



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

**Elena Fransina Leonor Lilipaly
NIM 120210103005**

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

2016



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

SKRIPSI

Oleh

**Elena Fransina Leonor Lilipaly
NIM 120210103005**

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

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Almarhum ayahku Jan Joel Leonard Lilipaly dan ibuku Magdalena F. Lilipaly serta kakak-kakakku Natalia Yuliana Leonora Lilipaly dan Vanessa Amelia Elisabeth Lilipaly yang senantiasa memberikan doa, kasih, semangat dan perhatian yang tiada henti dalam hidup saya.
2. Semua Guru dan Dosen yang telah memberi bimbingan yang besar sepanjang hidup saya.
3. Semua Keluarga Besar Lilipaly dan Ririnama.
4. Semua Keluarga Besar Gereja Bala Keselamatan Korps Jember yang selalu mendukung saya dalam doa.
5. Almamater yang kubanggakan.

MOTTO

TUHAN akan berperang untuk kamu, dan kamu akan diam saja.
(Keluaran 14:14)*

Tidak ada yang mustahil bagi orang yang percaya.
(Markus 9:23)

Karena itu Aku berkata kepadamu: apa saja yang kamu minta dan doakan, percayalah bahwa kamu telah menerimanya, maka hal itu akan diberikan kepadamu.
(Markus 11:24)*

Jadilah kepadamu menurut imanmu.
(Matius 9:21b)

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.
(Yeremia 29:11)*

Jangan seorangpun menganggap engkau rendah karena engkau muda. Jadilah teladan bagi orang-orang percaya, dalam perkataanmu, dalam tingkah lakumu, dalam kasihmu, dalam kesetiaanmu dan dalam kesucianmu.
(1 Timotius 4:12)*

* Lembaga Alkitab Indonesia. 2001. *Alkitab*. Jakarta: Percetakan Lembaga Alkitab Indonesia

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elena Fransina Leonor Lilipaly

NIM : 120210103005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Uji Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta pemanfaatannya sebagai materi penyusun 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 bertanggungjawab 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, 15 April 2016

Yang menyatakan,

Elena Fransina Leonor Lilipaly

NIM. 120210103005

SKRIPSI

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

Oleh

Elena Fransina Leonor Lilipaly
NIM 120210103005

Pembimbing

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

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

PERSETUJUAN

**UJI PENGARUH FORMULA MYCORRHIZA HELPER BACTERIA
(*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) CAIR DAN *Glomus* spp.
TERHADAP POPULASI *Pratylenchus coffeae* DAN
PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI
MATERI PENYUSUN
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 : Elena Fransina Leonor Lilipaly
NIM : 120210103005
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2012
Daerah Asal : Jember
Tempat, Tanggal Lahir : Makassar, 11 November 1994

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP. 19640501 199002 1 001

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

PENGESAHAN

Skripsi Berjudul “Uji Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta pemanfatannya sebagai materi penyusun leaflet” telah diuji dan disahkan pada:

hari : Jumat
tanggal : 15 April 2016
tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP. 19640501 199002 1 001

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

Anggota I,

Anggota II,

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 Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta pemanfaatannya sebagai materi penyusun Leaflet.; Elena Fransina Leonor Lilipaly, 12021013005; 2016; 109 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Nematoda parasit merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama yang menyerang akar tanaman kopi, sehingga menyebabkan akar menjadi busuk dan mati. *Pratylenchus coffeae* adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia, karena nematoda tersebut ditemukan hampir di semua propinsi penghasil kopi, pada ketinggian antara nol sampai lebih dari 1000 mdpl. Salah satu cara pengendalian OPT yang sejalan dengan konsep *green economy* adalah pengendalian biologis dengan menggunakan agensia hayati, dalam hal ini yang digunakan ialah mikoriza dan MHB (*Mycorrhiza Helper Bacteria*). MHB tersebut nantinya akan diformulasikan dalam bentuk cair. Dalam hal ini formulasi merupakan pencampuran antara bahan pembawa dengan organisme hidup. Mikoriza berperan dalam membantu pertumbuhan akar tumbuhan, mengaktifkan ketahanan inang berupa kitinase yang mampu menghancurkan zat kitin nematoda sedangkan MHB berperan dalam membantu infeksi mikoriza dan menginduksi ketahanan tanaman inang. Penyampaian informasi mengenai formula MHB cair dan mikoriza ini perlu untuk disebarluaskan melalui suatu media yang informatif dalam hal ini yakni leaflet.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan pemberian formula MHB (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika; menguji kerapatan bakteri pada formulasi MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika terbaik; menghasilkan formulasi MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. yang mampu menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan bibit kopi Arabika layak digunakan sebagai materi dalam penyusunan *leaflet*.

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Nematologi, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia; *Green house* Perum. Istana Tidar, Kaliurang; Sub Laboratorium Mikrobiologi, FKIP, UNEJ. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah sampel bibit Kopi Arabika sebanyak 40 tumbuhan yang dibagi menjadi 4 perlakuan yang terdiri dari perlakuan (m_0) 0 spora *Glomus* spp. dan 0 MHB; perlakuan (m_1) 100 spora *Glomus* spp. dan 0 MHB; perlakuan (m_2) 100 spora *Glomus* spp. dan 1 ml 10^8 MHB; dan perlakuan (m_3) 100 spora *Glomus* spp. dan 1 ml 10^9 MHB.

Pengamatan dilaksanakan selama 12 minggu. Pengukuran parameter dilakukan setiap 4 minggu, kemudian pada akhir pengamatan dilakukan panen bibit kopi untuk diukur berat basah, berat kering, skor χ^2 asakan akar, derajat infeksi mikoriza dan juga ekstraksi nematoda untuk menghitung populasi nematoda parasit.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian formula MHB cair dan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi dan mengendalikan populasi nematoda parasit *P. coffeae*. Hasil Anova menunjukkan bahwa MHB dapat menurunkan populasi *P. coffeae* secara signifikan ($P=0,001$) baik yang berada di dalam akar maupun pada tanah. Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* berkisar antara 60,95%-81,15% dibandingkan dengan kontrol negatif. Selain itu pemberian formula MHB cair dan mikoriza juga meningkatkan pertumbuhan bibit kopi dibandingkan dengan kontrol. Untuk parameter jumlah daun, perlakuan formula MHB dan mikoriza tidak berpengaruh secara signifikan.

Kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan adalah perlakuan formula *Micorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan mikoriza *Glomus* spp. berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan populasi nematoda parasit *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta leaflet mengenai formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. yang menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika layak digunakan sebagai suatu media informasi kepada masyarakat terutama petani kopi.

PRAKATA

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih, hikmat dan pertolongan-Nya yang senantiasa tercurah, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “Uji Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta pemanfaatannya sebagai materi penyusun Leaflet”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di 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 terimakasih kepada.

1. Pemerintah atas program beasiswa Bidik Misi yang telah dipercayakan kepada saya, sehingga saya dapat menempuh jenjang S-1 di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember tanpa harus mengeluarkan biaya;
2. Prof. Dr. Sunardi, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dr. Hj. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
4. Prof. Drs. Suratno, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
5. Dosen Pembimbing I Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si., yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota, dan pemberi dana penelitian melalui proyek penelitian yang didanai oleh KKP3N Litbang Deptan tahun 2015;
7. Dra. Pujiastuti M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. atas kritik dan sarannya demi kesempurnaan skripsi ini;

8. Semua dosen FKIP Pendidikan Biologi, atas semua ilmu yang diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi;
9. Teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi;
10. Ir. Slamet Haryono dan Bapak Rosidi selaku Teknisi Laboratorium Nematologi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia;
11. Kedua orang tua, Ayahanda Almarhum Jan Joel Leonard Lilipaly dan Ibunda Magdalena F Lilipaly, serta kakak-kakakku, Natalia Leonora Yuliana Lilipaly dan Vanessa Amelia Elisabeth Lilipaly atas segala kasih, doa, perhatian dan semangat yang tanpa henti hingga terselesaikannya karya tulis ini;
12. Mamalok, Papi Yanto, Alm. Mamatie, Bung Shandy, Mbak Nonon, Kak Febri, Bung Rio, Tante Tari terima kasih atas doa, kasih dan semangatnya;
13. Mayor Yance Djaruma, Mayor Ny. Yance Djaruma, Kapten Edison Warani, Kapten Ny. Yola Warani, Gifita Novrie, Mutiara, Kak Leonard Reno, Yanti dan semua jemaat Gereja Bala Keselamatan yang senantiasa mendoakan saya;
14. Sahabat-sahabatku, Danti, Karot, Kadil, Kalena, Katip, Kava, Kaardi, Teh Syta, Arief, Teh Septa, *The Finest Tree* Cakka Nuraga, Elang Nuraga, Bunda Idha, Ucha, Dianda, Rierie, Moody, Reza, Nadia, Hawa dan Forester ID yang senantiasa memberikan perhatian dan semangat untuk saya;
15. Teman-teman satu tim (Bundo, Ka'Riska, Teh Ye, Oik, Intan, Ka'Wulan, Butir, Liha), Mbak Rifa dan Mas Dodik terimakasih telah membantu dan memberikan semangat;
16. Teman-teman angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih telah memberi dukungan, motivasi, kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan;

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, 15 April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Nematoda	6
2.1.1 Klasifikasi <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.1.2 Morfologi <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.1.3 Siklus Hidup <i>Pratylenchus coffeae</i>	9
2.1.4 Serangan dan Gejala penyakit yang ditimbulkan oleh <i>Pratylenchus coffeae</i>	10

2.2 Tanaman Kopi Arabika	11
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kopi Arabika	12
2.2.2 Morfologi Tanaman Kopi Arabika	12
2.2.3 Syarat Tumbuh Kopi Arabika	14
2.2.4 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) utama Pada Kopi Arabika	15
2.3 Pengendalian Hayati	17
2.4 Mikoriza	17
2.4.1 <i>Glomus</i> sp.	19
2.5 <i>Micorrhiza Helper Bacteria (Pseudomonas diminuta & Bacillus subtilis)</i>	20
2.5.1 <i>Pseudomonas diminuta</i>	21
2.5.2 <i>Bacillus subtilis</i>	21
2.6 Leaflet	23
2.7 Kerangka Berpikir	24
2.8 Hipotesis	25
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	26
3.2.1 Tempat Penelitian	26
3.2.2 Waktu Penelitian	26
3.3 Variabel Penelitian	26
3.3.1 Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>)	26
3.3.2 Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>)	27
3.3.3 Variabel Kontrol	27
3.4 Definisi Operasional	27
3.5 Desain Penelitian	28
3.6 Alat dan Bahan	28
3.6.1 Alat	28

3.6.2 Bahan	29
3.7 Prosedur Penelitian	29
3.7.1 Tahap Persiapan	29
3.7.2 Tahap Ekstrasi Nematoda <i>P. coffeae</i>	
Metode Modifikasi Baermann	30
3.7.3 Tahap Perhitungan Populasi Nematoda <i>P. coffeae</i>	31
3.7.4 Tahap Persiapan Mikoriza	31
3.7.5 Tahap Pembuatan dan Pengenceran Bakteri	31
3.7.6 Inokulasi <i>P. coffeae</i> dan	
Formulasi Bakteri & Mikoriza	32
3.7.7 Pemeliharaan Kopi	32
3.8 Parameter yang Diamati	33
3.9 Analisis Data	37
3.9.1 Analisis Data Penelitian	37
3.9.2 Analisis Validasi Leaflet	37
3.10 Alur Penelitian	39
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian	40
4.1.1 Preparasi Media Tanam dan Pembibitan, <i>P. coffeae</i>	
dan formula MHB cair serta mikoriza	40
4.1.2 Pengaruh Formula MHB cair dan mikoriza terhadap	
pertumbuhan bibit kopi Arabika	42
4.1.3 Pengaruh pemberian formula MHB cair dan mikoriza	
terhadap populasi nematoda parasit <i>P. coffeae</i> pada	
akar tanaman kopi arabika (<i>C. arabica</i> L.) dan tanah.	50
4.1.4 Validasi Penilaian Leaflet	53
4.2 Pembahasan	54
4.2.1 Tahap persiapan formula MHB cair dan mikoriza	54
4.2.2 Pengaruh MHB cair dan mikoriza terhadap populasi	

Nematoda parasit <i>P. coffeae</i> dan pertumbuhan bibit Kopi Arabika.	55
4.2.3 Pengaruh MHB cair dan mikoriza terhadap populasi Nematoda parasit <i>P. coffeae</i> pada bibit kopi Arabika.	56
4.2.4 Hasil Uji Validasi Leaflet	59
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum untuk Kopi Robusta dan Kopi Arabika	15
Tabel 3.1 Validator Penilaian Leaflet	37
Tabel 3.2 Skor Analisis Leaflet	37
Tabel 3.3 Kriteria Validasi Leaflet	38
Tabel 4.1 Hasil Analisis Kandungan Tanah.	40
Tabel 4.2 Hasil Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Molase	41
Tabel 4.3 Pengaruh MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair dan Mikoriza <i>Glomus</i> spp. Terhadap rerata tinggi bibit Kopi Arabika (<i>C. arabica</i>) Pada pengamatan sebelum perlakuan dan 12 msp.....	43
Tabel 4.4 Pengaruh Formula MHB cair dan mikoriza terhadap berat basah akar dan tajuk, berat kering tajuk bibit Kopi Arabika (<i>C. arabica</i>)	46
Tabel 4.5 Hasil rerata penghitungan Derajat Infeksi Mikoriza <i>Glomus</i> spp. ...	49
Tabel 4.6 Pengaruh pemberian formula MHB cair dan mikoriza terhadap Rerata skor kerusakan akar bibit Kopi Arabika (<i>C. arabica</i>) pada Pengamatan 12 msp	50
Tabel 4.7 Hasil rerata penghitungan populasi nematoda parasit <i>P. coffeae</i> Pada akar dan tanah	52
Tabel 4.8 Penilaian dan saran leaflet oleh validator materi	53
Tabel 4.9 Penilaian dan saran leaflet oleh validator media.	53

