangat Layak	35 - 44	Semua unsur sangat sesuai dan tidak ada kekurangan maupun kesalahan didalamnya, sehingga sangat layak untuk dijadikan leaflet

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. *Glomus* spp. dan formula padat MHB (*Mycorrhiza Helper Bacteria*) berpengaruh secara signifikan ($p=0,003$) terhadap penurunan populasi *Pratylenchus coffeae*. Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* pada perlakuan pemberian *Glomus* spp. dan formula padat MHB 20 % berkisar 80,6 % bila dibandingkan kontrol. Sedangkan pada pertumbuhan bibit kopi arabika tidak berpengaruh secara signifikan namun perlakuan *Glomus* spp. dan formula padat MHB 20 g cenderung mengalami pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.
2. Dosis formula padat MHB (*Mycorrhiza Helper Bacteria*) yang diberi *Glomus* spp. terbaik adalah perlakuan *Glomus* spp. dan formula padat MHB 20 g dalam menurunkan populasi *P. coffeae* jika dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya.
3. Leaflet tentang mengenai uji mikoriza dan MHB dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika layak digunakan sebagai sumber informasi khususnya para petani kopi.

5.2 Saran

1. Pengujian mikoriza (*Glomus* spp.) dan formula padat MHB ini perlu diujikan dalam skala yang lebih luas lagi sehingga tidak hanya menggunakan bibit kopi arabika saja dan diujikan pada nematoda lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyiah, N. I., Harni,R., Fauzi, I.N., Wiryadiputra, S. 2015. Populasi *Pratylenchus coffeae* (Z.) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* (C.). *Pelita Perkebunan*. 31(1) 2015, 30-40
- Asyiah, N. I., Soekarto, M. Husain, Reginawanti H. 2010. *Biocontrol Of Potato Cyst Nematode Globodera r ostochiensis By Rhizobacter Isolates On Potato*. Dalam Suharsono (ed). *Proceeding of Internasional Biotechnology Seminar*, UMM.
- Backman PA, Brannnen PM and Mahaffe WF.1994. *Plant Respon and Disease Control Followin Seed Inoculation with Bacillus sp*. Di dalam: Ryder MH, Stephen PM, Bowen GD, editor. *Improving Plant Production with Rhizosphere Bacteria*. Australia: Pruc Third Int Work PGPR South Australia, March 7-11 1994.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Gtove, T., dan Malajczuk, N.1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australia: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Campos, V.P.; P. Sivapalan & N.C. Gnanapragasam (1990). *Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea*. p. 387—460. In: M. Luc, R.A. Sikora & J. Bridge (eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB Int, Wallingford, UK.
- Candra, T.S, P. Asna. 2008. Identifikasi dan Kuantifikasi Metabolit Bakteri Pelarut Fosfat dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Tanah Trop.*, Vol. 13 . ISSN 0852-257X : 233-240
- Castilo. P., Nicola. V. 2007. *Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity And Management*.
- Dehne, W. H., Adam, G., Diekmann., M., Frahm, J., Machnik, M. A., and Halteren, V. P., 1997. *Diagnosis and Identification of Plant Pathogens*. Kluwer Academic Publishers, London
- Departemen Pertanian. 2002. *Musuh Alami, Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan

- Ellyanti. 2012. Analisis Indikasi Geografis Kopi Arabika Gayo Ditinjau Dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten. *Jurnal Agrista*. Vol. 16 No. 2.
- Ernawati, W.A Ratna, Slameto, 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor, Indonesia.
- Halifah, U. N., Soelistyono. R., Santoso, M. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik (Blotong) Dan Pupuk Anorganik (Za) Terhadap Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*: Volume 2, Nomor 8
- Haliza, W., Suhartono, M. T. 2012. Karakteristik Kitinase dari Mikrobial. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 8 (1): 1-14
- Heny, N., R. 2015. *Inokulasi Ganda Mycorrhiza Helper Bacteria (MHB) Dan Mikoriza (Glomus Spp.) Dalam Pengendalian Populasi Nematoda Pratylenchus Coffeae, Dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kopi Arabika (Coffea Arabica L.)*. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Hulupi, R. 2007. *Pemuliaan Ketahanan Tanaman Kopi Terhadap Nematoda Parasit*. Review Penelitian Kopi dan Kakao 2008, 24(1), 16—34. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Hulupi, R., Mulyadi. 2008. Sebaran Populasi Nematoda Radopholus similis dan Pratylenchus coffeae Pada Lahan Perkebunan Kopi. *Pelita Perkebunan*. No 23(3), 176—182
- Kahfi, K. A., Rahayu, Y., Purnomo, T. 2014. Pertumbuhan Rumput Taman dengan Penggunaan Lumpur Lapindo Sebagai Media Tanam dengan Tambahan MVA *Glomus fasciculatum*. *Lentera Bio*. : Vol. 3 No. 3.
- Kubo, R., K., Silva R., Tomazini M et al. 2003. *Patogenicidade de Pratylenchus coffeae emplantulas de cafeeiro cv. Mundo Novo*. Fitopatol Bras 28 : 41-48
- Mustika, I. 2005. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Perkebunan di Indonesia. *Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. Perspektif Volume 4 Nomor 1, Juni 2005 : 20 - 32.
- Mustika, I. dan Y. Nuryani. 2003. Penyakit-penyakit Utama Tanaman yang Disebabkan Oleh Nematoda. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Makalah pada "Pelatihan Identifikasi dan Pengelolaan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan". *Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT)-HPT*. Institut Pertanian Bogor, 26-29 Agustus 2009.

- Noviana, V.F. 2015. *Uji Kemampuan Mikoriza Glomus spp. Dalam Mengendalikan Nematoda Pratylenchus Coffeae Z. Dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Dengan Aras Pemupukan P Yang Berbeda Pada Kopi Arabika (Coffea Arabica L.)*. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Nurhayati. 2010. Pengaruh Waktu Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular Pada Pertumbuhan Tomat. *Jurnal Agrivigor* 9 (3) 280-284.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008. *Panduan budidaya dan pengolahan kopi arabika Gayo*. Jember : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Prihatini, T. 1990. *Penuntun Penelitian Mikrobiologi Tanah*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Pujiriyanto. 2005. *Desain Grafis Komputer (Teori Grafis Komputer)*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Rahmi, F. A, Maliya, A., Purwati, O.S. 2014. Perbedaan Pengaruh Pendidikan Kesehatan menggunakan Media Leaflet dengan Booklet Terhadap Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Chikungunya Di Desa Trangsan Gatak Sukoharjo. Skripsi. Surakarta: UMS
- Rahni, Nini. 2012. Efek Fitohormon PGPR Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays*). *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*: Vol. 3 No. 2.
- Rismayani, Rubiyo, Ibrahim. M. S. 2013. Dinamika Populasi Kutu Tempurung (*Coccus viridis*) Dan Kutu daun (*Aphis Gossypii*) Pada Tiga Varietas Kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Jurnal Littri* Vol. 19 No. (4).
- Setiadi, Y. 2000. Status Penelitian dan Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskula dan Rhizobium untuk Merehabilitas Lahan Terdegradasi. *Proceeding Seminar Nasional Mikoriza Arbuskular*.
- Siswoputranto, 1993. *Kopi Internasional dan Indonesia*. Kanisius (Anggota IKAPI). Jl. Cempaka 9, Deresan, Yogyakarta.
- Sulistiani, 2009. *Formulasi Spora Bacillus subtilis Sebagai Agens Hayati Dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Pada Berbagai Bahan Pembawa*. Skripsi. Bogor: IPB.
- Sumarsih, Sri. 2003. *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UPN Veteran

- Talanca, H. 2010. Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Tanaman. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. ISSN: 978-979-89-40-29-3
- Tojlander, J. 2006. *Interaction between soil bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi. Swedish university of agricultural science*. Disertation.
- Wahyu. E.R., Purwani. K.I., Nurhatika. S. 2013. Pengaruh *Glomus fasciculatum* Pada Pertumbuhan Vegetatif Kedelai yang Terinfeksi *Sclerotium rolfsii*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*: Vol. 2, No.2, 2337-3520
- Winarso, S. 2014. *Efektivitas Kombinasi Senyawa Humik, Bakteri Pelarut Fosfat, dan Zeolit dalam Memperbaiki Tanah Mineral Masam*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Xavier, Germida. 2003. Bacteria Associated With *Glomus clarum* Spores Influence Mycorrhizal Activity. *Soil Biol Biochem* 35:471-478.