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Morfologi Nematoda <i>P. coffeae</i>	8
Gambar 2.2 Representasi skematik siklus hidup <i>Pratylenchus</i> spp.	9
Gambar 2.3 Tanaman Kopi Arabika (<i>C. arabika</i>)	14
Gambar 3.1 Skema penempatan inoculan <i>P. coffeae</i> , <i>Glomus</i> spp. dan MHB cair	32
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Nematoda Parasit <i>P. coffeae</i>	42
Gambar 4.2 Rerata tinggi bibit Kopi Arabika selama 12 minggu pengamatan	44
Gambar 4.3 Perbandingan performansi tajuk kopi yang terserang oleh <i>P. coffeae</i>	45
Gambar 4.4 Akar yang terinfeksi <i>P. coffeae</i> dan mikoriza	47
Gambar 4.5 Akar yang terinfeksi <i>Glomus</i> spp.	48
Gambar 4.6 Hifa eksternal pada akar yang terinfeksi <i>Glomus</i> spp.	48
Gambar 4.7 Kerusakan akar bibit kopi Arabika.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal.
Lampiran A. Desain Tata Letak Unit Perlakuan	70
Lampiran B. Matriks Penelitian	71
Lampiran C. Leaflet	73
C.1 Lembar Validasi Leaflet	73
C.2 Lembar Hasil Validasi	80
C.3 Leaflet	86
Lampiran D. Analisis Anova	87
D.1 Rerata Tinggi	87
D.2 Berat Basah dan Berat KeringTajuk dan Akar	89
D.3 Skor Kerusakan Akar	93
D.4 Jumlah Nematoda	95
D.5 Derajat Infeksi Mikoriza	96
Lampiran E. Dokumentasi Penelitian	98
E.1 Foto Hasi Perlakuan	98
E.2 Foto Alat Penelitian	99
E.3 Foto Kegiatan Penelitian	103
Lampiran F. Hasil Analisis	107
F.1 Analisis Tanah	107
F.2 Analisis Molase	108
Lampiran G. Surat Penelitian	109

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nematoda parasit merupakan salah satu organisme pengganggu tanaman (OPT) utama yang menyerang akar tanaman kopi, sehingga menyebabkan akar menjadi busuk dan mati (Sulistiyowati, *et al* 2012: 145). Menurut Pracaya (1997: 292), nematoda memiliki panjang sekitar 200-1.000 mikron (1.000 mikron = 1 mm). Namun, ada beberapa yang panjangnya sekitar 1 cm. Nematoda hidup di dalam tanaman (endoparasit) dan ada juga yang di luar tanaman (ektoparasit).

Banyak parasit nematoda yang ditemukan di sekitar tanaman kopi seperti nematoda puru akar, yaitu *Meloidogyne* spp. Namun yang menjadi fokus utama serangan nematoda pada tanaman kopi adalah spesies nematoda lesi, dalam hal ini yaitu *Pratylenchus coffeae* (Bridge, 2007: 122). *P. coffeae* adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Hal ini dikarenakan nematoda tersebut ditemukan hampir di semua propinsi penghasil kopi, pada ketinggian antara nol sampai lebih dari 1.000 mdpl. Menurut Wiryadiputra dalam Souza (2008: 279), kerugian hasil yang disebabkan oleh *P. coffeae* di area perkebunan kopi Robusta dapat mencapai 78%, dengan rata-rata sekitar 57%, sedangkan di area perkebunan kopi Arabika, *P. coffeae* menyebabkan tanaman kopi dapat mati pada usia dua tahun sehingga mengakibatkan terjadinya kerugian total.

Kopi merupakan tanaman tropis yang dapat tumbuh dengan baik hampir di semua tempat, kecuali pada tempat yang terlalu tinggi dengan suhu yang sangat dingin. Indonesia yang merupakan salah satu negara dengan iklim tropis menyediakan tempat tumbuh yang baik bagi kopi. Indonesia juga merupakan negara penghasil kopi terbesar ketiga setelah Brazil dan Vietnam. Permintaan terhadap kopi Indonesia dari waktu ke waktu terus meningkat (Ditjenbun, 2015). Menurut Raharjo

(2012: 7), konsumsi kopi dunia sebesar 70% berasal dari spesies kopi Arabika dan 26% berasal dari spesies kopi Robusta.

Beberapa tahun terakhir berkembang wacana yang terkait dengan upaya untuk mengamankan kesinambungan ekonomi kopi dunia. Negara-negara yang menjadi pasar utama kopi menginginkan kualitas kopi yang sesuai dengan tuntutan konsumen seperti keamanan pangan, pelestarian lingkungan serta peningkatan kesejahteraan petani dan nilai sosial lainnya. Pendekatan *green economy* menjamin terpeliharanya hubungan timbal balik antara pembangunan ekonomi dan keberlanjutan fungsi lingkungan dalam mendukung terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan (Asyiah, 2015: 2). Salah satu cara pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang sejalan dengan konsep *green economy* adalah pengendalian biologis dengan menggunakan agensia hayati.

Jenis agensia pengendali hayati nematoda khususnya dari kelompok mikoriza dan MHB, masing-masing jenis tersebut mempunyai sifat tersendiri. Mikoriza dalam peranannya membantu akar tumbuhan, namun terdapat beberapa kendala yang membuat infeksi mikoriza pada akar menjadi tidak efektif sehingga akar tidak bisa bersimbiosis dengan baik, oleh karena itu dalam interaksinya dengan akar tumbuhan, mikoriza dibantu oleh organisme lain yang berinteraksi dengan saling menguntungkan. Interaksi ini membentuk *mycorizosphere* (Frey-klett dan Garbaye, 2005:5). Organisme yang membantu meningkatkan kinerja dari mikoriza adalah *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (Garbaye, 1994:197). MHB yang membantu mikoriza diantaranya dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* adalah 2 contoh MHB yang dapat berasosiasi baik dengan mikoriza dan memberikan efek negatif terhadap patogen akar (Rigamonte *et al*, 2010:836).

Bakteri MHB yang digunakan nantinya akan diformulasikan dalam bentuk cair. Formulasi merupakan suatu pencampuran antara bahan pembawa dengan organisme hidup. Media pembawa yang digunakan dalam penelitian ini ialah molase sedangkan organisme hidup sebagai bahan aktif yaitu bakteri MHB (*P. diminuta* dan

B. subtilis). Formulasi digunakan untuk meningkatkan daya hidup dan efektivitas mikroba yang berfungsi untuk stabilitas, efisiensi serta keramahan penggunaan. Dalam penelitian ini formula yang digunakan ialah formula cair yang mengandung suspensi biomassa dalam air.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian lebih kompleks dari penelitian sebelumnya yakni pada penelitian oleh Fauzi (2014:52), menyatakan bahwa terjadi penurunan populasi nematoda *P. coffeae* berkisar antara 57,42%-70,62% setelah diberi aplikasi MHB berupa *P. diminuta* dan *B. subtilis*. Pemberian MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) juga meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Selanjutnya menurut Heni (2015:90), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Inokulasi Ganda *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) dalam Mengendalikan Populasi Nematoda *P. coffeae* dan Meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika.” menyatakan bahwa adanya sinergisme antara mikoriza *Glomus* spp. dan MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) yang menunjukkan bahwa inokulasi ganda MHB dan *Glomus* spp. dapat menurunkan populasi *P. coffeae* secara signifikan ($p=0,000$) di akar maupun tanah. Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* berkisar antara 87,4%-97,02%. Inokulasi ganda ini juga berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi Arabika.

Dalam kedua penelitian tersebut media yang digunakan merupakan media *nutrient broth*. Apabila dilakukan perbandingan formula MHB dan mikoriza, maka biaya yang dikeluarkan akan meningkat oleh karena itu diperlukan suatu formula yang lebih ekonomis yaitu dengan pemakaian media organik berupa molase. Molase merupakan limbah yang berasal dari industri pembuatan gula. Pengambilan limbah tersebut sangat mudah diperoleh, karena merupakan hasil sisa yang jarang untuk dimanfaatkan.

Penyampaian informasi mengenai formula MHB cair dan mikoriza ini perlu untuk disebarluaskan melalui suatu media yang informatif, berisikan informasi yang singkat, jelas dan mudah untuk dipahami oleh masyarakat luas khususnya para petani

kopi. Maka dari itu perlu untuk dirancang suatu media informatif seperti leaflet, karena bentuknya sederhana, praktis, komunikatif, dan juga memuat informasi inti sehingga masyarakat terutama petani tidak merasa segan untuk membacanya. Leaflet diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat, khususnya bagi petani kopi mengenai hasil dari penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul “Uji Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bacteria* (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta pemanfaatannya sebagai materi penyusun leaflet.”

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Adakah pengaruh pemberian *Glomus* spp. dan formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair terhadap penurunan populasi *P. coffeae* dan peningkatan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
2. Berapakah kerapatan bakteri pada formulasi MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair yang mampu menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
3. Apakah leaflet mengenai hasil penelitian uji formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap *P. coffeae* dan peningkatan bibit kopi Arabika layak digunakan?

1.3 Batasan masalah

Untuk mempermudah pembahasan dan mengurangi kerancuan dalam menafsirkan masalah dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Nematoda *P. coffeae* yang digunakan dalam penelitian berada dalam stadium juvenile dan dewasa dari akar tanaman kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah.

2. Tanaman kopi yang digunakan ialah bibit kopi jenis Arabika (*Coffeae arabica*) yang berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah.
3. Mikoriza yang digunakan ialah *Glomus* spp. yang diperoleh dari Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.
4. Formula yang digunakan dalam penelitian ini ialah formula dalam bentuk cair dengan bahan pembawa berupa molase 2 % dengan perbandingan *P. diminuta* dan *B. subtilis* 2:3 menggunakan aquadest sebagai media pelarutnya.
5. Leaflet yang digunakan ialah kategori leaflet informatif.

1.4 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menguji kemampuan pemberian formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
2. Menguji kerapatan bakteri pada formulasi MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika terbaik.
3. Menghasilkan leaflet mengenai formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. yang mampu menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan tentang formulasi mikoriza dan MHB yang efektif dalam menghambat pertumbuhan populasi *P. coffeae*.
2. Bagi peneliti lain, dapat dipakai sebagai bahan perbandingan dan acuan untuk penelitian sejenis.
3. Bagi masyarakat, dapat menambah informasi mengenai teknik dalam pengendalian nematoda parasit pada tanaman kopi jenis Arabika.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nematoda

Menurut Dropkin (1992: 2), nematoda (nama tersebut berasal dari kata Yunani, yang artinya benang) berbentuk memanjang, seperti tabung, kadang-kadang seperti kumparan, yang dapat bergerak seperti ular. Mereka hidup di dalam air, baik air laut maupun air tawar, di dalam tanah dan di dalam jaringan jasad hidup berair. Filum nematoda merupakan kelompok besar kedua setelah serangga apabila didasarkan atas keaneka-ragaman jenisnya.

Jenis nematoda saprofit sangat menguntungkan, karena mempercepat proses tanaman yang telah mati menjadi tanah. Ada juga nematoda yang bersifat parasit, khususnya pada tanaman (Luc, 1995: 550). Nematoda parasit pada tanaman dapat menyebabkan kerusakan tanaman, sehingga mengakibatkan penurunan produksi, yang akhirnya merugikan petani.

Ciri khusus dari nematoda parasit pada tanaman adalah adanya stilet pada bagian kepalanya yang berfungsi sebagai alat untuk masuk ke dalam jaringan tanaman dan memakan cairan sel. Ciri khusus ini merupakan perbedaan morfologi utama antara nematoda parasit pada tanaman (fitoparasit) dengan kelompok nematoda lainnya (Mustika, 2003: 23).

Nematoda parasit pada tanaman dapat menyebabkan kerusakan hampir mencapai 100 persen. Hal ini akan mengakibatkan tanaman puso dan gagal panen. Nematoda yang menyebabkan kerusakan pada tanaman hampir semuanya hidup di dalam tanah, baik yang hidup bebas di dalam tanah bagian luar akar dan batang di dalam tanah bahkan ada beberapa parasit yang hidupnya bersifat menetap di dalam akar dan batang. Salah satu contoh dari nematoda parasit pada tanaman ialah *Pratylenchus coffeae*.

Nematoda *Pratylenchus* merupakan nematoda endoparasitik berpindah dan semua stadiumnya terdapat di dalam jaringan korteks inangnya. Populasi nematoda di dalam tanah yang rendah dapat berasosiasi dengan populasi yang tinggi dalam akar. Kebanyakan nematoda memperoleh makanannya dari sel-sel korteks dan membentuk suatu rongga yang berisi koloni nematoda dengan berbagai stadium (Luc, 1995 hal 550-551).

2.1.1 Klasifikasi *Pratylenchus coffeae*

P. coffeae termasuk dalam Kelas Adenophorea, Ordo Tylenchidae, Famili Pratylenchidae dan Genus *Pratylenchus*.

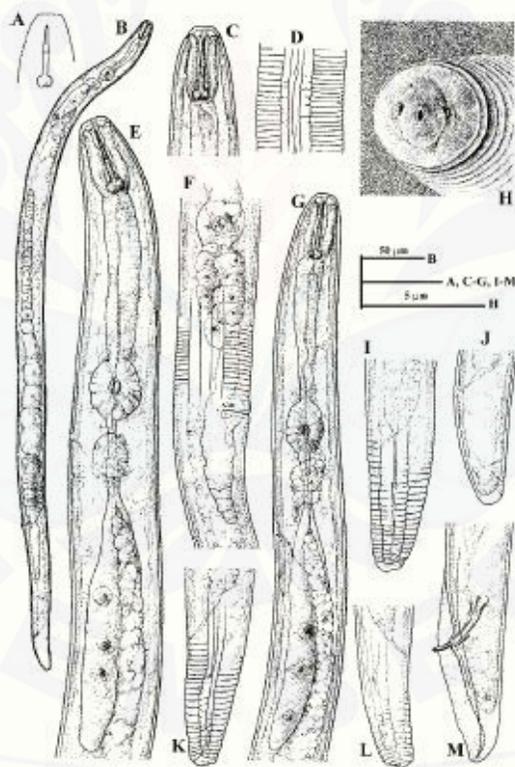
Klasifikasi Nematoda Zimmermann (1898) dalam Nguyen (2010: 4) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Nematoda
Class : Secernentea
Subclass : Diplogasteria
Ordo : Tylenchida
Superfamily : Tylenchoidea
Family : Pratylenchidae
Genus : *Pratylenchus*
Species : *Pratylenchus coffeae*

2.1.2 Morfologi *Pratylenchus coffeae*

Nematoda adalah sejenis cacing bulat yang kedua sisinya simetris dan hampir semuanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Nematoda memiliki semua sistem fisiologi seperti pada binatang kelas tinggi, kecuali sistem pernafasan dan peredaran darah. Pada umumnya nematoda adalah tembus cahaya (transparan) sehingga dengan menggunakan mikroskop cahaya yang dilengkapi dengan lampu dari bawah dan perbesaran sekitar 900-1000 kali, anatomi nematoda dapat dilihat dengan jelas (Mustika, 2003: 24).

Nematoda ini mempunyai lebar tubuh antara 40 μm hingga 160 μm , dengan panjang tubuh antara 0,4-0,7 mm, sedangkan diameter tubuh 20-25 μm . Bentuk nematoda ini pada umumnya memanjang, bagian ujung anterior kepala mendatar, dengan kerangka kepala yang kuat, mempunyai stilet pendek dan kuat, panjangnya 14-20 μm dengan basal knop yang jelas. 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 (Castilo dan Vovlas, 2007:30).



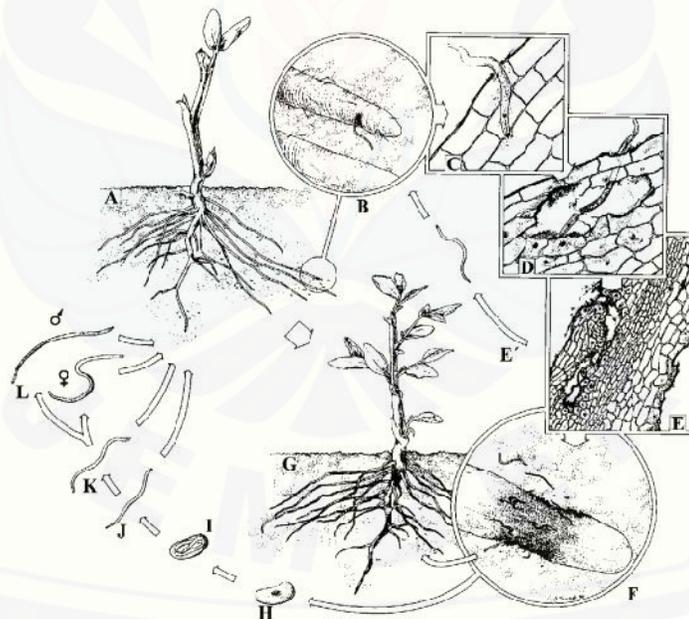
Sumber : Castilo dan Vovlas, 2007 : 86

Gambar 2.1 Morfologi nematoda *P. coffeae*. A: Stilet betina; B: tubuh betina secara keseluruhan; C: Bagian dari tubuh betina; D: Daerah paringeal betina; F: Daerah vulva; G: Daerah paringeal jantan; H: Bentuk kepala betina; I-L: Variasi ekor betina; M: Ekor jantan

Kutikula dibentuk oleh ornamen dangkal yang terdiri dari cincin-cincin melintang. Kutikula ini terdiri dari 3 zona yaitu kortikal, matrix dan lapisan dasar. Fungsi dari kutikula ini untuk perlindungan dan sarana interaksi dari lingkungan luar, pergerakan, dan juga untuk mencegah agar tidak terjadi distorsi tubuh selama kontraksi otot (Castilo dan Vovlas, 2007: 9).

2.1.3 Siklus Hidup *Pratylenchus coffeae*

Hampir semua sentra produksi kopi di Indonesia terserang nematoda *P. coffeae*. Hal ini merupakan kendala utama dalam pengembangan produksi kopi. Penurunan produksi kopi Robusta oleh nematoda ini bisa mencapai 78.4%. Pada kopi Arabika, tanaman yang terserang nematoda *P. coffeae* hanya bisa hidup 2 tahun. Nematoda tersebut dikenal sebagai nematoda luka akar kopi dan mempunyai daur hidup selama 45-48 hari. Masa inkubasi telur 15-17 hari, masa larva 15-17 hari dan masa pra peletakan telur 15 hari (Syakir *et al*, 2010:46).



Sumber: Castilo dan vovlas, 2007:309

Gambar 2.2 Representasi skematik siklus hidup *Pratylenchus* spp. A: Sistem akar tanaman sehat; B-D: Penetrasi nematoda ke dalam akar; E-F: kerusakan kortikal; G: Sistem perakaran yang terinfeksi, terjadi nekrotik; H-I: telur; J-K: Spesimen juvenil; L: Spesimen dewasa

Faktor yang mempengaruhi perkembangan populasi antara lain tanaman inang, temperatur dan kondisi tanah. Lebih dari 200 spesies merupakan tanaman inang. Nematoda mampu bertahan 8 bulan ditanah tanpa tanaman inang, namun pada musim kemarau, nematoda tidak dapat bertahan pada suhu 38° C dan peka terhadap kelembaban tanah tinggi serta sinar Ultra violet (Syakir *et al*, 2010:46).

Siklus hidup dari *Pratylenchus* sangat sederhana dan terjadi secara langsung. Betina meletakkan telurnya satu persatu atau secara berkelompok pada akar inang yang diserangnya, atau pada tanah di dekat permukaan akar inangnya. *P. coffeae* memiliki 6 fase hidup, yaitu telur, 4 fase juvenil dan dewasa. Durasi dari siklus hidupnya antara 6 minggu hingga 7 minggu, tetapi waktu tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Setelah perkembangan embrionik dari telur ke juvenil fase 1 (J1), nematoda *moulting* dan menjadi juvenil fase 2 (J2) yang nantinya akan menetas dari telur, kemudian beberapa *moulting* selanjutnya akan membentuk J3 dan J4 dengan differensiasi lebih spesifik dari organ tubuh seperti organ kelamin, faring, bagian mulut dan yang lainnya. Semua fase juvenil dan dewasa berada dalam bentuk *vermiform* (seperti cacing) dan dapat bergerak, selain itu semua fase hidup (kecuali telur dan J1) pada *Pratylenchus* dapat menginfeksi tanaman inang (Castilo dan Vovlas, 2007: 308).

2.1.4 Serangan dan Gejala penyakit yang ditimbulkan oleh *P. coffeae*

P. coffeae bertelur di dalam jaringan akar kopi. Daur hidupnya berkisar antara 45-48 hari dengan rincian sebagai berikut: inkubasi telur selama 15-17 hari, perkembangan larva hingga menjadi dewasa sekitar 15-16 hari dan perkembangan nematoda dewasa hingga meletakkan telur sekitar 15 hari. *P. coffeae* menyerang jaringan kortek akar serabut terutama akar-akar serabut yang aktif menyerap unsur hara dan air. Akibatnya akar serabut menjadi rusak, berwarna coklat dan terdapat luka-luka nekrotik. Luka-luka tersebut secara bertahap meluas, sehingga akhirnya seluruh akar serabut membusuk. Gejala pertama yang muncul akibat infeksi pada tanaman yang baru dipindah adalah daunnya menguning, cabang-cabang utamanya

sedikit dan tanaman kerdil. Tanaman berangsur layu diikuti oleh kematian. Tanaman yang terserang berat akan mati sebelum dewasa (Castilo dan Vovlas, 2007:109).

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 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. Pada stadium akhir dari infeksi, jaringan parenkim tersebut hancur dan jaringan korteks terpisah dari silinder pusat. Infeksi oleh nematoda dapat mengurangi tingkat pertumbuhan tanaman, munculnya daun tertunda, berat daun berkurang antara 30-45%, daun tanaman berubah berwarna kuning, kemudian menjadi merah, kehilangan turgiditas dan kemudian menjadi layu (Luc, 1995: 552-553).

Penyakit oleh Nematoda parasit *P. coffeae* dapat menyebabkan tanaman kopi tumbuh kerdil, kurus, batang mengecil, daun tampak tua menguning dan gugur sehingga daun yang tertinggal adalah yang diujung-ujung cabang. Pada serangan berat, pucuk akan mati, bunga dan buah prematur. Jika serangan sudah terjadi dari dalam tanah, tanaman akan mudah dicabut karena akar-akar serabutnya membusuk berwarna coklat sampai hitam (Syakir, 2010: 46).

2.2 Tanaman Kopi Arabika

Beberapa perkebunan kopi di Indonesia secara umum banyak yang terserang oleh gangguan-gangguan tanaman kopi yang sangat merugikan. Gangguan-gangguan tersebut kebanyakan disebabkan oleh hama dan penyakit, juga disebabkan keadaan sekeliling yang pada umumnya menyerang pada akar, batang, ranting, bunga, buah dan daun. Selain jamur akar, akhir-akhir ini diketahui pula adanya serangan nematoda akar kopi yang dapat menjadi ancaman penting bagi pertanaman kopi karena dapat menurunkan produktivitas kopi di Indonesia. Menurut AAK (1998: 29)

menyatakan bahwa kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan tanaman yang berasal dari pegunungan Ethiopia (Afrika). Dibawa pertama kali ke Jawa oleh bangsa Belanda.

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan sebagai penghasil devisa negara dan sumber pendapatan petani. Luas areal perkebunan kopi Indonesia 1.235.802 ha dengan produksi 666.046 ton. Berdasarkan luas tersebut 96% merupakan perkebunan rakyat, 902.341 ha (79,21%) merupakan kopi Robusta dan sisanya adalah jenis kopi Arabika. Produktivitas kopi Indonesia, yaitu 77g kg/ha. Produktivitas ini masih rendah jika dibandingkan produktivitas potensial varietas/klon unggul kopi yang mencapai 1,5-2 ton/ha (Ditjenbun, 2012).

2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kopi Arabika

Plantamor (2015), mengklasifikasikan tanaman kopi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Asteridae
Ordo	: Rubiales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L.

2.2.2 Morfologi Tanaman Kopi Arabika

Tanaman kopi arabika tumbuh rimbun dan membentuk pohon perdu kecil. Adapun tanaman kopi memiliki pertumbuhan pohon yang besar dan kuat. Tanaman kopi membutuhkan waktu 3 tahun dari saat perkecambahan sampai menjadi tanaman berbunga dan menghasilkan buah kopi. Daun kopi berwarna hijau mengkilat tumbuh

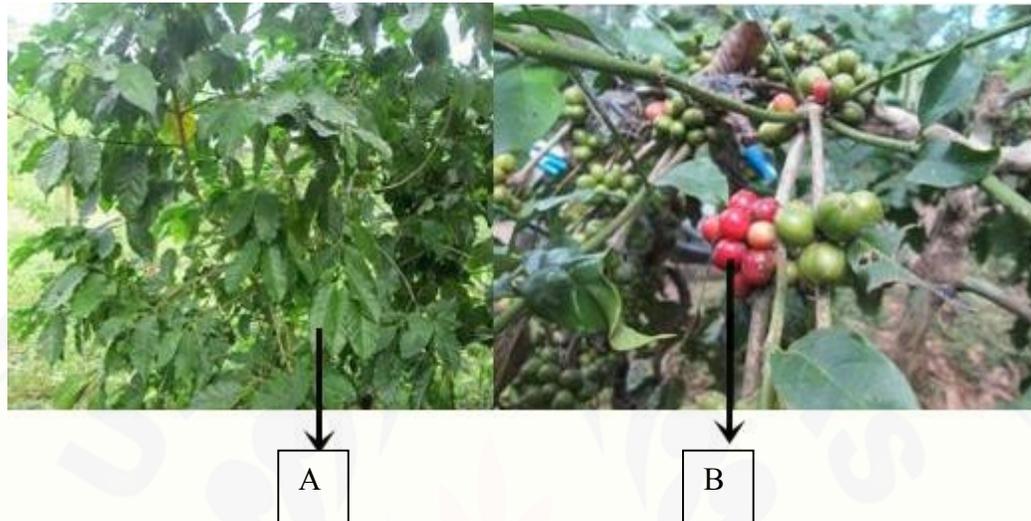
berpasangan dengan berlawanan arah. Bentuk daun tanaman kopi lonjong dengan tulang daun yang tegas (Raharjo, 2012: 8).

Percabangan sekunder sangat aktif bahkan pada cabang primer di atas permukaan tanah membentuk kipas berjuntai menyentuh tanah. Panjang cabang primer rata-rata mencapai 123 cm sedangkan ruas cabangnya pendek-pendek. Batang tanaman *C. arabica* berkayu, keras, dan tegak dengan warna putih keabu-abuan. Batang dan cabang kopi berkayu, tegak lurus dan beruas-ruas. Tiap ruas hampir selalu ditumbuhi kuncup. Tanaman ini mempunyai dua macam pertumbuhan cabang, yaitu cabang Orthotrop dan Plagiotrop. Cabang Orthotrop merupakan cabang yang tumbuh tegak seperti batang, disebut juga tunas air atau wiwilan atau cabang air. Cabang ini tidak menghasilkan bunga atau buah. Cabang Plagiotrop merupakan cabang yang tumbuh ke samping. Cabang ini menghasilkan bunga dan buah (AAK, 1988: 41).

Bunga tanaman *C. arabica* merupakan bunga majemuk (muncul secara berkelompok). Bunga ini tumbuh diketiak daun dengan bentuk menyerupai payung. Mahkota bunga berbentuk bintang dan berwarna putih. Tanaman kopi umumnya berbunga \pm 2 tahun. Kelopak bunga berwarna hijau. Bunga tersusun dalam kelompok, masing-masing terdiri dari 4-6 kuntum bunga. Tanaman kopi yang sudah cukup dewasa dan dipelihara dengan baik dapat menghasilkan ribuan bunga. Bila bunga sudah dewasa, kelopak dan mahkota akan membuka, kemudian segera terjadi penyerbukan. Setelah itu bunga akan berkembang menjadi buah (AAK, 1988: 43).

Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri dari tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging buah (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp) yang tipis, tetapi keras. Buah kopi yang muda berwarna hijau, tetapi setelah tua menjadi kuning dan kalau masak warnanya menjadi merah. Besar buah kira-kira 1,5 x 1 cm dan bertangkai pendek. Pada umumnya buah kopi mengandung dua butir biji, biji tersebut mempunyai dua bidang, bidang yang datar (perut) dan bidang yang cembung (punggung). Tetapi ada kalanya hanya ada satu butir biji yang bentuknya bulat panjang yang disebut kopi "lanang". Kadang-kadang

ada yang hampa, sebaliknya ada pula yang berbiji 3-4 butir yang disebut polysperma (AAK, 1988: 45).



Sumber: Vika, 2015.