LAMPIRAN

Lampiran A

MATRIK PENELITIAN

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
Uji Mikoriza (<i>Glomus</i> spp.) Formula Padat Mykorizza Helper Bacteria (<i>Pseudomonas diminuta</i> Dan <i>Bacillus subtilis</i>) Terhadap Populasi <i>Pratylenchus coffeae</i> Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika	Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang berbentuk cacing. <i>P. coffeae</i> adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Dalam pemeliharaan dan pengembangan tanaman kopi memiliki berbagai macam hambatan salah satunya hama dan penyakit yang menyebabkan penurunan hasil panen pada budidaya kopi di	1. Apakah mikoriza (<i>Glomus</i> spp.) dan formula padat MHB dapat menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika? 2. Berapakah dosis formula padat MHB yang diberi mikoriza (<i>Glomus</i> spp.) dalam	1. Untuk mengetahui <i>Glomus</i> spp. dan MHB yang sudah menjadi formula padat dapat menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika. 2. Untuk menentukan dosis MHB	1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbedaan dosis formulasi padat (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) yang akan diberikan ke tanaman kopi arabika. 2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun, skor kerusakan akar, berat basah tajuk,	1. Tinggi Tanaman (cm) 2. Jumlah Daun 3. Berat Basah Tajuk 4. Berat basah dan kering tajuk 5. Derajat infeksi 6. Skor kerusakan akar 7. Jumlah populasi nematoda akar dan tanah	1. Untuk menganalisis data hasil penelitian, dipergunakan rancangan acak lengkap dengan 6 perlakuan, 5 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 3 tanaman. 2. Untuk menguji mikoriza dan formula dalam bentuk

<p>Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet</p>	<p>Indonesia. <i>Mycorrhiza Helper Bacteria</i> (MHB) merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza menjalankan perannya. Mikoriza merupakan hubungan antara fungi pembentuk mikoriza dan tanaman inang MHB baik <i>P. diminuta</i> maupun <i>B. subtilis</i> yang telah terbukti mampu mengendalikan <i>P. coffeae</i> perlu diformulasikan dalam bentuk padat dengan menggunakan senyawa organik atau anorganik sebagai pembawa agar bisa diaplikasikan di lapangan. Sampai saat ini belum ada informasi mengenai formula yang tepat untuk agen hayati yang mengandung MHB dan mikoriza</p>	<p>menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika terbaik? 3. Apakah leaflet tentang hasil penelitian uji mikoriza (<i>Glomus</i> spp.) dan formula padat MHB dan dalam menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika layak digunakan?</p>	<p>dalam bentuk formula padat yang diberi <i>Glomuss</i> spp. untuk menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika. 3. Untuk mengetahui kelayakan leaflet mengenai uji mikoriza dan MHB dalam menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan kopi arabika.</p>	<p>berat kering tajuk, jumlah nematoda <i>P. coffeae</i> dan derajat infeksi.</p>		<p>padat <i>B. subtilis</i> dengan <i>P. diminuta</i> terhadap berkurangnya populasi nematoda peluka akar dan pertumbuhan bibit kopi arabika serta pemanfaatannya sebagai leaflet.</p>
---	--	---	---	---	--	--

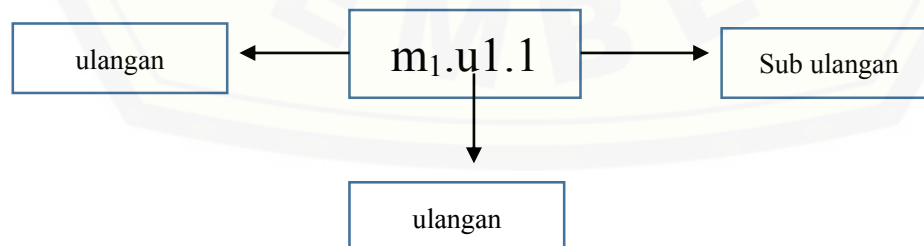
Lampiran B

Tata Letak Unit Percobaan Penelitian

m ₀ .u1.1	m ₀ .u1.2	m ₂ .u6.2	m ₂ .u6.2	m ₃ .u2.1	m ₃ .u2.2	m ₁ .u5.2	m ₁ .u5.1
m ₂ .u1.1	m ₂ .u1.2	m ₃ .u3.1	m ₃ .u3.2	m ₂ .u2.1	m ₂ .u2.2	m ₀ .u6.1	m ₀ .u6.2
m ₃ .u4.2	m ₃ .u4.2	m ₀ .u2.1	m ₀ .u2.2	m ₃ .u1.2	m ₃ .u1.1	m ₁ .u6.2	m ₁ .u6.1
m ₀ .u5.1	m ₀ .u5.2	m ₃ .u5.1	m ₃ .u5.2	m ₁ .u3.1	m ₁ .u3.2	m ₂ .u4.1	m ₂ .u4.2
m ₂ .u5.1	m ₂ .u5.2	m ₁ .u4.1	m ₁ .u4.2	m ₀ .u3.1	m ₀ .u3.2	m ₃ .u6.1	m ₃ .u6.2
m ₁ .u1.1	m ₁ .u1.2	m ₂ .u3.1	m ₂ .u3.2	m ₀ .u4.1	m ₀ .u4.2	m ₁ .u2.1	m ₁ .u2.2

Keterangan :

1. m₀ = 0 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g (Kontrol)
2. m₁ = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g
3. m₂ = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 20 g
4. m₃ = 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 30 g



Lampiran C

C 1. Instrumen Validasi Leaflet

“Penurunan Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* Menggunakan Mikoriza dan Formula Padat MHB”

I. Identitas Penulis

Nama : Danti Prellasita Suhandoko

NIM : 120210103004

Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi FKIP
Universitas Jember

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Judul penelitian yang dilaksanakan oleh penulis adalah “Uji Mikoriza (*Glomus* Spp.) Dan Formula Padat Mycorrhiza Helper Bacteria (*Pseudomonas Diminuta* Dan *Bacillus Subtilis*) Terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet” Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai produk leaflet dengan kuesioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validitas uji produk buku yang sudah diajukan.

Hormat Saya, Penulis

Danti Prellasita Suhandoko

III. Identitas Validator (Materi)

Nama :

Alamat :

No.Telp/Hp :

Pekerjaan :

IV. Keterangan Skor Penilaian

Kualifikasi	Skor	Penilaian
Kurang	1	Semua unsur yang ada tidak sesuai dan banyak kekurangan sehingga perlu banyak perbaiki untuk dijadikan leaflet
Cukup	2	Terdapat beberapa kesalahan ataupun kekurangan dari unsur yang dituliskan atau materi yang disajikan, sehingga perlu perbaiki untuk digunakan sebagai leaflet
Baik	3	Semua unsur sudah sesuai walaupun terdapat beberapa kesalahan didalamnya, namun tetap dapat dijadikan sebagai leaflet
Sangat Baik	4	Semua unsur sangat sesuai dan tidak ada kekurangan maupun kesalahan didalamnya, sehingga sangat layak untuk dijadiakn leaflet

V. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan memberi tanda *checklist* (v) pada kolom nilai yang disediakan.
2. Mohon memberikan saran pada bagian komentar di bagian akhir instrumen validasi ini.