Gambar 2.3 Tanaman Kopi Arabika (*C. arabica* L.); A) Daun Kopi Arabika, B) Buah Kopi Arabika

Secara alami, tanaman kopi memiliki akar tunggang sehingga tidak mudah rebah. Namun, akar tunggang tersebut hanya dimiliki oleh tanaman kopi yang berasal dari bibit semai atau bibit sambung (okulasi) yang batang bawahnya berasal dari bibit semai. Sementara tanaman kopi yang berasal dari bibit setek, cangkok, atau okulasi yang batang bawahnya berasal dari bibit setek tidak memiliki akar tunggang sehingga relative mudah rebah (AAK, 1988: 39).

2.2.3 Syarat Tumbuh Kopi Arabika

Kondisi lingkungan tumbuh tanaman kopi yang paling berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kopi adalah tinggi tempat dan tipe curah hujan. Sebab itu, jenis tanaman kopi yang ditanam harus disesuaikan dengan kondisi tinggi tempat dan curah hujan di daerah setempat. Selama ini, jenis kopi yang biasa ditanam di perkebunan rakyat seperti di Lampung adalah kopi arabika dan robusta. Padahal

kedua jenis tanaman kopi tersebut menghendaki persyaratan tumbuh yang berbeda (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum Untuk Kopi Robusta dan Kopi Arabika (BPPP, 2008)

Syarat Tumbuh	Kopi Arabika	Kopi Robusta
Iklim		
Tinggi tempat	700-1.400 m dpl	300-600 m dpl
Suhu udara harian	15-24 ⁰ C	24-30 ⁰ C
Curah hujan rata-rata	2.000-4.000 mm/th	1.500-3.000 mm/th
Jumlah bulan kering	1-3 bulan/tahun	1-3 bulan/tahun
Tanah		
pH tanah	5,3-6,0	5,5-6,5
kandungan bahan organik	Minimal 2%	Minimal 2%
Kedalaman tanah efektif	>100 cm	>100 cm
Kemiringan tanah maksimum	40%	40%

Sumber: BPPP, 2008: 2

Kopi arabika menghendaki ketinggian lahan yang lebih tinggi dari kopi robusta agar dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Penanaman kopi arabika pada lahan dataran rendah produktivitasnya akan menurun dan lebih rentan terhadap penyakit karat daun, sedangkan penanaman kopi robusta di daerah Lampung cocok ditanam pada ketinggian antara 300-600 m di atas permukaan laut (BPPP, 2008:1-2).

Tanaman kopi menghendaki penyinaran matahari yang cukup panjang, akan tetapi cahaya matahari yang terlalu tinggi juga kurang baik. Oleh karena itu kebun kopi diberi naungan dengan tujuan agar intensitas cahaya matahari tidak terlalu kuat. Sebaliknya naungan yang terlalu berat (lebat) akan mengurangi pembuahan pada kopi. Tingkat produksi kopi dengan naungan sedang, akan lebih tinggi dari pada kopi tanpa naungan. Kopi termasuk tanaman hari pendek (*short day plant*), yaitu pembungaan terjadi bila siang hari kurang dari 12 jam (Wachjar, 1984).

2.2.4 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) utama pada Kopi Arabika

Secara garis besar penurunan produktivitas kopi ditentukan oleh berbagai faktor, di antaranya oleh OPT. Terdapat tiga (3) jenis OPT utama yang menyerang tanaman kopi yaitu hama (Hama Penggerek Buah Kopi atau PBKO), Nematoda

parasit dan penyakit (Penyakit Karat Daun Kopi) (Syakir *et al*, 2010: 40). 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).

Dalam usaha peningkatan produksi dan perbaikan mutu hasil komoditas kopi, salah satu aspek penting yang perlu mendapat perhatian adalah masalah OPT. Nematoda parasit merupakan salah satu OPT utama pada tanaman kopi yang menyerang akar tanaman, sehingga menyebabkan akar menjadi busuk dan mati. *P. coffeae* dan *R. similis* merupakan dua spesies nematoda endoparasit yang berpindah-pindah dan sangat merugikan pada tanaman kopi Arabika dan Robusta. Serangan nematoda *P. coffeae* dilaporkan dapat mengakibatkan musnahnya 95% kopi Arabika di Jawa. Upaya pengendalian hama tersebut diarahkan ke pengendalian ramah lingkungan (Sulistiyowati *et al*, 2012: 145).

Potensi kopi di Indonesia yang semakin meningkat diikuti pula oleh meningkatnya populasi nematoda, yang mana tindakan pengendalian yang dilakukan masih kurang berhasil memecahkan masalah tersebut, dan intensitas penggunaan agensia kimia sintesis yang tinggi, disebut dengan nemastisida. Penggunaan bahan kimia terutama pestisida merupakan cara yang paling banyak digunakan oleh praktisi dalam pengendalian nematoda. Nematisida bersifat sistemik. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan agensia kimia tersebut berpengaruh pada keadaan lingkungan, disamping jangkauan yang terbatas didalam tanah, maka penggunaan agensia hayati untuk mengatasi serangan nematoda parasit tanaman perlu dipertimbangkan. Pemanfaatan agen hayati (musuh alami) telah terbukti efektif untuk mengendalikan nematoda pada berbagai kasus (Triman dan Mulyadi, 2001:52). Agen hayati tersebut diantaranya ialah pemanfaatan bakteri dan jamur.

2.3 Pengendalian Hayati

Adanya kekhawatiran dunia terhadap penggunaan pestisida kimia sintetis dan didukung oleh permintaan produk pertanian yang sehat dan aman bagi konsumen, menjadikan pengendalian hayati sebagai salah satu pilihan cara dalam mengendalikan patogen tanaman. Pengendalian hayati merupakan suatu bentuk pengendalian melalui penggunaan organisme untuk mengendalikan patogen dan penggunaan tanaman tingkat tinggi sebagai salah satu cara terbaik dan paling efektif (Soesanto, 2008: 4).

Pengendalian hayati didefinisikan sebagai semua kondisi atau praktik yang berpengaruh terhadap penurunan daya tahan atau kegiatan patogen tanaman melalui interaksi dengan agensia organisme hidup lainnya (selain manusia), yang menghasilkan penurunan keberadaan penyakit yang disebabkan oleh patogen. Agensia hayati yang sejalan dengan konsep *green economy* adalah pengendalian biologis, dalam hal ini ialah mikoriza dan bakteri (Asyiah, 2015: 2).

Di Indonesia, pengendalian nematoda dengan menggunakan jamur dan bakteri tersebut, saat ini baru pada stadia awal perkembangan, selanjutnya masih perlu untuk ditingkatkan terutama pada identifikasi parasit dan predator yang potensial, formulasi, serta cara-cara praktis dalam menggunakannya. Agar agen hayati tersebut tetap dalam keadaan viabel di dalam tanah, metoda aplikasi dan formulasi agen hayati masih perlu dikembangkan (Mustika, 2005: 26)

2.4 Mikoriza

Mikoriza ialah suatu struktur yang khas yang mencerminkan adanya interaksi fungsional yang saling menguntungkan antara suatu tumbuhan tertentu dengan satu atau lebih galur mikobion dalam ruang dan waktu. Berdasarkan struktur tumbuh dan cara infeksi, mikoriza dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu Ektomikoriza dan Endomikoriza. Mikoriza memiliki peran sebagai biocontrol pada tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Mikoriza tidak menyebabkan penyakit pada tanaman dalam menyerap hara mineral di dalam tanah

dan menyediakan unsur-unsur hara N, Ca dan P bagi inang. Pengendalian penyakit tanaman yang mempunyai prospek baik dan ramah lingkungan ialah pengendalian hayati dengan memanfaatkan mikroba antagonis disekitar tanaman (Purnanto, 2014: 124).

Penggunaan mikoriza juga mampu meningkatkan unsur hara baik makro maupun mikro dan dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan tidak tersedia bagi tanaman seperti P. Mikoriza mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman dan membantu dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara terutama fosfor pada lahan marjinal (Nasution, 2014: 4).

Menurut Soesanto (2008) menyatakan bahwa terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Pra infeksi. Spora dari mikoriza berkecambah membentuk apresorium.
2. Infeksi. Dengan alat apresorium melakukan penetrasi pada akar tanaman.
3. Pasca infeksi. Setelah penetrasi pada akar, maka hifa tumbuh secara interselluler, arbuskula terbentuk di dalam sel korteks akar. Arbuskula percabangannya lebih kuat dari hifa setelah penetrasi pada dinding sel. Arbuskula hidup hanya 4-15 hari, kemudian mengalami degenerasi dan pemendekan pada sel inang. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa cendawan mikoriza membentuk vesikel pada bagian interselluler, dimana vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar dan hifa.
4. Perluasan infeksi cendawan mikoriza dalam akar terdapat tiga fase:
 - a. Fase awal dimana saat infeksi primer.
 - b. Fase exponential, dimana penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat .
 - c. Fase setelah dimana pertumbuhan akar dan mikoriza sama.
5. Setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam rhizosfer tanah. Pada bagian ini struktur cendawan disebut hifa eksternal yang berfungsi dalam penyerapan larutan nutrisi dalam tanah, dan

sebagai alat transportasi nutrisi ke akar, hifa eksternal tidak berseptata dan membentuk percabangan dikotom.

2.4.1 *Glomus* sp.

Menurut Varma (2008) menyatakan bahwa terdapat beberapa mikoriza termasuk Cendawan mikoriza seperti *Psilothus* dan *Glomus* spp. dapat mengurangi infeksi patogen tanaman dan beberapa dari hiperparasit patogen tanaman lain seperti *Pasteuria penetrans*, yang menyerang nematoda jaringan akar.

Glomus sp. hidup di tanah yang didominasi oleh fraksi lempung (clay). Kondisi tanah ini sangat sesuai untuk perkembangan spora *Glomus* sp. (Hapsoh, 2008). Spora *Glomus* sp. memiliki ukuran 125-325 μm , dan hanya memiliki satu jenis dinding yaitu dinding spora. Dinding spora berwarna merah sampai cokelat pada media Polyvinil alcohol-Lactic acid-Glycerol (PVLG) dan akan berwarna lebih pekat jika ditambahkan reaksi Melzer. Permukaan dinding spora halus tanpa perhiasan. Dinding spora berjumlah satu, seluruh lapisan yang ada pada dinding spora berasal dari dinding hifa pembawa. *Glomus* tidak membentuk dinding perkecambah fleksibel. Dinding spora berakhir dengan pori pada daerah melekatnya hifa pembawa (INVAM, 2008 dalam Vika, 2015:22).

Siklus hidup *Glomus* sp. sangat relatif pendek yaitu antara 4-6 hari dan setelah itu arbuskula akan mengalami degenerasi kemudian dicerna oleh sel tanaman inang.

Menurut Uniport (2012), adapun kedudukan *Glomus* sp. dalam sistematika (taksonomi) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Fungi
Phylum	: Glomeromycota
Class	: Glomeromycetes
Ordo	: Glomorales
Family	: Glomeraceae
Genus	: <i>Glomus</i>
Spesies	: <i>Glomus</i> sp.

2.5 *Micorrhiza Helper Bacteria (Pseudomonas diminuta & Bacillus subtilis)*

Bakteri yang mampu meningkatkan perkembangan mikoriza diberi nama *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB). MHB merupakan istilah yang digunakan bagi bakteri yang dapat membantu mikoriza dalam 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.

Duponnois dan Garbaye (1994: 201) menganalisis bagaimana MHB mempengaruhi konsentrasi senyawa antagonistik yang diproduksi oleh fungi mikoriza. Mereka mendapati bahwa bakteri tersebut mampu mendetoksifikasi media cair dari metabolit fungi yang bersifat menghambat. Bakteri MHB kemungkinan juga dapat menekan produksi senyawa toksik oleh mikroba tanah. Vivas *et al.* (2005:420) menyatakan bahwa bakteri MHB memiliki dampak positif yang kuat terhadap perkecambahan spora dan pertumbuhan fungi prasimbiosis dalam larutan yang terkontaminasi logam berat. Inokulasi bakteri bukan hanya menurunkan kerusakan hifa *G. mosseae* tetapi bahkan meningkatkan pertumbuhan akar dari 95% (tanpa Cd) menjadi 254% (dengan larutan Cd). Pengaruh ini sama kuatnya dengan pada perlakuan Zn di mana pertumbuhan miselium berkisar dari 125% (tanpa Zn) hingga 232% (dengan larutan Zn).

Tingkat kolonisasi mikoriza tergantung pada interaksi antara parameter abiotik dan biotik, fisiologi fungi, dan tingkat kerentanan akar terhadap infeksi. MHB dapat meningkatkan laju infeksi mikoriza pada berbagai tahapan interaksi. Sebagai contoh, fase pra infeksi seperti perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium di dalam tanah dan pada permukaan akar dapat ditingkatkan oleh MHB, sehingga akar lebih rentan terhadap infeksi (Bowen, 1993). Bakteri yang digunakan ialah *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*.

2.5.1 *Pseudomonas diminuta*

Pseudomonas diminuta adalah bakteri gram negatif yang dapat membantu mikoriza berkembang di dalam tanah, sehingga bakteri ini disebut dengan MHB.

a. Klasifikasi *P. diminuta*

Berikut adalah klasifikasi *P. diminuta* menurut Holt (1994; 323):

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

b. Morfologi *Pseudomonas diminuta*

Genus *Pseudomonas* terdiri dari sejumlah bakteri gram negatif, aerob, bergerak dengan flagel, katalase positif, oksidase positif. Bakteri berbentuk batang, berukuran $0,6 \times 2 \mu\text{m}$, bergerak aktif dengan flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub), tidak berspora, tidak mempunyai selubung dan bersifat gram negatif (Holt, 1994: 324).

c. Peran *Pseudomonas diminuta*

Bakteri gram negatif khususnya strain *Pseudomonas* telah banyak diteliti sebagai agen biokontrol karena kemampuannya memproduksi metabolit antimikroba. Strain *Pseudomonas* sp. dapat menghasilkan tropolone yang bersifat bioaktif pada tanaman, jamur dan bakteri, selain itu *P. fluorescens* pada rhizosphere tanaman kapas sehat dapat memproduksi antibiotik pyrrolnitrat dan pyoluteoren (Kloepper, 1991: 320).

2.5.2 *Bacillus subtilis*

a. Klasifikasi *Bacillus subtilis*

Berikut adalah klasifikasi *Bacillus subtilis* menurut ITIS (2015) :

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Posibacteria

Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : Bacillus
Spesies : *Bacillus subtilis*

b. Morfologi *Bacillus subtilis*

Bakteri ini adalah jenis bakteri yang umum ditemukan di tanah, air, udara dan materi tumbuhan yang terdekomposisi. Termasuk kelompok bakteri gram positif, aerobik, dan mampu membentuk endospora (Madigan, 2006). *B. subtilis* memiliki kemampuan memproduksi antibiotik dalam bentuk lipopeptida. Bakteri ini memiliki panjang tubuh antara 1,2 μm hingga 10 μm dan lebar 0,5 hingga 2,5 μm serta dapat bergerak dengan bantuan flagella. Bakteri *B. subtilis* memiliki dinding sel yang tersusun atas peptidoglikan. Bakteri ini juga dapat membentuk endospora berbentuk oval, bulat atau silindris yang digunakan ketika bakteri berada dalam keadaan yang merugikan bagi dirinya. Sporulasi terjadi hanya dengan satu spora per sel, tidak lebih (Holt *et al*,1994).

c. Peran *Bacillus subtilis*

B. subtilis merupakan bakteri gram positif yang mampu menghasilkan antibiotik *streptovidin*, *basitrin*, *surfaktin*, *iturin A*, *polimiksin*, *difisidin*, *subtilin*, *subtilosin* dan *mikobasilin* yang mampu menghambat pembentukan dinding sel jamur patogen (Soesanto, 2008: 78). Menurut Wartono *et al.*, (2015: 26), *B. subtilis* secara umum mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Hal ini diduga karena *B. subtilis* yang diaplikasikan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mampu memicu pertumbuhan tanaman

B. subtilis juga menghasilkan enzim degradatif makromolekul yang dapat menghancurkan dinding sel jamur, seperti *protease* (intraseluler) dan beberapa enzim ekstraseluler yang disekresikan pada medium seperti *levansukrase*, *glukanase*, *amilase*, *xilanase*, *kitinase*, dan *protease* (Kunts & Rapoport, 1995; Schaechter, 2004 dalam Pratama 2013). Adanya *B. subtilis* juga memberikan keuntungan bagi tanaman

karena *B. subtilis* merupakan rhizobakteri perangsang pertumbuhan tanaman atau PGPR.

2.6 Leaflet

Pada dasarnya leaflet adalah bentuk penyampaian informasi melalui lembaran yang dilipat-lipat sedemikian rupa yang berisi kalimat, gambar, maupun kombinasi dari keduanya yang salah satu fungsinya adalah memberikan edukasi didalamnya (Saefudin & Setiawan, 2006). Menurut Kementerian Pendidikan Indonesia (2010) dalam Zakiyah (2015) menyatakan bahwa, terdapat beberapa ciri khas dari leaflet yaitu sebagai berikut:

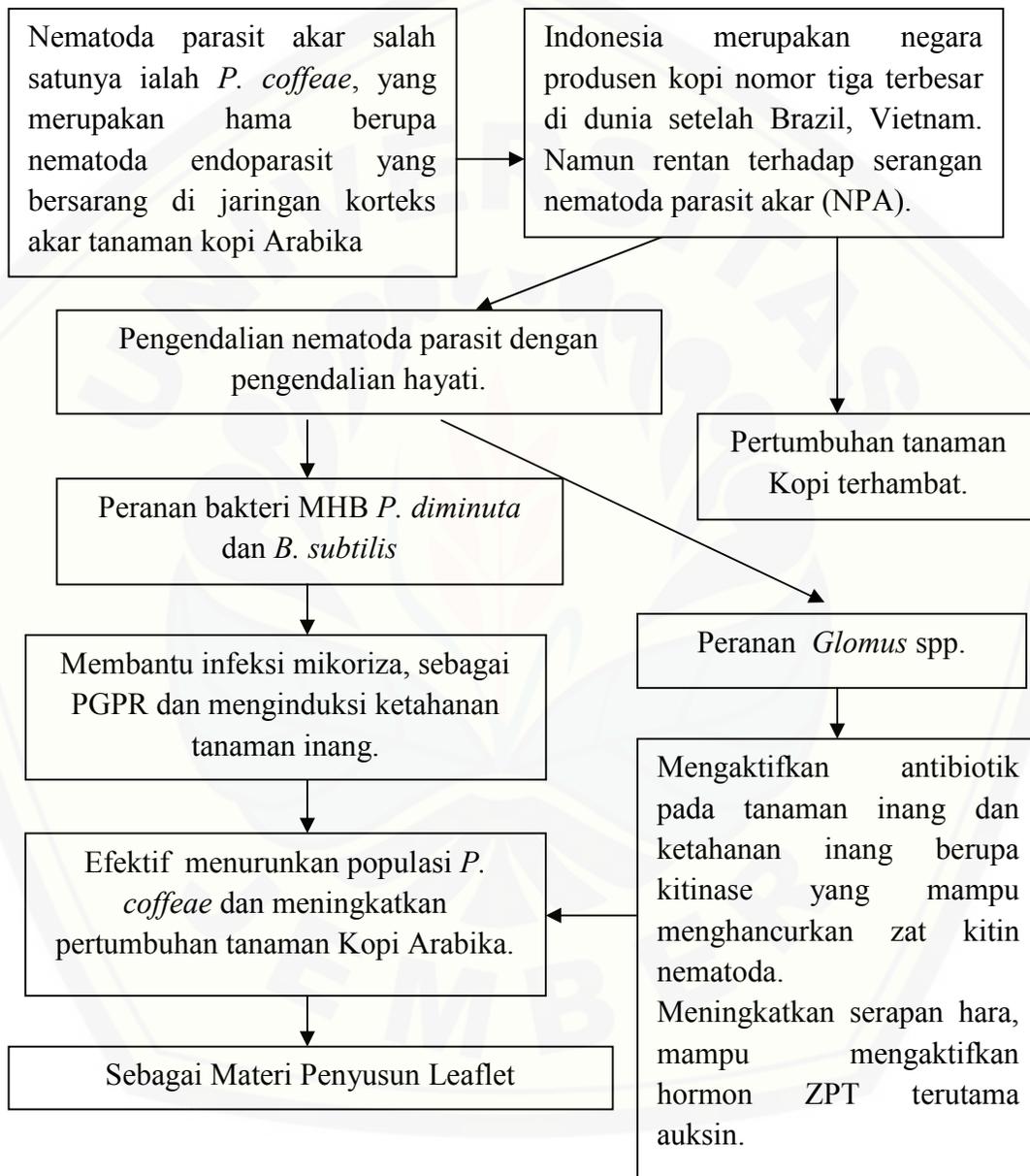
- a. Setiap leaflet terdiri dari dua kata muka (halaman) dan dirancang sesuai bentuk lipatan kertasnya;
- b. Jumlah lipatan sesuai kebutuhan, dapat dua, tiga atau empat;
- c. Ukuran kertas sesuai dengan kebutuhan, A4, Folio atau 20 cm x 30 cm;
- d. Informasi yang terkandung didalamnya singkat, padat dengan bahasa yang komunikatif;
- e. Umumnya berisi tulisan 200-400 kata.

Pada umumnya terdapat banyak jenis leaflet, salah satunya dibedakan dari segi fungsi media komunikasi secara umum, antara lain ialah sebagai berikut:

- a. Leaflet yang berfungsi informatif. Leaflet yang dibuat dengan maksud untuk memberitahukan atau menginformasikan sesuatu peristiwa atau kegiatan tertentu dari lembaga yang menerbitkannya.
- b. Leaflet yang berfungsi edukatif. Leaflet yang bersifat informatif, dan juga mengandung aspek edukatif. Isinya disusun sedemikian rupa sehingga memenuhi unsur-unsur pendidikan didalamnya. Jenis leaflet ini banyak dibuat di perpustakaan dan lembaga-lembaga penelitian lainnya.
- c. Leaflet yang berfungsi persuasif. Leaflet jenis ini biasanya dibuat oleh kalangan yang bersifat bisnis, sosial, ataupun agama.

- d. Leaflet yang berfungsi promo atau iklan. Leaflet jenis ini lebih mengarah kepada unsur-unsur bisnis dan bertujuan komersial (Saefudin dan Setiawan, 2006).

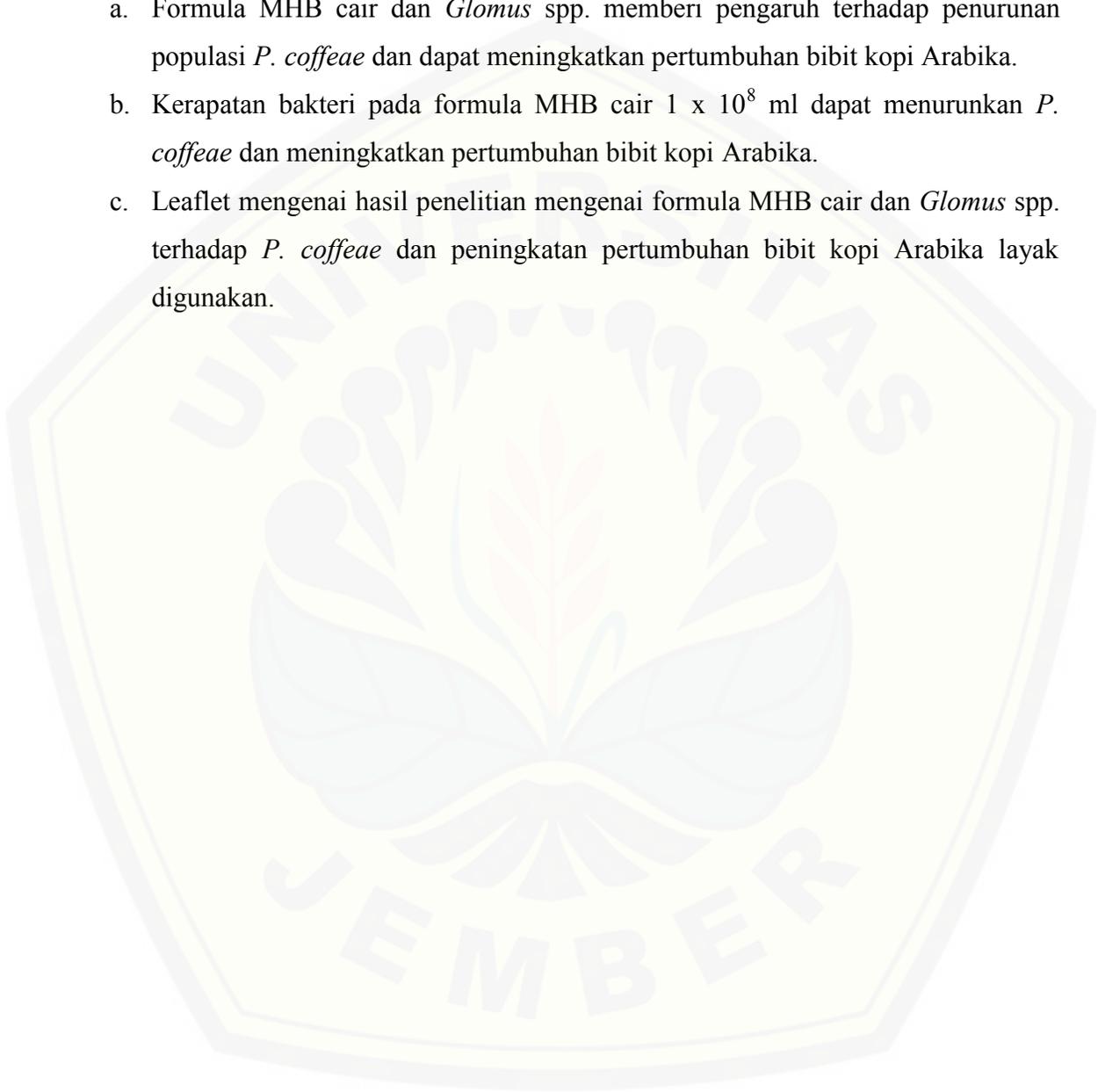
2.7 Kerangka Berpikir



2.8 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

- a. Formula MHB cair dan *Glomus* spp. memberi pengaruh terhadap penurunan populasi *P. coffeae* dan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
- b. Kerapatan bakteri pada formula MHB cair 1×10^8 ml dapat menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
- c. Leaflet mengenai hasil penelitian mengenai formula MHB cair dan *Glomus* spp. terhadap *P. coffeae* dan peningkatan pertumbuhan bibit kopi Arabika layak digunakan.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris dilanjutkan dengan penyusunan media informasi berupa leaflet.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Formulasi MHB cair dan mikoriza dilakukan di Sub Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Penelitian uji formulasi mikoriza dan MHB cair terhadap *Pratylenchus coffeae* dilakukan di *Green House* Perumahan Tidar. Tahap persiapan pembibit kopi dan persiapan nematoda dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada September 2015 hingga Februari 2016 meliputi beberapa tahap antara lain; pembibitan dimulai pada bulan September, persiapan formula MHB dan Mikoriza pada Oktober selama 1 minggu (23-30 Oktober 2015), persiapan nematoda *P. coffeae* selama 3 hari pada awal bulan November. Tahap aplikasi dimulai pada November 2015 hingga Januari 2016. Setelah dilakukan aplikasi maka dilakukan pengamatan pasca panen selama 1 bulan pengamatan.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Perbandingan formulasi mikoriza dengan MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair yang akan diberikan pada bibit kopi Arabika.

3.3.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Tinggi tanaman (cm), jumlah daun, skor kerusakan akar, berat basah tajuk, berat kering tajuk, derajat infeksi mikoriza serta jumlah nematoda *P. coffeae*.

3.3.3 Variabel Kontrol

- a. Media tanam yang digunakan merupakan tanah yang sama, dengan perbandingan 1:1:1 antara tanah, pasir dan kompos.
- b. Bibit kopi yang digunakan adalah bibit kopi jenis arabika yang berumur 2 bulan dan berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.
- c. Nematoda *P. coffeae* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tempat yang sama yaitu akar kopi pada bibit kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.
- d. Perbanyakan mikoriza *Glomus* spp. dilakukan dengan memakai spora yang diperoleh dari Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- e. Formula yang digunakan ialah formula MHB cair.
- f. Air penyiraman pada bibit kopi yang digunakan merupakan sumber air dari daerah yang sama.