VI. Instrumen Penilaian

No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Materi yang disajikan aktual dan bermanfaat				
2	Materi yang disampaikan sesuai dengan keadaan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari				
3	Materi yang disampaikan berisi sampul leaflet, unsur dasar atau pendahuluan dan Isi leaflet (Pembahasan)				
4	Materi yang disampaikan bersifat informative bagi masyarakat				
5	Penyajian materi/isi disusun secara sistematis, lugas, dan mudah dipahami oleh masyarakat				
6	Materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat)				
7	Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang akurat.				
8	Ilustrasi (gambar, foto, diagram atau tabel) yang digunakan sesuai				
9	Bahasa (EYD, kata, kalimat, dan paragraf) digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat				
10	Penyajian materi sebagai pengembangan pengetahuan untuk menambah wawasan yang lebih luas				
11	Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memotivasi untuk berinovasi				
TOTAL SKOR					

Komentar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

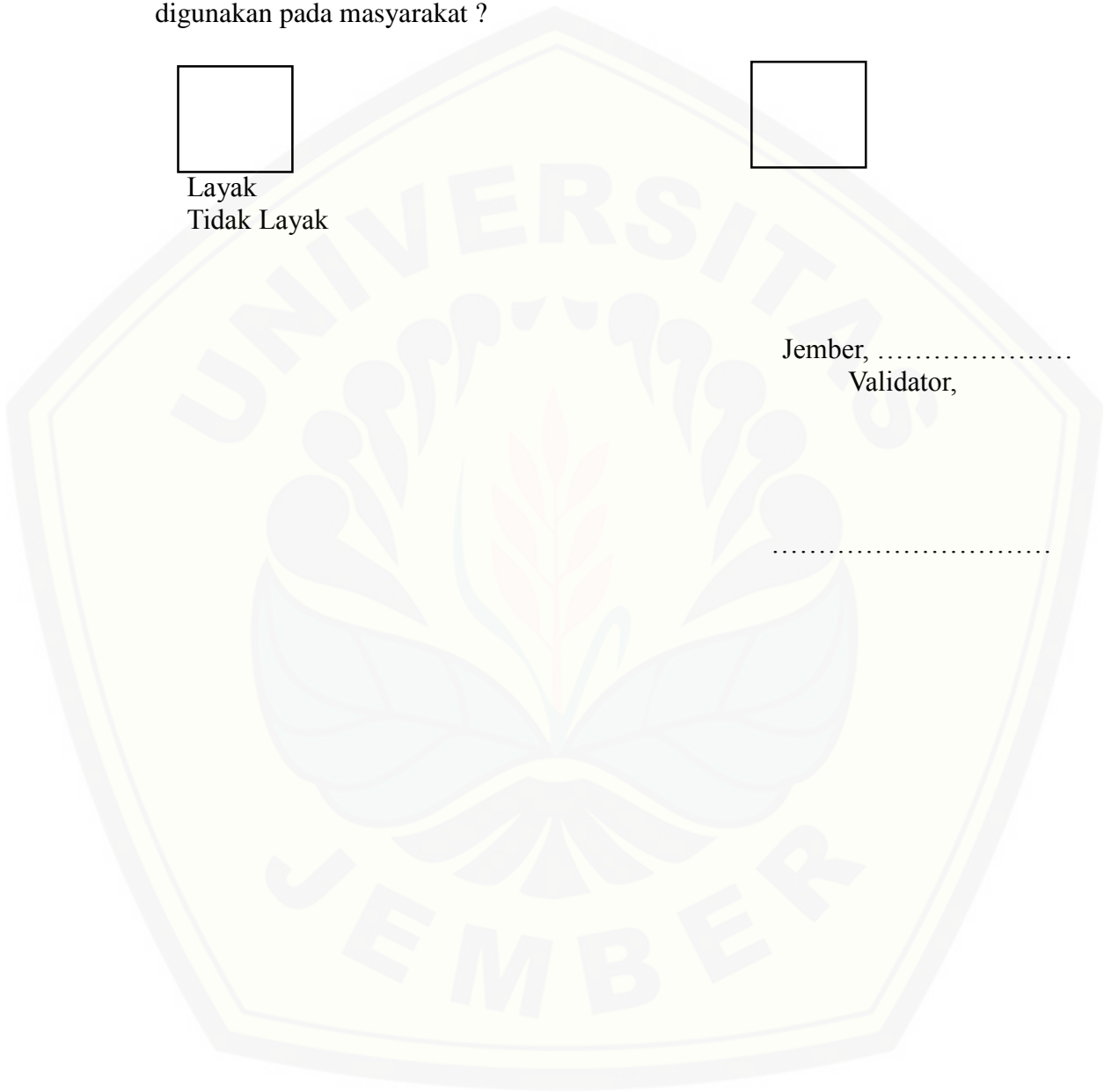
Kesimpulan :

Dilihat dari semua aspek, apakah materi yang ada didalam leaflet layak untuk digunakan pada masyarakat ?

Layak
Tidak Layak

Jember,
Validator,

.....



III. Identitas Validator (Media)

Nama :

Alamat :

No.Telp/Hp :

Pekerjaan :

IV. Keterangan Skor Penilaian

Kualifikasi	Skor	Penilaian
Kurang	1	Semua unsur yang ada tidak sesuai dan banyak kekurangan sehingga perlu banyak perbaikan untuk dijadikan leaflet
Cukup	2	Terdapat beberapa kesalahan ataupun kekurangan dari unsur yang dituliskan atau materi yang disajikan, sehingga perlu perbaikan untuk digunakan sebagai leaflet
Baik	3	Semua unsur sudah sesuai walaupun terdapat beberapa kesalahan didalamnya, namun tetap dapat dijadikan sebagai leaflet
Sangat Baik	4	Semua unsur sangat sesuai dan tidak ada kekurangan maupun kesalahan didalamnya, sehingga sangat layak untuk dijadikan leaflet

V. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan memberi tanda *checklist* (v) pada kolom nilai yang disediakan.
2. Mohon memberikan saran pada bagian komentar di bagian akhir instrumen validasi ini.

VI. Instrumen Penilaian

No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Desain fisik dan pemilihan warna tiap bagian terlihat serasi.				
2	Kemenarikan Layout				
3	Kesinambungan transisi halaman				
4	Ketepatan penggunaan gambar, ilustrasi, dan foto serta kesesuaiannya dengan materi yang dibahas				
5	Kesesuaian penggunaan variasi jenis, ukuran, dan bentuk huruf untuk judul dan uraian materi.				
6	Keruntutan penyajian bersifat sistematis				
7	Narasi yang disajikan padat dan jelas				
8	Jenis kertas yang digunakan sesuai standar minimal leaflet				
9	Ukuran leaflet sesuai dengan standar minimal leaflet				
10	Desain tidak menimbulkan masalah SARA				
11	Penyajian bahasa yang digunakan terlihat etis, estetis, komunikatif, informatif sesuai dengan sasaran pembaca.				
TOTAL SKOR					

VII. Komentar

.....

.....

.....

.....
.....

Kesimpulan :