3.4 Definisi Operasional

Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) adalah *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta* yang berperan dalam mengendalikan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.
2. Mikoriza berupa *Glomus* spp. yang membantu dalam mengendalikan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi arabika.
3. Nematoda yang digunakan ialah *P. coffeae* yang menyerang jaringan korteks pada akar sehingga menyebabkan tanaman menjadi layu dan mati.

4. Pertumbuhan tanaman merupakan peristiwa biologis yang terjadi pada tanaman. Hal ini berupa perubahan ukuran, bentuk, volume yang bersifat tidak dapat kembali pada bentuk semula.

3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini berupa percobaan dengan rancangan acak lengkap, dengan 4 perlakuan, 5 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 2 sub unit ulangan bibit. Pada penelitian ini menggunakan pengulangan dari masing-masing unit perlakuan. Pemberian *P. coffeae* pada saat bibit usia 2 minggu setelah transplating.

Empat perlakuan Mikoriza dan MHB (m) terdiri atas;

- a. $m_0 = 0$ spora *Glomus* spp. + 0 MHB
- b. $m_1 = 100$ spora *Glomus* spp. + 0 MHB
- c. $m_2 = 100$ spora *Glomus* spp. + 1 ml 10^8 MHB (*B. subtilis* + *P. diminuta*)
- d. $m_3 = 100$ spora *Glomus* spp. + 1 ml 10^9 MHB (*B. subtilis* + *P. diminuta*)

Sebagai perbandingan maka dilakukan penanaman bibit kopi tanpa perlakuan yaitu 0 spora *Glomus* spp. + 0 MHB + 0 *P. coffeae* namun, tidak termasuk dalam analisis data.

3.6 Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan beberapa alat dan bahan sebagai berikut:

3.6.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ialah saringan (250 μm , 100 μm , dan 50 μm), gelas ukur (10 ml dan 50 ml), gelas beaker (500 ml dan 1000 ml), *sentrifuge*, mikroskop, *counting disk*, pot plastik (diameter 15,3 cm dan volume 1100 gram media tanam), *camera digital*, penggaris, timbangan analitik, labu erlenmayer, inkubator, lemari es, *autoclave*, *laminar air flow*, gunting, pemanas bunsen, rak tabung, tabung reaksi, kompor listrik, korek api, *vortex mixer*, mikropipet 1 ml, mikropipet 5-50 μl , jarum ose, *shaker*, pipet volume 10 ml, botol

semprot, *thermohigrometer*, oven, kaca benda dan kaca penutup, corong, spatula, tip kuning, tip biru, selotip plastik, spidol/bolpoint, dan pH meter.

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kopi Arabika yang berumur 2 bulan, *Glomus* spp., isolat *B. subtilis*, isolat *P. diminuta*, medium *Nutrient broth*, medium *Nutrient agar*, molase, lactogliserol, gliserin, benang wol, botol akar, media tanam (pasir steril, tanah steril, kompos steril), *aquadest*, air, alkohol 70%, aluminium foil, kertas kayu, karet, kertas label, kapas dan *tissue*.

3.7 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

3.7.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam hal ini meliputi tahap persiapan alat dan bahan, persiapan media tanam, persiapan penanaman bibit kopi arabika, dan persiapan nematoda *P. coffeae*.

a. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain dalam tahap persiapan pembenihan tanaman kopi, persiapan nematoda dan mikoriza yang dilaksanakan di Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember. Tahap persiapan bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

b. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah, pasir, dan kompos yang telah dicampur menjadi satu dengan perbandingan masing-masing 1:1:1. Media tanam ini kemudian disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 135°C selama 2 jam. Tahap ini dilaksanakan di Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember.

c. Persiapan penanaman bibit kopi arabika

Benih kopi yang digunakan adalah kopi arabika dari Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember. Benih kopi sebelum dikecambahkan disterilkan terlebih dahulu dengan alkohol dan sublimat, kemudian menempatkan bibit pada media pembenihan berupa pasir steril. Setelah bibit berumur 2 bulan kemudian bibit dipindahkan pada pot plastik yang berisi tanah steril. Setelah memindahkan bibit, 2 minggu kemudian bibit siap digunakan untuk pengujian pada saat berumur 2 bulan setelah tanam.

d. Persiapan nematoda *P. coffeae*

Nematoda *P. coffeae* yang digunakan sebagai bahan penelitian diperoleh dari ekstraksi akar tanaman kopi yang terserang *P. coffeae*.

3.7.2 Tahap ekstraksi nematoda *P. coffeae* metode modifikasi Baermann

Nematoda *P. coffeae* diperoleh dari ekstraksi akar kopi yang mengalami gejala serangan nematoda *P. coffeae*. Nematoda *P. coffeae* yang digunakan adalah nematoda dari semua fase hidup, karena semua fase hidup nematoda *P. coffeae* menyerang sistem perakaran tanaman kopi Arabika. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode Baermann yang dimodifikasi.

Langkah kerja ekstraksi adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan tanaman kopi Arabika yang diduga terinfeksi nematoda dengan kriteria yaitu akarnya berubah warna menjadi kuning kemudian kecoklatan, daunnya mengalami klorosis serta tampak kerdil,
- b. Mengambil akar tanaman kopi Arabika yang terinfeksi nematoda,
- c. Mengambil dan membersihkan akar tanaman kopi Arabika dari sisa tanah, kotoran lain yang melekat kemudian mencuci sampai bersih,
- d. Mengangin-anginkan sampel akar hingga kering,
- e. Memotong sampel akar 0,5 cm dengan gunting pangkas,
- f. Menimbang hasil potongan akar sebanyak 10 gram,
- g. Memasukkan potongan akar ke dalam beker plastik, ditambahkan air sebanyak 100 ml,

- h. Memasukkan campuran tersebut ke dalam blender dan menghaluskan sebanyak 2 kali. Melakukan penghalusan selama 15 detik,
- i. Menyaring dengan saringan 40 mesh yang telah dipasang kertas tisu dan ring,
- j. Meletakkan saringan 40 mesh di dalam piring alumunium, kemudian mengisi air sebanyak 100 ml dan mengendapkannya selama 24 jam,
- k. Menyaring air endapan dengan 2 saringan 325 mesh (0,045 mm). Mengendapkan hasil saringan selama 1 jam,
- l. Melakukan pengurangan volume (ditap) dengan selang plastik sampai 100 ml,
- m. Mengamati hasil atau menyimpan hasil dalam lemari pendingin.

3.7.3 Tahap perhitungan populasi nematoda *P. coffeae*

Perhitungan populasi nematoda dilakukan dibawah mikroskop binokuler dengan cara mengurutkan sesuai dengan jalur yang terdapat pada cawan penghitung searah jarum jam. Hasil penghitungan nematoda yang telah memenuhi jumlah yang diinginkan diletakkan pada botol. Pada penelitian ini digunakan populasi nematoda *P. coffeae* untuk perlakuan dalam setiap pot adalah 50 ekor *P. coffeae*.

3.7.4 Tahap Persiapan Mikoriza

Pada tahap persiapan mikoriza tersebut, dilakukan dengan memakai spora koleksi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, ditumbuhkan dalam media tumbuh berupa bantuan zeolit ukuran 2-3 cm steril yang sudah dijenuhi larutan NaCl (5000 ppm).

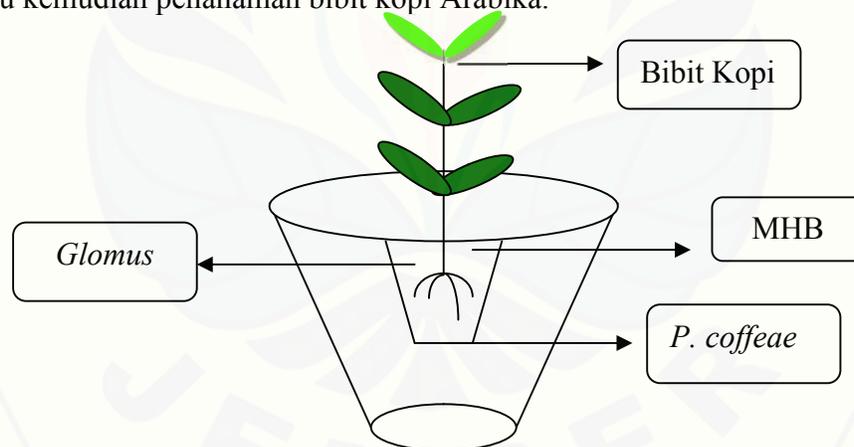
3.7.5 Tahap Pembuatan dan Pengenceran Bakteri:

Biakan murni bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* yang diperoleh dari Sub Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember diremajakan pada media cawan petri dengan medium NA. Pengambilan bakteri menggunakan jarum ose steril. Pertama, pengambilan isolat bakteri kemudian diremajakan pada medium NA miring selama ± 24 jam. Kemudian masing-masing bakteri yang telah diremajakan tadi diluruhkan menggunakan jarum ose dan ditambahkan 5 ml aquadest sehingga menjadi suspensi bakteri. Kemudian

diencerkan pada tingkatan hingga 10^{-6} , setelah itu diambil 1 ml dari suspensi bakteri kemudian dimasukkan dalam erlenmeyer yang berisi NB, dilakukan *shaker* selama 1 hari. Selanjutnya memasukkan 1 ml bakteri, molase 2% sebanyak 1 ml kedalam erlenmeyer kemudian menambahkan aquadest hingga 100 ml. Kemudian *shaker* selama 3 hari. Selanjutnya dilakukan konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta* dengan perbandingan 2 : 3 yaitu 40 ml dan 60 ml kemudian *shaker* selama 3 hari. Setelah itu, melakukan pengenceran hingga 10^9 dan 10^8 kemudian menuangkan ke dalam *beaker glass* yang berisi aquades.

3.7.6 Inokulasi *P. coffeae* dan Formulasi Bakteri dan Mikoriza

Dalam tahap inokulasi *P. coffeae* dan formulasi bakteri serta mikoriza ini dilakukan dengan cara sebagai berikut, pada media tanah yang telah disterilkan kemudian dilakukan pemberian formulasi bakteri. Selanjutnya 3 hari setelah pemberian bakteri pada media tanah dilakukan pemberian mikoriza, selanjutnya 2 minggu kemudian penanaman bibit kopi Arabika.



Gambar 3.1: Skema penempatan inokulan *Pratylenchus coffeae*, *Glomus* sp. dan MHB (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*).

3.7.7 Pemeliharaan kopi

Pemeliharaan bibit kopi dilakukan dengan penyiraman air secara berkala dengan selang waktu 2-3 hari sekali. Setiap 2 minggu sekali dilakukan penggemburan tanah pada media tanam dengan cara mengaduk tanah.

3.8 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain:

3.8.1 Tinggi Bibit (cm)

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

3.8.2 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.

3.8.3 Berat Basah Tajuk

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

3.8.4 Berat Kering tajuk

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

3.8.5 Jumlah Nematoda *P. coffeae*

Jumlah nematoda *P. coffeae* dihitung pada akhir penelitian yaitu saat bibit berumur 3 bulan dengan menggunakan Metode Baermann yang telah dimodifikasi.

Cara menghitung populasi nematoda *P. coffeae* sebagai berikut :

- a. Menuangkan suspensi nematoda yang diperoleh dari hasil ekstraksi ke dalam beker gelas, dengan volume 100 ml.
- b. Menghisap suspensi nematoda diaduk sampai merata dengan cara menggunakan pipet kemudian disemprotkan kembali dan dilakukan sampai 3 kali.
- c. Meletakkan suspensi nematoda, diambil sebanyak 10 ml dengan menggunakan pipet di dalam cawan penghitung (*counting disk*).

d. Melakukan penghitungan populasi dan jenis nematoda dibawah mikroskop binokuler dengan mengamati garis-garis sesuai jalur yang ada pada cawan penghitung searah jarum jam. Penghitungan dilakukan sebanyak 3 kali.

Suspensi nematoda yang telah selesai dihitung, kemudian dikembalikan lagi ke dalam gelas beker. Setiap akan dilakukan pengambilan suspensi nematoda 10 ml, dilakukan pengadukan sampai merata.

Penghitungan populasi per 10 gram contoh akar atau 100 ml contoh tanah adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{(p1 + p2 + p3) \times 10}{3}$$

Keterangan :

P : Populasi nematoda setiap satuan contoh yang diambil

p1, p2, p3 : Perhitungan setiap 10 ml suspensi nematoda dengan tiga ulangan 10 : 100 ml.

3.8.6 Skor Kerusakan Akar

Skor kerusakan akar dilihat dari tingkat kerusakan akar pada akhir penelitian yaitu usia bibit 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 bibit sehat dan nilai 5 bibit 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 bibit masing-masing nilai skor yang diamati

N = jumlah total bibit yang diamati

3.8.7 Derajat Infeksi Mikoriza *Glomus* spp. :

Pengamatan infeksi akar diawali dengan pembongkaran bibit saat bibit berumur 3 bulan, bibit beserta akar dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label. Akar dan tanah dipisahkan terlebih dahulu, kemudian akar yang telah bersih diletakkan pada kertas dan akar dipotong sepanjang ± 1 cm. Setelah pengguntingan selesai, akar tersebut dimasukkan ke dalam kain kasa untuk memulai proses pewarnaan. Proses pewarnaan dimulai dengan mendidihkan larutan safranin di atas bunsen (penggunaan bunsen ditujukan agar safranin tidak cepat menguap). Setelah safranin mendidih, memasukkan akar tersebut selama 2-3 menit. Akar yang telah terwarnai direndam dalam air bersih selama 5 menit. Hal ini ditujukan untuk meluruhkan zat pewarna pada akar yang tetap menempel pada mikoriza. Setelah itu akar dimasukkan ke dalam tabung kecil kemudian menambahkan beberapa tetes gliserin acid. Proses pengamatan dilakukan dengan meletakkan akar dalam cawan petri kemudian diamati dibawah mikroskop. Penambahan gliserin acid ini bertujuan agar akar dapat disimpan selama beberapa bulan tetapi tidak mengubah warna mikoriza.

Perhitungan akar yang terinfeksi mikoriza dilakukan dengan metode slide. Prosedur kerja adalah sebagai berikut: (1) Mengambil potongan-potongan akar sepanjang 1 cm yang telah diwarnai secara acak; (2) Menyusun potongan-potongan akar pada gelas objek, satu slide mikroskop untuk 10 potong akar; (3) Mencatat jumlah akar yang terinfeksi mikoriza; (4) Mengambil contoh akar yang lain dan mengulangi prosedur diatas.

Akar yang terinfeksi mikoriza ditandai dengan adanya hifa, vesikel atau arbuskula dalam korteks akar tanaman. Persentase infeksi mikoriza tersebut dihitung berdasarkan rumus Philip & Haymen (Hapsoh, 2006) :

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

Klasifikasi kelas infeksi akar (*The Institute of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service Athena, Georgia*):

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

3.8.8 Penyusunan Leaflet

Leaflet merupakan jenis pamflet atau brosur yang paling populer. Biasanya terdiri dari satu lembar saja dengan cetakan dua muka. Namun yang khas dari leaflet adalah adanya lipatan yang membentuk beberapa bagian leaflet seolah-olah merupakan panel atau halaman tersendiri. Media leaflet ini sering digunakan untuk kepentingan promosi, iklan, penyampaian ide, sehingga penulis memilih leaflet sebagai salah satu media untuk menginformasikan kepada masyarakat (khususnya petani kopi) tentang hasil penelitian yang dilakukan penulis. Leaflet yang digunakan termasuk dalam kategori leaflet edukatif dalam bentuk *folding leaflet*. Secara umum kerangka *folding leaflet* yang akan disusun terdiri atas:

- a. Sampul Leaflet.
- b. Pendahuluan.
- c. Pustaka singkat.
- d. Isi Leaflet (Hasil penelitian dan Pembahasan).
- e. Penutup.

3.8.9 Uji Leaflet

Uji Leaflet dilakukan setelah leaflet siap untuk diuji. Dalam hal ini uji *Leaflet* bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan hasil penelitian mengenai uji formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi arabika yang dapat dimanfaatkan sebagai bacaan untuk masyarakat umum. Uji Leaflet ini dilakukan dengan penilaian 2

validator, yaitu 1 validator ahli materi, 1 validator ahli media (dosen). Berikut validator yang memberikan penilaian dalam Leaflet ini.

Tabel 3.1 Validator penilaian Leaflet

Validator	Peran
A	Peneliti di Puslit Kopi dan Kakao
B	Dosen ahli pengembangan produk pembelajaran

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan adalah analisis data berupa uji ANOVA karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan formulasi cair bakteri *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 terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Difference*) untuk mengetahui besarnya perbedaan tersebut signifikan atau tidak pada taraf kepercayaan 95%.

3.9.2 Analisis Validasi Leaflet

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 3.2 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 :

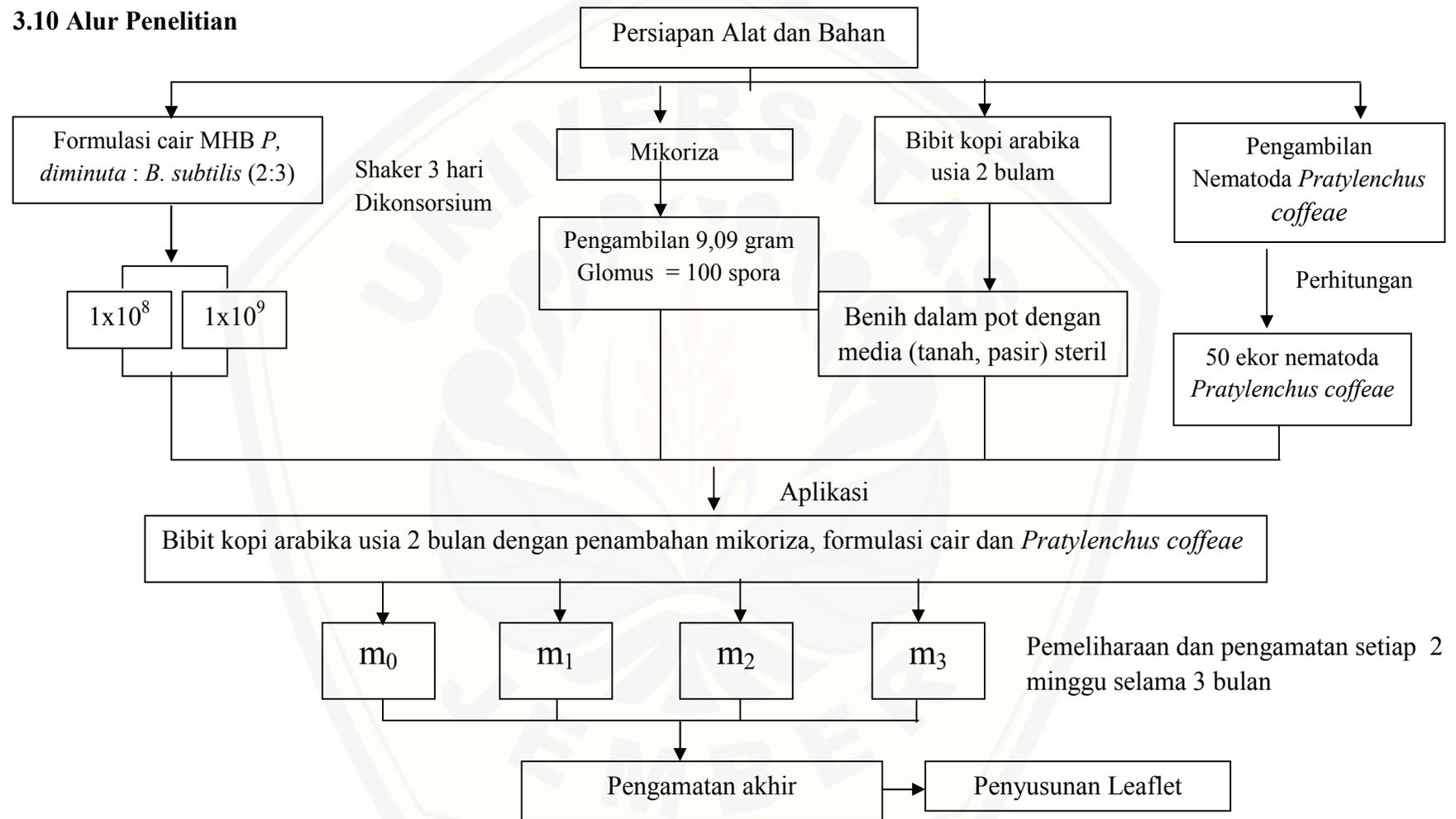
$$\text{Interval skor} = \text{skor tertinggi} - \text{skor terendah} = 44 - 11 = 33$$

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

Tabel 3.3 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. Perlakuan formula *Micorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) cair dan Mikoriza *Glomus* spp. berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan populasi nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* ($p=0.001$). Penurunan populasi nematoda *P. coffeae* pada perlakuan formula MHB cair (Perlakuan m_2 dan m_3) berkisar antara 60,95% - 81,15% dibandingkan kontrol (m_0).
2. Perlakuan formula *Micorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan mikoriza *Glomus* spp. berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan bibit kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) jika dibandingkan kontrol (m_0) dan perlakuan lainnya.
3. Leaflet mengenai formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. yang mampu menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan bibit kopi Arabika layak untuk digunakan sebagai suatu media informasi kepada masyarakat terutama petani kopi.

5.2 Saran

Berdasarkan dengan hasil dan pembahasan maka saran untuk peneliti selanjutnya ialah:

1. Menggabungkan formula MHB cair dan mikoriza menjadi satu formula baru yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.
2. Penelitian ini perlu dilanjutkan ke optimalisasi proses formulasi dengan bahan aktif MHB karena formula MHB ini mampu menurunkan populasi nematoda parasit *P. coffeae* serta dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
3. Perlakuan m_2 untuk digunakan sebagai pengendali serangan nematoda parasit akar *P. coffeae*.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius, Yogyakarta.
- 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.
- Asyiah, N. I. 2015. Optimalisasi Peranan Mikoriza (*Glomus* Sp. Dan *Gigaspora* Sp.) Dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* (>80%) Dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Tanaman Kopi Dengan Penambahan Mycorrhiza Helper Bacteria (*Pseudomonas diminuta* Dan *Bacillus subtilis*) Dan Phosphate Solubilizing Bacteria (*P. mallei* Dan *B. Mycoides*. KKP3N
- BPPP. 2008. *Teknologi Budaya Kopi Poliklonal*. Seri Buku inovasi: BUN/14/2008. ISBN: 978-979-1415-35-4
- Castilo, P. dan Vovlas, N. 2007. *Pratylenchus* (Nemtoda:Pratylenchidae): Diagnosis Biology, Pathogenecity and Management. Leiden: Kominklijke Brill NV
- Ditjenbun. 2012. *Kopi*. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta
- Ditjenbun. 2015. Ekspor Perkebunan Triwulan tahun 2015. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-380-ekspor-perkebunan-triwulan-i-tahun-2015.html>
- Dropkin, V.H. 1992. *Introduction to Plant Nematology*. Edisi Bahasa Indonesia, Penerjemah: Supratoyo. Yogyakarta: Gadjah Mada Press
- Duponnois R, Garbaye J. 1990. Some mechanisms involved in growth stimulation of ectomycorrhizal fungi by bacteria. *Can J Bot* 68:2148–2152.
- Ferris, H. 2012. *Pratylenchus coffeae* Classification Scheme Charts. <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/Taxadata/G105s2.HTM#Classification>:
- Frey-klett, P., Garbaye, J. 2005. Mycorrhiza helper bacteria: a promising model for the genomic analysis of fungal-bacterial interactions. *New Phytologist*, 168:4-8.

- Garbaye J. 1994. Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. *New Phytol* 128:197-210.
- Hagijanto, A. D. 2001. Menciptakan Brand Awareness Iklan Media Massa Cetak. *Nirmana* 3, No. 1, 17-31.
- Hapsoh. 2008. Pemanfaatan *fungi Mikoriza Arbuskula Pada Budidaya Kedelai Di Lahan Kering*. Medan: Pidato Pengukuhan Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Harni, R., Supramana, Sinaga, M. S., Giyanto, Supriyadi. 2012. Mekanisme Bakteri Endofit Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada Tanaman Nilam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 23(1): 102-114
- Haliza, W., Suhartono, M. T. 2012. Karakteristik Kitinase dari Mikrobial. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 8 (1): 1-14
- Heny, N. R. 2015. Pengaruh Inokulasi Ganda Mycorrhiza Helper Bacteria (MHB) Dan Mikoriza (*Glomus* spp.) Dalam Mengendalikan Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae*, Dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kopi Arabika. Skripsi.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A, James, T.S., Williams, S.T.1994. *Bergeys Manual[®] of Determinative Bacteriology: Ninth edition*. Baltimore: William & wilkins
- Irfan, F. 2014. Pengaruh Micorrhiza Helper Bacteria (*Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* C.) Terhadap Populasi Nematoda Parasit (*Pratylenchus coffeae* Z.) Dan Pertumbuhan Tanaman Kopi Arabika. Skripsi
- Jawetz, E. *et al.* 1996. *Mikrobiologi Klinik*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran
- Kloepper, J. W., Robert M. Z., Elizabeth M. T., 1991. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. *Kluwer Academic Publisher*. 315-326
- Luc, M. 1995. *Nematoda Parasitik Tumbuhan*. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press
- Madigan, M. T., and Martinko, J. M., (2006), *Biology of Microorganisms*, Prentice-Hall, New Jersey.

- 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.
- 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.
- Najiyati, S., dan Danarti, 1997. *Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nuhamara, S.T., 1994. Peranan mikoriza untuk reklamasi lahan kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati. 2010. Pengaruh Waktu Pemberian Mikoriza Vesikular Arbuskular Pada Pertumbuhan Tomat. *Jurnal Agrivigor* 9 (3) 280-284.
- Plantamor. 2015. *Klasifikasi Coffea arabica*. <http://www.plantamor.com/index.php?plant=368>
- [PPKKI] Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2006. *Pedoman Teknis Budi Daya Tanaman Kopi*. Indonesia Coffee and Cacao Research Institute Jember, Jawa Timur.
- Pracaya, Ir. 1997. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Cetakan V. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Purnanto, 2014. Efektivitas Penggunaan Pupuk Hayati Mikoriza (*Glomus* spp.) Untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne javanica*) Pada Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.). *Jurnal HPT*. Volume 2 Nomor 4.
- Rachman. 2015. Indonesia Berpotensi Jadi Eksportir Kopi Terbesar Dunia <http://swa.co.id/business-strategy/management/indonesia-berpotensi-jadi-eksportir-kopi-terbesar-dunia>. Diakses 10 Desember 2015
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Kopi Robusta*. Bogor: Penebar Swadaya

- Rigamonte, T.A., Pylro, V.S., Duarte, G.F. 2010. The Role of Mycorrhiza Helper Bacteria in the Establishment and Action of Ectoycorrhizae Associations. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41: 832-840.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Souza, R. M. 2008. Plant Parasitic Nematodes Od Coffee. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brazil. Springer
- Subiksa. 2002. Pemanfaatan mikoriza untuk penanggulangan lahan kritis. [Online]: <http://rudycr.tripod.com/sem2-012/igmsubiksa.html>. Diakses 25 Agustus 2015.
- Sumarsih, Sri. 2003. *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UPN Veteran
- Saefudin dan Setiawan. 2006. Teknik Pembuatan Leaflet Untuk Kegiatan Marketing. *Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian*, 546-552.
- Sulistyowati, E., Rahayu, D. S., Aini, F. N. 2012. Aplikasi Jamur *Paecilomyces lillacinus* untuk Menginduksi Ketahanan Tanaman Kopi Terhadap Nematoda Parasit, *Pratylenchus coffeae*: Efektivitas jamur *Paecilomyces lillacinus* strain 251 terhadap nematoda parasit, *Pratylenchus coffeae*. *Prosiding InSINas*, PG-145.
- Syagir, 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
- Talanca, H. 2010. Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Tanaman. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*.
- Triman, B. dan Mulyadi. 2001. Pengendalian nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada buncis dengan bakteri *Pasteuria penetrans* dan solarisasi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 7 (1) : 49-54
- Uniprot. 2012. [online] <http://www.uniprot.org/taxonomy/108480>. Diakses pada 28 November 2015
- Varma, A. 2008. Mycorrhiza (Genetics and Molecular Biology, Eco-Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematics. Third-edition. Verlag Berlin Heidelberg. Amity University. Springer.