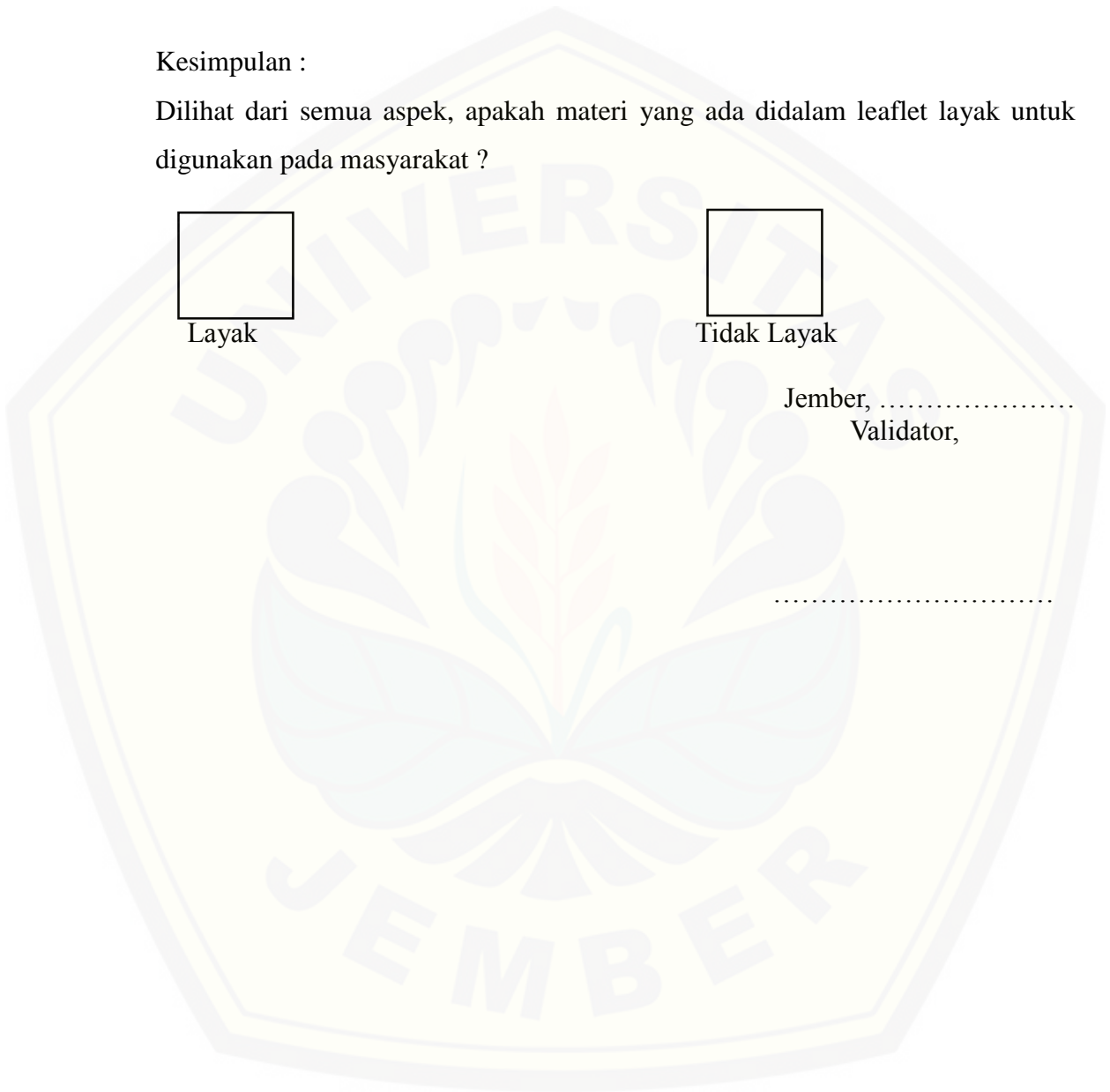
Dilihat dari semua aspek, apakah materi yang ada didalam leaflet layak untuk digunakan pada masyarakat ?

Layak

Tidak Layak

Jember,
Validator,

.....



Lampiran C 2. Hasil Validasi Leaflet
Validator Materi

VI. Instrumen Penilaian

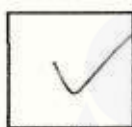
No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Materi yang disajikan aktual dan bermanfaat			✓	
2	Materi yang disampaikan sesuai dengan keadaan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari			✓	
3	Materi yang disampaikan berisi sampul leaflet, unsur dasar atau pendahuluan dan Isi leaflet (Pembahasan)			✓	
4	Materi yang disampaikan bersifat informative bagi masyarakat			✓	
5	Penyajian materi/isi disusun secara sistematis, lugas, dan mudah dipahami oleh masyarakat		✓		
6	Materi merupakan karya orisinal (bukan hasil plagiat)		✓		
7	Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang akurat.			✓	
8	Ilustrasi (gambar, foto, diagram atau tabel) yang digunakan sesuai			✓	
9	Bahasa (EYD, kata, kalimat, dan paragraf) digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat		✓		
10	Penyajian materi sebagai pengembangan pengetahuan untuk menambah wawasan yang lebih luas			✓	
11	Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memotivasi untuk berinovasi			✓	
TOTAL SKOR					

Komentar

- Ada beberapa kalimat yang kurang lengkap → dituliskan
- Penempatan kalimat dalam bahasa Indonesia → urutan & koneksi
- Penulis: Pratiyandine effendi, Kalan yang pertama sudah ditulis lengkap selanjutnya P. coffee
- Perlu perbaikan redaksi

Kesimpulan :

Dilihat dari semua aspek, apakah materi yang ada didalam leaflet layak untuk digunakan pada masyarakat ?



Layak



Tidak Layak

Jember, 3 Maret 2016
Validator,



Validator Media

VI. Instrumen Penilaian

No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Desain fisik dan pemilihan warna tiap bagian terlihat serasi.			✓	
2	Kemenarikan Layout			✓	
3	Kesinambungan transisi halaman			✓	
4	Ketepatan penggunaan gambar, ilustrasi, dan foto serta kesesuaiannya dengan materi yang dibahas				✓
5	Kesesuaian penggunaan variasi jenis, ukuran, dan bentuk huruf untuk judul dan uraian materi.			✓	
6	Keruntutan penyajian bersifat sistematis				
7	Narasi yang disajikan padat dan jelas			✓	
8	Jenis kertas yang digunakan sesuai standar minimal leaflet				✓
9	Ukuran leaflet sesuai dengan standar minimal leaflet				✓
10	Desain tidak menimbulkan masalah SARA				✓
11	Penyajian bahasa yang digunakan terlihat etis, estetis, komunikatif, informatif sesuai dengan sasaran pembaca.			✓	
TOTAL SKOR				18	16 = 34

VII. Komentar

- Pada ciri² tanaman tereserang nematoda sebaiknya ditampikan gambar daun sehingga pembaca tau, begitu pula alar
- Warna relatif monoton
- Narasi pd beberapa judul terlalu bertele², lebih baik poin penting saja tp tetap detail

Kesimpulan :

Dilihat dari semua aspek, apakah materi yang ada didalam leaflet layak untuk digunakan pada masyarakat ?

Layak

Tidak Layak

Jember, 04 Maret 2016

Validator,



Ika Ira Narendra, S.Pd., M.Pd

Lampiran C 3. Leaflet

Ciri-ciri Tanaman Kopi yang Terserang Nematoda *Pratylenchus coffeae*

1. DAUN

Daun menunjukkan gejala klorosis (menguning) dimulai dari daun yang terletak dekat batang, kemudian cabang-cabang utama tumbuh sedikit, dan batang pohon menjadi mudah digoyang karena akarnya habis, akhirnya tanaman mati.

Gambar diatas menunjukkan gejala serangan nematoda dilihat dari daunnya yang telah menguning dan rontok.

Penurunan Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* menggunakan Mikoriza dan Formula Padat MHB

2. AKAR

Akar tanaman kopi yang terserang nematoda luka akar, *P. coffeae* warnanya tidak putih tetapi kuning, kemudian berubah menjadi coklat, sedangkan akar lateralnya busuk. Luka pada akar tersebut berakibat merusak seluruh sistem perakaran kopi sehingga menghambat penyerapan hara dari dalam tanah.

Waspada! Tanaman Kopi Anda Jika Memiliki Ciri Tersebut !!!

Danti Prellisita Suhandoko
Pendidikan Biologi
FKIP

Nematoda merupakan hewan kecil yang berbentuk cacing. Nematoda parasit tanaman mengambil nutrisi yang ada pada tanaman melalui akar. Nematoda *Pratylenchus coffeae* merupakan nematoda parasit tanaman yang menyerang akar tanaman kopi khususnya kopi arabika. Nematoda ini masuk ke dalam akar tanaman kopi menggunakan alat berupa stylet yang ada didalam mulutnya untuk melukai akar.

Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Nematoda tersebut mengganggu pertumbuhan kopi arabika maka perlu adanya pengendalian populasi nematoda yang menyerang kopi arabika. Pengendalian tersebut sejalan dengan upaya pelestarian lingkungan sehingga pengendalian menggunakan agen hayati. Nematoda ini dapat dikendalikan dengan cara mikroorganisme lain yang bersifat antagonis terhadap nematoda tersebut. Bakteri ini memiliki enzim kitinase yang mampu mendegradasi atau menghancurkan kitin yang menjadi pelindung tubuh nematoda. Sehingga ketika tanaman tersebut dibantu oleh bakteri, populasi nematoda akan menurun.

Apa itu Mikoriza dan Formula Padat MHB?????

Mikoriza adalah simbiosis mutualistik, hubungan antara fungi dan akar tanaman. Beberapa fungi membentuk mantel yang melindungi akar, kar-akar tanaman mengantarkan bahan-bahan ke fungi dan fungi membantu meneruskan nutrisi-nutrisi dan air ke akar tanaman.

Formula padat Micorizha Helper Bacteria (MHB) merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza menjalankan perannya yang telah diformulasikan dengan blotong sebagai pupuk hayati. Mekanisme MHB dalam mengendalikan nematoda dengan mensekresikan enzim yang berperan dalam mengendalikan nematoda adalah kitinase.

Peran mikoriza dan bakteri dalam MHB untuk meningkatkan hormon-hormon pertumbuhan tanaman (fitohormon) sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal. Mekanisme MHB dalam mengendalikan nematoda dengan mensekresikan enzim ekstraseluler tertentu yang dapat membantu berinteraksi dengan mikoriza, tanah, akar maupun patogen yang ada didalam tanah

Keuntungan Menggunakan Mikoriza dan Formula Padat MHB

Dari hasil penelitian pada bibit tanaman kopi arabika yang terserang nematoda *P. coffeae* membuktikan bahwa pemberian mikoriza dan formula padat MHB (*Mycorhiza Helper Bacteria*) mampu menurunkan populasi *P. coffeae*. Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* pada perlakuan pemberian mikoriza dan formula padat MHB 20 g berkisar 80,6 %.

M0: akar yang terserang nematoda tanpa diberi mikoriza dan formula padat MHB.
M2: merupakan akar yang terserang nematoda yang diberi mikoriza dan formula padat MHB.

Pada pertumbuhan bibit kopi arabika perlakuan mikoriza dan formula padat MHB 20 g (M2) cenderung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Lampiran D. Hasil Data Anova
Lampiran D1. Hasil Anova Tinggi Tanaman

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
						T5	M0		
	M1	6	16.5000	4.31277	1.76068	11.9740	21.0260	9.50	21.00
	M2	6	20.0500	4.39488	1.79420	15.4379	24.6621	15.00	25.50
	M3	6	14.6667	2.31661	.94575	12.2355	17.0978	11.50	17.00
	Total	24	17.6625	4.06318	.82939	15.9468	19.3782	9.50	25.50
T3	M0	6	14.2500	1.91703	.78262	12.2382	16.2618	12.00	17.50
	M1	6	14.3667	4.23635	1.72948	9.9209	18.8124	8.50	21.00
	M2	6	15.7167	3.66083	1.49453	11.8749	19.5585	12.00	21.00
	M3	6	12.7333	1.66573	.68003	10.9853	14.4814	10.10	14.50
	Total	24	14.2667	3.06292	.62521	12.9733	15.5600	8.50	21.00
T7	M0	6	21.5333	2.56255	1.04616	18.8441	24.2226	19.00	26.20
	M1	6	18.0833	5.07362	2.07130	12.7589	23.4078	9.50	23.00
	M2	6	22.2000	5.23794	2.13838	16.7031	27.6969	15.60	29.00
	M3	6	16.6167	3.60023	1.46979	12.8385	20.3949	11.50	20.50
	Total	24	19.6083	4.63314	.94574	17.6519	21.5647	9.50	29.00

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
T5	Treatment	114.975	3	38.325	2.895	.061
	Error	264.742	20	13.237		
	Total	379.716	23			
T3	Treatment	26.783	3	8.928	.945	.438
	Error	188.990	20	9.449		
	Total	215.773	23			
T7	Treatment	130.188	3	43.396	2.387	.099
	Error	363.530	20	18.177		
	Total	493.718	23			

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) PERLA KUAN	(J) PERLA KUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
T5	M0	M1	2.93333	2.10056	.178	-1.4484	7.3150
		M2	-.61667	2.10056	.772	-4.9984	3.7650
		M3	4.76667*	2.10056	.034	.3850	9.1484
	M1	M0	-2.93333	2.10056	.178	-7.3150	1.4484
		M2	-3.55000	2.10056	.107	-7.9317	.8317
		M3	1.83333	2.10056	.393	-2.5484	6.2150
	M2	M0	.61667	2.10056	.772	-3.7650	4.9984
		M1	3.55000	2.10056	.107	-.8317	7.9317
		M3	5.38333*	2.10056	.019	1.0016	9.7650
	M3	M0	-4.76667*	2.10056	.034	-9.1484	-.3850
		M1	-1.83333	2.10056	.393	-6.2150	2.5484
		M2	-5.38333*	2.10056	.019	-9.7650	-1.0016
T3	M0	M1	-.11667	1.77478	.948	-3.8188	3.5855
		M2	-1.46667	1.77478	.418	-5.1688	2.2355
		M3	1.51667	1.77478	.403	-2.1855	5.2188
	M1	M0	.11667	1.77478	.948	-3.5855	3.8188
		M2	-1.35000	1.77478	.456	-5.0521	2.3521
		M3	1.63333	1.77478	.368	-2.0688	5.3355
	M2	M0	1.46667	1.77478	.418	-2.2355	5.1688
		M1	1.35000	1.77478	.456	-2.3521	5.0521
		M3	2.98333	1.77478	.108	-.7188	6.6855
	M3	M0	-1.51667	1.77478	.403	-5.2188	2.1855
		M1	-1.63333	1.77478	.368	-5.3355	2.0688

		M2	-2.98333	1.77478	.108	-6.6855	.7188
T7	M0	M1	3.45000	2.46147	.176	-1.6845	8.5845
		M2	-.66667	2.46147	.789	-5.8012	4.4679
		M3	4.91667	2.46147	.060	-.2179	10.0512
M1	M0	-3.45000	2.46147	.176	-8.5845	1.6845	
	M2	-4.11667	2.46147	.110	-9.2512	1.0179	
	M3	1.46667	2.46147	.558	-3.6679	6.6012	
M2	M0	.66667	2.46147	.789	-4.4679	5.8012	
	M1	4.11667	2.46147	.110	-1.0179	9.2512	
	M3	5.58333*	2.46147	.035	.4488	10.7179	
M3	M0	-4.91667	2.46147	.060	-10.0512	.2179	
	M1	-1.46667	2.46147	.558	-6.6012	3.6679	
	M2	-5.58333*	2.46147	.035	-10.7179	-.4488	

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		T3	T5	T7
N		24	24	24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	14.2667	17.6625	19.6083
	Std. Deviation	3.06292	4.06318	4.63314
Most Extreme Differences	Absolute	.155	.148	.114
	Positive	.155	.148	.090
	Negative	-.105	-.131	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		.761	.726	.560
Asymp. Sig. (2-tailed)		.608	.668	.913

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D2. Hasil Anova Jumlah Daun

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
JD5	M0	6	9.3333	1.63299	.66667	7.6196	11.0471	8.00	12.00
	M1	6	8.3333	1.50555	.61464	6.7534	9.9133	6.00	10.00
	M2	6	10.3333	2.33809	.95452	7.8797	12.7870	8.00	14.00
	M3	6	9.3333	1.03280	.42164	8.2495	10.4172	8.00	10.00
	Total	24	9.3333	1.73623	.35441	8.6002	10.0665	6.00	14.00
JD3	M0	6	6.6667	1.03280	.42164	5.5828	7.7505	6.00	8.00
	M1	6	7.0000	1.67332	.68313	5.2440	8.7560	6.00	10.00
	M2	6	7.6667	2.65832	1.08525	4.8769	10.4564	4.00	12.00
	M3	6	6.6667	1.03280	.42164	5.5828	7.7505	6.00	8.00
	Total	24	7.0000	1.66812	.34050	6.2956	7.7044	4.00	12.00
JD7	M0	6	12.0000	1.26491	.51640	10.6726	13.3274	10.00	14.00
	M1	6	10.0000	1.78885	.73030	8.1227	11.8773	8.00	12.00
	M2	6	12.3333	1.50555	.61464	10.7534	13.9133	10.00	14.00
	M3	6	10.0000	1.26491	.51640	8.6726	11.3274	8.00	12.00
	Total	24	11.0833	1.76725	.36074	10.3371	11.8296	8.00	14.00

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
JD5	Treatment	12.000	3	4.000	1.395	.273
	Error	57.333	20	2.867		
	Total	69.333	23			
JD3	Treatment	4.000	3	1.333	.444	.724
	Error	60.000	20	3.000		
	Total	64.000	23			
JD7	Treatment	28.500	3	9.500	4.385	.016
	Error	43.333	20	2.167		
	Total	71.833	23			

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) PERLA KUAN	(J) PERLA KUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
JD5	M0	M1	1.00000	.97753	.319	-1.0391	3.0391
		M2	-1.00000	.97753	.319	-3.0391	1.0391
		M3	.00000	.97753	1.000	-2.0391	2.0391
	M1	M0	-1.00000	.97753	.319	-3.0391	1.0391
		M2	-2.00000	.97753	.054	-4.0391	.0391
		M3	-1.00000	.97753	.319	-3.0391	1.0391
	M2	M0	1.00000	.97753	.319	-1.0391	3.0391
		M1	2.00000	.97753	.054	-.0391	4.0391
		M3	1.00000	.97753	.319	-1.0391	3.0391
	M3	M0	.00000	.97753	1.000	-2.0391	2.0391
		M1	1.00000	.97753	.319	-1.0391	3.0391
		M2	-1.00000	.97753	.319	-3.0391	1.0391
JD3	M0	M1	-.33333	1.00000	.742	-2.4193	1.7526
		M2	-1.00000	1.00000	.329	-3.0860	1.0860
		M3	.00000	1.00000	1.000	-2.0860	2.0860
	M1	M0	.33333	1.00000	.742	-1.7526	2.4193
		M2	-.66667	1.00000	.513	-2.7526	1.4193
		M3	.33333	1.00000	.742	-1.7526	2.4193
	M2	M0	1.00000	1.00000	.329	-1.0860	3.0860
		M1	.66667	1.00000	.513	-1.4193	2.7526
		M3	1.00000	1.00000	.329	-1.0860	3.0860
	M3	M0	.00000	1.00000	1.000	-2.0860	2.0860
		M1	-.33333	1.00000	.742	-2.4193	1.7526

	M2		-1.00000	1.00000	.329	-3.0860	1.0860
JD7	M0	M1	2.00000*	.84984	.029	.2273	3.7727
		M2	-.33333	.84984	.699	-2.1061	1.4394
		M3	2.00000*	.84984	.029	.2273	3.7727
M1	M0		-2.00000*	.84984	.029	-3.7727	-.2273
	M2		-2.33333*	.84984	.012	-4.1061	-.5606
	M3		.00000	.84984	1.000	-1.7727	1.7727
M2	M0		.33333	.84984	.699	-1.4394	2.1061
	M1		2.33333*	.84984	.012	.5606	4.1061
	M3		2.33333*	.84984	.012	.5606	4.1061
M3	M0		-2.00000*	.84984	.029	-3.7727	-.2273
	M1		.00000	.84984	1.000	-1.7727	1.7727
	M2		-2.33333*	.84984	.012	-4.1061	-.5606

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JD3	JD5	JD7
N		24	24	24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	7.0000	9.3333	11.0833
	Std. Deviation	1.66812	1.73623	1.76725
Most Extreme Differences	Absolute	.309	.237	.240
	Positive	.309	.237	.188
	Negative	-.233	-.191	-.240
Kolmogorov-Smirnov Z		1.513	1.161	1.174
Asymp. Sig. (2-tailed)		.021	.135	.127

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D3. Hasil Anova Berat Akar

Descriptives

BA

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	.5800	.47904	.19557	.0773	1.0827	.08	1.48
M1	6	.2500	.09839	.04017	.1467	.3533	.13	.40
M2	6	.4617	.34839	.14223	.0961	.8273	.18	1.04
M3	6	.3883	.22203	.09064	.1553	.6213	.10	.71
Total	24	.4200	.32253	.06584	.2838	.5562	.08	1.48

ANOVA

BA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.343	3	.114	1.117	.366
Error	2.049	20	.102		
Total	2.393	23			

Multiple Comparisons

BA

LSD

(I) PERLA KUAN	(J) PERLA KUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	.33000	.18480	.089	-.0555	.7155
	M2	.11833	.18480	.529	-.2672	.5038
	M3	.19167	.18480	.312	-.1938	.5772
M1	M0	-.33000	.18480	.089	-.7155	.0555
	M2	-.21167	.18480	.266	-.5972	.1738
	M3	-.13833	.18480	.463	-.5238	.2472
M2	M0	-.11833	.18480	.529	-.5038	.2672
	M1	.21167	.18480	.266	-.1738	.5972
	M3	.07333	.18480	.696	-.3122	.4588
M3	M0	-.19167	.18480	.312	-.5772	.1938
	M1	.13833	.18480	.463	-.2472	.5238

ANOVA

BA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.343	3	.114	1.117	.366
Error	2.049	20	.102		
M2	-.07333	.18480	.696	-.4588	.3122

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BA
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.4200
	Std. Deviation	.32253
Most Extreme Differences	Absolute	.187
	Positive	.187
	Negative	-.146
Kolmogorov-Smirnov Z		.915
Asymp. Sig. (2-tailed)		.373

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D4. Hasil Anova Berat Basah Tajuk

Descriptives

BB

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	2.3900	1.08852	.44439	1.2477	3.5323	.64	3.88
M1	6	1.3117	.62570	.25544	.6550	1.9683	.36	1.91
M2	6	2.1800	1.03792	.42373	1.0908	3.2692	1.04	3.54
M3	6	1.4817	.65597	.26780	.7933	2.1701	.76	2.32
Total	24	1.8408	.94117	.19212	1.4434	2.2383	.36	3.88

ANOVA

BB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	4.954	3	1.651	2.142	.127
Error	15.420	20	.771		
Total	20.374	23			

Multiple Comparisons

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	1.07833 [*]	.50695	.046	.0209	2.1358
	M2	.21000	.50695	.683	-.8475	1.2675
	M3	.90833	.50695	.088	-.1491	1.9658
M1	M0	-1.07833 [*]	.50695	.046	-2.1358	-.0209
	M2	-.86833	.50695	.102	-1.9258	.1891
	M3	-.17000	.50695	.741	-1.2275	.8875
M2	M0	-.21000	.50695	.683	-1.2675	.8475
	M1	.86833	.50695	.102	-.1891	1.9258
	M3	.69833	.50695	.184	-.3591	1.7558
M3	M0	-.90833	.50695	.088	-1.9658	.1491
	M1	.17000	.50695	.741	-.8875	1.2275
	M2	-.69833	.50695	.184	-1.7558	.3591

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BB
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	1.8408
	Std. Deviation	.94117
Most Extreme Differences	Absolute	.089
	Positive	.089
	Negative	-.073
Kolmogorov-Smirnov Z		.434
Asymp. Sig. (2-tailed)		.992

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D5. Hasil Anova Berat Kering Tajuk

Descriptives

BK

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	.6300	.21670	.08847	.4026	.8574	.34	.97
M1	6	.3850	.10015	.04089	.2799	.4901	.25	.53
M2	6	.6633	.29473	.12032	.3540	.9726	.37	1.03
M3	6	.3750	.15643	.06386	.2108	.5392	.21	.59
Total	24	.5133	.23516	.04800	.4140	.6126	.21	1.03

ANOVA

BK

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.430	3	.143	3.408	.038
Error	.842	20	.042		
Total	1.272	23			

Multiple Comparisons

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	.24500*	.11844	.052	-.0021	.4921
	M2	-.03333	.11844	.781	-.2804	.2137
	M3	.25500*	.11844	.044	.0079	.5021
M1	M0	-.24500*	.11844	.052	-.4921	.0021
	M2	-.27833*	.11844	.029	-.5254	-.0313
	M3	.01000	.11844	.934	-.2371	.2571
M2	M0	.03333	.11844	.781	-.2137	.2804
	M1	.27833*	.11844	.029	.0313	.5254
	M3	.28833*	.11844	.024	.0413	.5354
M3	M0	-.25500*	.11844	.044	-.5021	-.0079
	M1	-.01000	.11844	.934	-.2571	.2371
	M2	-.28833*	.11844	.024	-.5354	-.0413

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BK
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	.5133
	Std. Deviation	.23516
Most Extreme Differences	Absolute	.165
	Positive	.165
	Negative	-.099
Kolmogorov-Smirnov Z		.806
Asymp. Sig. (2-tailed)		.534

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D6. Hasil Anova Derajat Infeksi

Descriptives

DI

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
M1	6	82.3333	12.33964	5.03764	69.3837	95.2830	66.00	96.00
M2	6	77.1667	14.94546	6.10146	61.4824	92.8510	60.00	96.00
M3	6	87.5000	4.92950	2.01246	82.3268	92.6732	83.00	96.00
Total	24	61.7500	37.77767	7.71133	45.7979	77.7021	.00	96.00

ANOVA

DI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	30824.833	3	10274.944	102.767	.000
Error	1999.667	20	99.983		
Total	32824.500	23			

Multiple Comparisons

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	-82.33333 [*]	5.77302	.000	-94.3756	-70.2910
	M2	-77.16667 [*]	5.77302	.000	-89.2090	-65.1244
	M3	-87.50000 [*]	5.77302	.000	-99.5423	-75.4577
M1	M0	82.33333 [*]	5.77302	.000	70.2910	94.3756
	M2	5.16667	5.77302	.381	-6.8756	17.2090
	M3	-5.16667	5.77302	.381	-17.2090	6.8756
M2	M0	77.16667 [*]	5.77302	.000	65.1244	89.2090
	M1	-5.16667	5.77302	.381	-17.2090	6.8756
	M3	-10.33333	5.77302	.089	-22.3756	1.7090
M3	M0	87.50000 [*]	5.77302	.000	75.4577	99.5423
	M1	5.16667	5.77302	.381	-6.8756	17.2090
	M2	10.33333	5.77302	.089	-1.7090	22.3756

ANOVA

DI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	30824.833	3	10274.944	102.767	.000
Error	1999.667	20	99.983		

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		DI
N		24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	61.7500
	Std. Deviation	37.77767
Most Extreme Differences	Absolute	.240
	Positive	.199
	Negative	-.240
Kolmogorov-Smirnov Z		1.176
Asymp. Sig. (2-tailed)		.126

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D7. Hasil Anova Skor Kerusakan Akar

Descriptives

SKA

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	65.8333	19.08315	7.79066	45.8068	85.8599	40.00	95.00
M1	6	79.1667	12.00694	4.90181	66.5662	91.7672	60.00	90.00
M2	6	62.5133	30.91118	12.61944	30.0740	94.9526	.08	80.00
M3	6	73.3333	16.02082	6.54047	56.5205	90.1462	60.00	95.00
Total	24	70.2117	20.44370	4.17305	61.5790	78.8443	.08	95.00

ANOVA

SKA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1010.226	3	336.742	.783	.517
Error	8602.505	20	430.125		
Total	9612.731	23			

Multiple Comparisons

SKA

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	-13.33333	11.97393	.279	-38.3105	11.6439
	M2	3.32000	11.97393	.784	-21.6572	28.2972
	M3	-7.50000	11.97393	.538	-32.4772	17.4772
M1	M0	13.33333	11.97393	.279	-11.6439	38.3105
	M2	16.65333	11.97393	.180	-8.3239	41.6305
	M3	5.83333	11.97393	.631	-19.1439	30.8105
M2	M0	-3.32000	11.97393	.784	-28.2972	21.6572
	M1	-16.65333	11.97393	.180	-41.6305	8.3239
	M3	-10.82000	11.97393	.377	-35.7972	14.1572
M3	M0	7.50000	11.97393	.538	-17.4772	32.4772
	M1	-5.83333	11.97393	.631	-30.8105	19.1439
	M2	10.82000	11.97393	.377	-14.1572	35.7972

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SKA
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	73.5417
	Std. Deviation	14.02476
Most Extreme Differences	Absolute	.166
	Positive	.166
	Negative	-.136
Kolmogorov-Smirnov Z		.814
Asymp. Sig. (2-tailed)		.521

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D8. Hasil Anova Populasi Nematoda di Akar

Descriptives

NA

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	305.8333	121.73646	49.69870	178.0787	433.5879	190.00	500.00
M1	6	150.6667	178.32741	72.80186	-36.4765	337.8098	46.00	503.00
M2	6	23.6667	16.32993	6.66667	6.5295	40.8039	.00	43.00
M3	6	95.8333	77.79053	31.75785	14.1972	177.4695	6.00	176.00
Total	24	144.0000	150.78058	30.77796	80.3309	207.6691	.00	503.00

ANOVA

NA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	258207.667	3	86069.222	6.503	.003
Error	264692.333	20	13234.617		
Total	522900.000	23			

Multiple Comparisons

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	155.16667*	66.41942	.030	16.6182	293.7151
	M2	282.16667*	66.41942	.000	143.6182	420.7151
	M3	210.00000*	66.41942	.005	71.4515	348.5485
M1	M0	-155.16667*	66.41942	.030	-293.7151	-16.6182
	M2	127.00000	66.41942	.070	-11.5485	265.5485
	M3	54.83333	66.41942	.419	-83.7151	193.3818
M2	M0	-282.16667*	66.41942	.000	-420.7151	-143.6182
	M1	-127.00000	66.41942	.070	-265.5485	11.5485
	M3	-72.16667	66.41942	.290	-210.7151	66.3818
M3	M0	-210.00000*	66.41942	.005	-348.5485	-71.4515
	M1	-54.83333	66.41942	.419	-193.3818	83.7151
	M2	72.16667	66.41942	.290	-66.3818	210.7151

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		na
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	144.00
	Std. Deviation	150.781
Most Extreme Differences	Absolute	.199
	Positive	.199
	Negative	-.170
Kolmogorov-Smirnov Z		.974
Asymp. Sig. (2-tailed)		.299

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D9. Hasil Anova Populasi Nematoda di Tanah

Descriptives

NT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	217.3333	129.40118	52.82781	81.5351	353.1315	46.00	360.00
M1	6	119.8333	99.78661	40.73771	15.1137	224.5530	3.00	250.00
M2	6	76.8333	21.33932	8.71174	54.4391	99.2276	56.00	116.00
M3	6	368.1667	329.85598	134.66314	22.0040	714.3293	70.00	870.00
Total	24	195.5417	206.46065	42.14360	108.3610	282.7224	3.00	870.00

ANOVA

NT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	300586.125	3	100195.375	2.948	.058
Error	679811.833	20	33990.592		
Total	980397.958	23			

Multiple Comparisons

NT
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	97.50000	106.44340	.371	-124.5370	319.5370
	M2	140.50000	106.44340	.202	-81.5370	362.5370
	M3	-150.83333	106.44340	.172	-372.8704	71.2037
M1	M0	-97.50000	106.44340	.371	-319.5370	124.5370
	M2	43.00000	106.44340	.691	-179.0370	265.0370
	M3	-248.33333*	106.44340	.030	-470.3704	-26.2963
M2	M0	-140.50000	106.44340	.202	-362.5370	81.5370
	M1	-43.00000	106.44340	.691	-265.0370	179.0370
	M3	-291.33333*	106.44340	.013	-513.3704	-69.2963
M3	M0	150.83333	106.44340	.172	-71.2037	372.8704
	M1	248.33333*	106.44340	.030	26.2963	470.3704
	M2	291.33333*	106.44340	.013	69.2963	513.3704

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		nt
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	195.54
	Std. Deviation	206.461
Most Extreme Differences	Absolute	.212
	Positive	.212
	Negative	-.184
Kolmogorov-Smirnov Z		1.040
Asymp. Sig. (2-tailed)		.230

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran D10. Hasil Anova Jumlah Populasi Nematoda Total

Descriptives

JNT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	6	523.1667	44.40458	18.12809	476.5669	569.7664	469.00	576.00
M1	6	270.5000	249.17604	101.72569	9.0058	531.9942	49.00	753.00
M2	6	100.5000	18.00833	7.35187	81.6014	119.3986	80.00	129.00
M3	6	464.0000	277.23708	113.18157	173.0575	754.9425	140.00	876.00
Total	24	339.5417	244.31982	49.87157	236.3745	442.7089	49.00	876.00

ANOVA

JNT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	666694.125	3	222231.375	6.293	.003
Error	706225.833	20	35311.292		
Total	1372919.958	23			

Multiple Comparisons

JNT

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	252.66667*	108.49162	.030	26.3571	478.9762
	M2	422.66667*	108.49162	.001	196.3571	648.9762
	M3	59.16667	108.49162	.592	-167.1429	285.4762
M1	M0	-252.66667*	108.49162	.030	-478.9762	-26.3571
	M2	170.00000	108.49162	.133	-56.3095	396.3095
	M3	-193.50000	108.49162	.090	-419.8095	32.8095
M2	M0	-422.66667*	108.49162	.001	-648.9762	-196.3571
	M1	-170.00000	108.49162	.133	-396.3095	56.3095
	M3	-363.50000*	108.49162	.003	-589.8095	-137.1905
M3	M0	-59.16667	108.49162	.592	-285.4762	167.1429
	M1	193.50000	108.49162	.090	-32.8095	419.8095
	M2	363.50000*	108.49162	.003	137.1905	589.8095

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JNT
N		24
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	339.5417
	Std. Deviation	244.31982
Most Extreme Differences	Absolute	.168
	Positive	.168
	Negative	-.119
Kolmogorov-Smirnov Z		.823
Asymp. Sig. (2-tailed)		.508

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran E. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Gunting yang digunakan untuk menggunting akar



Gambar 2. Autoclave digunakan untuk sterilisasi media tanam



Gambar 3. Timbangan analitik digunakan untuk menimbang akar maupun tajuk



Gambar 4. Blender digunakan untuk menghaluskan akar



Gambar 5. Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu pada tahap sentrifuge



Gambar 6. Tabung Sentrifuge digunakan sebagai wadah hasil ekstraksi



Gambar 7. Setrifuge berfungsi untuk memisahkan suspensi hasil ekstraksi akar



Gambar 8. Oven digunakan untuk mengeringkan tajuk untuk menghitung berat kering



Gambar 9. Saringan Nematoda digunakan untuk menyaring suspensi ekstrak akar maupun tanah



Gambar 10. Shaker digunakan untuk menghomogenkan suspensi bakteri



Gambar 11. Rak dan Tabung Reaksi digunakan dalam proses pengenceran bakteri



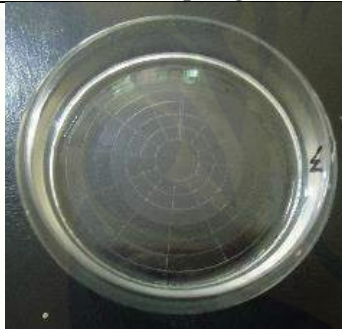
Gambar 12. Erlenmeyer, Bunsen dan Gelas ukur



Gambar 13. Termohigrometer digunakan untuk mengetahui suhu dan kelembapan *greenhouse*



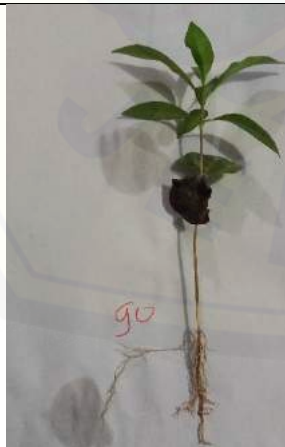
Gambar 14. Mikroskop Binokuler digunakan untuk melihat nematoda



Gambar 15. Counting disk digunakan untuk membantu perhitungan nematoda



Gambar 16. Pipet digunakan untuk mengambil hasil ekstraksi untuk proses perhitungan nematoda



Gambar 17. Bibit Kopi Arabika dengan perlakuan 0 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g



Gambar 18. Akar Kopi Arabika dengan perlakuan 0 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g



Gambar 19. bibit kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g



Gambar 20. bibit kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 0 g



Gambar 21. Bibit kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 20 g



Gambar 22. Bibit kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 20 g



Gambar 23. bibit kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 30 g



Gambar 24. Akar kopi arabika dengan perlakuan 100 spora *Glomus* spp. ditambah formula padat MHB 30 g



Gambar 25. Bibit kopi arabika berumur 2 bulan yang siap untuk diuji



Gambar 26. Tahapan formulasi formula padat MHB yang dilakukan didalam *laminar air flow*



Gambar 27. Inokulasi nematoda



Gambar 28. Inokulasi mikoriza *Glomus* spp. setelah inokulasi nematoda



Gambar 29. Inokulasi Formula Padat MHB setelah inokulasi mikoriza *Glomus* spp.



Gambar 30. Pembongkaran Tanaman setelah 3 bulan pengamatan



Gambar 31. Menimbang akar maupun tajuk menggunakan timbangan analitik



Gambar 32. Mencuci akar yang akan diekstrak agar bersih dari tanah




Gambar 33. Menghitung populasi nematoda akar maupun tanah menggunakan mikroskop binokuler



Gambar 34. Proses pewarnaan akar agar infeksi mikoriza dapat diamati

Lampiran F. Hasil Analisis Tanah



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
LABORATORIUM TANAH
Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68121
Telp. (0331) 333532 pes.128, Fax. (0331) 333531

LAPORAN ANALISIS
Nomer : 10 / Lab Tanah / VIII / 2015

Tanggal Masuk : 11 Agustus 2015
Pengirim : Luthfiyatul H
Alamat : FKIP Biologi UNEJ
Tanggal Selesai : 14 Agustus 2015
Jenis Sampel/jumlah : A. Tanah / 1 Sample
B. Blotong / 1 Sample
C. Molase (Tetes) / 1 Sample

HASIL ANALISIS


A. Tanah

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1	N - Total	%	0,24
2	P - Total	mg/ 100 g	16,7
3	P - Tsd	ppm	14,65
4	K - Tsd	ppm	79,82
5	C - Org	%	2,39
6	C/N Ratio	-	9,95


B. Blotong

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1	N - Total	%	1,89
2	P - Total	mg/ 100 g	24,7
3	K ₂ O	%	1,58
4	C - Org	%	29,09

Jember, 14 Agustus 2015
Kepala Laboratorium Tanah


 Ir. Abdul Madjid, MP.
NIP.19590612 198703 1 001

Lampiran G. Surat Ijin Penelitian


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
LEMBAGA PENELITIAN
 Alamat : Jl. Kalimantan No. 37 Jember Telp. 0331-337818, 339385 Fax. 0331-337818
 e-Mail : penelitian.lemlit@unej.ac.id

Nomor : 479/UN25.3.1/LT/2015 09 April 2015
 Perihal : Permohonan Ijin Melaksanakan Penelitian

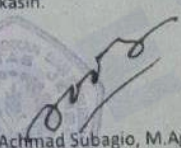
Yth. Direktur
 Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
 Jl. PB Sudirman No. 90 Jember
 di -

JEMBER

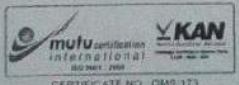
Bersama ini kami sampaikan bahwa peneliti yang tersebut namanya dibawah ini :

Ketua Peneliti/NIP/NIDN	: Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P/197306142008012008
Anggota Peneliti/NIP/NIDN	: 1. Dr. Rita Harni, M.Si/ 2. Dr. Ir. Reginawanti Hindersah/ 3. Dwi Suci Rahayu, S.P., M.Si/
Mahasiswa Terlibat/NIM	: 1. Danti Prellasita S/120210103004 2. Ellena Lilipaly F.L/120210103005 3. Gepsi Aprilia/120210103037 4. Wulan Anggraeni/120210103048 5. Lutfiatul Hasanah/120210103077 6. Ervan Prasetyo/120210103084 7. Rizka Haqi Abadi/120210103100
Fakultas / Jurusan	: FKIP
Alamat	: Jl. Kalimantan No. 37, Jember Telp. 0331-339385 / Fax. 0331-337818
Judul Penelitian	: Optimalisasi Peranan Mikoriza (<i>Glomus sp.</i> dan <i>Gigaspora sp.</i> Dalam Mengendalikan Nematoda <i>Pratylenchus Coffeae</i> (>80%) dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Tanaman Kopi dengan Penambahan Mycorrhiza Helper Bacteria (<i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i> dan Phosphate Solubilizing Bacteria (<i>P. Mallei</i> dan <i>B. Mycolides</i>)
Lokasi Penelitian	: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember
Lama Penelitian	: 09 April 2015 – 30 November 2015

maka kami mohon dengan hormat bantuan Saudara untuk memberikan ijin kepada Dosen yang bersangkutan untuk melaksanakan kegiatan penelitian sesuai dengan judul di atas.
 Demikian atas kerjasama dan bantuan Saudara disampaikan terima kasih.

Ketua,

 Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D
 NIP 196905171992011001

Tembusan Kepada Yth. :
 1. Dosen ybs
 2. Arsip


 CERTIFICATE NO. GMS-173