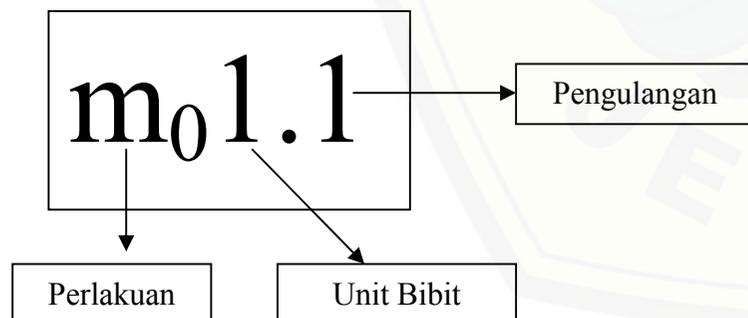
- Vika, 2015. Uji Kemampuan Mikoriza *Glomus* spp. Dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* Z. Dan Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Dengan Aras Pemupukan P Yang Berbeda Pada Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) (skripsi)
- Vivas A, Barea JM, Azcon R. 2005. *Brevibacillus brevis* isolated from cadmium- or zinc- contaminated soils improves in vitro spore germination and growth of *Glomusmosseae* under high Cd or Zn Concentrations. *Microbial Ecol* 49:416–424
- Wachjar, A., 1984. *Pengantar Budidaya Kopi*. Fakultas Pertanian, Bogor.
- Wartono, Giyanto dan Mutaqin K. H. 2015. Efektivitas Formulasi Spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. Vol. 34 No. 1
- Wiryadiputra, S. & Loang K. Tran. 2008. Plant-parasitic nematodes of Coffee: World Report. *Plant Parasitic Nematodes of Coffee*. Springer. The Netherlands.
- Wiryadiputra, S., Aggraini, W., Waluyo, J., Pujiastuti. 2010. Pengaruh Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata*) Terhadap Perkembangan Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Tanaman Kopi Arabika. *Pelita Perkebunan*, 26(3): 156-168.
- Zakiah, N. M. 2015. Proposal Skripsi: *Pengaruh Edible Film Tepung Maizena dan Sagu terhadap Umur Simpan, Sifat Fisik dan Sifat Kimia Jambu Biji (Psidium guajava* L). Universitas Jember.

LAMPIRAN A

DESAIN TATA LETAK UNIT PERCOBAAN

m ₀ 1.1	m ₁ 1.3	m ₁ 1.5	m ₀ 1.2	m ₃ 2.1	m ₂ 2.3	m ₁ 2.2	m ₃ 2.4	m ₁ 1.4	m ₂ 1.2
m ₀ 2.1	m ₀ 2.5	m ₃ 1.1	m ₃ 2.5	m ₂ 1.5	m ₂ 1.3	m ₂ 2.4	m ₃ 2.3	m ₃ 1.4	m ₁ 1.2
m ₃ 1.3	m ₂ 2.1	m ₀ 2.2	m ₀ 1.5	m ₀ 2.4	m ₀ 1.3	m ₁ 2.3	m ₁ 2.1	m ₃ 2.2	m ₂ 2.5
m ₂ 1.1	m ₁ 2.5	m ₁ 2.4	m ₂ 2.2	m ₁ 1.1	m ₃ 1.5	m ₀ 1.4	m ₂ 1.4	m ₀ 2.3	m ₃ 1.2

Keterangan:



$m_0 = 0$ spora *Glomus* spp. + 0 MHB
 $m_1 = 100$ spora *Glomus* spp. + 0 MHB
 $m_2 = 100$ spora *Glomus* spp. + 1 ml 10^8 MHB (*P. diminuta* + *B. subtilis*)
 $m_3 = 100$ spora *Glomus* spp. + 1 ml 10^9 MHB (*P. diminuta* + *B. subtilis*)

MATRIKS

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
Uji Pengaruh Formula Mycorrhiza Helper Bacteria (<i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>) cair dan <i>Glomus</i> spp. terhadap populasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan pertumbuhan bibit kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Materi Penyusun Leaflet	<p>1. Adakah pengaruh pemberian <i>Glomus</i> spp. dan formula MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair terhadap penurunan populasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika?</p> <p>2. Berapakah kerapatan bakteri pada formulasi MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair yang mampu menurunkan <i>Pratylenchus</i></p>	<p>1. Menguji kemampuan pemberian formula MHB (<i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>) cair dan <i>Glomus</i> spp. dalam menurunkan populasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika.</p> <p>2. Menguji kerapatan bakteri pada formulasi MHB (<i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>) cair dalam</p>	<p>1. Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan formulasi mikoriza dan dengan MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair yang akan diberikan ke bibit kopi arabika.</p> <p>2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun, skor kerusakan akar, berat basah tajuk,</p>	<p>1. Tinggi tanaman (cm),</p> <p>2. Jumlah daun, diameter batang (mm),</p> <p>3. Derajat infeksi mikoriza, dan</p> <p>4. Jumlah nematoda</p>	<p>1. Untuk menganalisis data hasil penelitian, dipergunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan, 5 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 2 tanaman.</p> <p>2. Untuk mengetahui pengaruh Mikoriza dan MHB dalam menurunkan <i>Pratylenchus coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) dilakukan uji</p>

	<p><i>coffea</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika?</p> <p>3. Apakah hasil penelitian mengenai uji formula MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair dan <i>Glomus</i> spp. terhadap <i>Pratylenchus coffea</i> dan peningkatkan bibit kopi Arabika layak digunakan sebagai materi dalam penyusunan leaflet?</p>	<p>menurunkan populasi <i>Pratylenchus coffea</i> dan meningkatkan bibit Kopi Arabika terbaik.</p> <p>3. Menghasilkan formulasi MHB (<i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i>) cair dan <i>Glomus</i> spp. yang mampu menurunkan <i>Pratylenchus coffea</i> dan meningkatkan bibit kopi Arabika layak digunakan sebagai materi dalam penyusunan leaflet.</p>	<p>berat kering tajuk, derajat infeksi mikoriza serta jumlah nematoda <i>P. coffea</i>.</p> <p>3. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah Media tanam, Bibit kopi, Nematoda <i>P. coffea</i>, Perbanyak mikoriza <i>Glomus</i> spp., Formula MHB cair dan Air penyiraman.</p>	<p>anova dengan taraf signifikansi 95% ($p < 0.05\%$).</p> <p>3. Apabila terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji LSD dengan derajat kepercayaan 95%.</p>
--	---	---	--	---



Lampiran C. Leaflet

Lampiran C.1 Validasi Leaflet

“Penggunaan Formula *Mycorrhiza Helper Bakteria* Cair dan *Glomus* spp. dalam Menurunkan Populasi *Pratylenchus coffeae* Pada Bibit Kopi Arabika dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika”

I. Identitas Penulis

Nama : Elena Fransina Leonor Lilipaly
NIM : 120210103005
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA / Pendidikan Biologi

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 Pengaruh Formula *Mycorrhiza Helper Bakteria* (*Pseudomonas diminuta* Dan *Bacillus subtilis*) cair dan *Glomus* spp. Terhadap Populasi *Pratylenchus coffeae* Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Materi Penyusun Leaflet”, untuk mencapai tujuan tersebut, penulis 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 leaflet yang sudah diajukan.

Hormat Saya,
Penulis

Elena Fransina Leonor Lilipaly

I. Identitas Validator (Materi)

Nama :

Alamat :

No.Telp/Hp :

Pekerjaan :

II. 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 dijadiakn leaflet

III. 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.

IV. 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, Pustaka Singkat, 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,

.....

I. Identitas Validator (Media)

Nama :

Alamat :

No.Telp/Hp :

Pekerjaan :

II. 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

III. 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.

IV. 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					

V. 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

I. Identitas Validator (Materi)

Nama : Aris Budiman
Alamat : Kaluwining, Jember.
No.Telp/Hp : 08579056776.
Pekerjaan : Calon Peneliti

II. 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 dijadikan leaflet

III. 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.

IV. 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, Pustaka Singkat, 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

Apakah lebih baik ditambahkan informasi tentang briseman di leaflet ini baru membahas sampai arti penting produk atau temuan briseman di Masukun dari saya agar ditampikan foto briseman selain itu cara pemakaian dan waktu pemakaian.

Secara umum leaflet ini memberikan informasi inovasi terbaru tentang salah satu cara pengendalian nematoda perakit oleh kali perlu sedikit perubahan tentang redaksi penulisan tentang EYD.

Kesimpulan :

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



Layak



Tidak Layak

Jember, 7 Maret 2016

Validator,


 Aris Budiman, S.P.

I. Identitas Validator (Media)

Nama : VENDI EKO SUKILLO, S.Pd, M.Si
Alamat : Perum Kebonsari Indah Blok X-11
No.Telp/Hp : 085 313 588 445
Pekerjaan : Dosen

II. 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 dijadikan leaflet

III. 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.

IV. 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				12	2a

V. Komentor

Beberapa bagian perlu ditata ulang, misal paragraf
dan margin, kontras gambar kurang dan
layout keseluruhan terlihat monoton (kaku). Beri
sedikit perbedaan warna.

Kesimpulan :

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

Layak

Tidak Layak

Jember, 02 Maret 2016

Validator


Vendi Eko Suno, S.Pd, M.Pd

Lampiran C.3 Leaflet



Lampiran D. Analisis Anova

Lampiran D.1 Anova Rerata Tinggi Bibit Kopi Arabika

Oneway**Descriptives**

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
T3	M0	5	14.1800	1.96392	.87829	11.7415	16.6185	12.50	17.30
	M1	5	12.9400	2.40687	1.07638	9.9515	15.9285	11.00	16.70
	M2	5	13.2200	1.43073	.63984	11.4435	14.9965	11.70	14.80
	M3	5	13.9000	1.97737	.88431	11.4448	16.3552	11.50	15.60
	Total	20	13.5600	1.88384	.42124	12.6783	14.4417	11.00	17.30
T5	M0	5	16.9400	2.18815	.97857	14.2231	19.6569	14.70	20.30
	M1	5	16.4400	2.51456	1.12454	13.3178	19.5622	13.60	20.20
	M2	5	17.2800	1.11893	.50040	15.8907	18.6693	16.00	18.80
	M3	5	18.8800	2.24878	1.00568	16.0878	21.6722	17.20	22.10
	Total	20	17.3850	2.13203	.47674	16.3872	18.3828	13.60	22.10
T7	M0	5	18.8400	1.24016	.55462	17.3001	20.3799	17.90	21.00
	M1	5	19.9400	2.57158	1.15004	16.7470	23.1330	16.20	22.90
	M2	5	20.0000	1.21861	.54498	18.4869	21.5131	18.70	21.40
	M3	5	22.2200	2.46110	1.10064	19.1641	25.2759	19.70	26.20
	Total	20	20.2500	2.21133	.49447	19.2151	21.2849	16.20	26.20

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
T3	Between Groups	5.000	3	1.667	.427	.736
	Within Groups	62.428	16	3.902		
	Total	67.428	19			
T5	Between Groups	16.686	3	5.562	1.277	.316
	Within Groups	69.680	16	4.355		
	Total	86.366	19			
T7	Between Groups	30.138	3	10.046	2.561	.091
	Within Groups	62.772	16	3.923		
	Total	92.910	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
T3	M0	M1	1.24000	1.24928	.336	-1.4084	3.8884
		M2	.96000	1.24928	.453	-1.6884	3.6084
		M3	.28000	1.24928	.825	-2.3684	2.9284
	M1	M0	-1.24000	1.24928	.336	-3.8884	1.4084
		M2	-.28000	1.24928	.825	-2.9284	2.3684
		M3	-.96000	1.24928	.453	-3.6084	1.6884
	M2	M0	-.96000	1.24928	.453	-3.6084	1.6884
		M1	.28000	1.24928	.825	-2.3684	2.9284
		M3	-.68000	1.24928	.594	-3.3284	1.9684
	M3	M0	-.28000	1.24928	.825	-2.9284	2.3684
		M1	.96000	1.24928	.453	-1.6884	3.6084
		M2	.68000	1.24928	.594	-1.9684	3.3284
T5	M0	M1	.50000	1.31985	.710	-2.2980	3.2980
		M2	-.34000	1.31985	.800	-3.1380	2.4580
		M3	-1.94000	1.31985	.161	-4.7380	.8580
	M1	M0	-.50000	1.31985	.710	-3.2980	2.2980
		M2	-.84000	1.31985	.533	-3.6380	1.9580
		M3	-2.44000	1.31985	.083	-5.2380	.3580
	M2	M0	.34000	1.31985	.800	-2.4580	3.1380
		M1	.84000	1.31985	.533	-1.9580	3.6380
		M3	-1.60000	1.31985	.243	-4.3980	1.1980
	M3	M0	1.94000	1.31985	.161	-.8580	4.7380
		M1	2.44000	1.31985	.083	-.3580	5.2380
		M2	1.60000	1.31985	.243	-1.1980	4.3980
T7	M0	M1	-1.10000	1.25272	.393	-3.7556	1.5556
		M2	-1.16000	1.25272	.368	-3.8156	1.4956
		M3	-3.38000	1.25272	.016	-6.0356	-.7244
	M1	M0	1.10000	1.25272	.393	-1.5556	3.7556
		M2	-.06000	1.25272	.962	-2.7156	2.5956
		M3	-2.28000	1.25272	.088	-4.9356	.3756
	M2	M0	1.16000	1.25272	.368	-1.4956	3.8156
		M1	.06000	1.25272	.962	-2.5956	2.7156
		M3	-2.22000	1.25272	.095	-4.8756	.4356
	M3	M0	3.38000	1.25272	.016	.7244	6.0356
		M1	2.28000	1.25272	.088	-.3756	4.9356

M2	2.22000	1.25272	.095	-.4356	4.8756
----	---------	---------	------	--------	--------

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

Lampiran D.2 Anova Berat Basah dan Berat Kering Tajuk & Akar

D.2.1 Berat Basah Tajuk

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
BBT	20	2.1485	.74112	.66	3.76

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BBT
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	2.1485
	Std. Deviation	.74112
Most Extreme Differences	Absolute	.135
	Positive	.135
	Negative	-.116
Kolmogorov-Smirnov Z		.602
Asymp. Sig. (2-tailed)		.861

a. Test distribution is Normal.

Oneway

Descriptives

BBT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	5	1.6740	.22832	.10211	1.3905	1.9575	1.43	1.90
M1	5	1.8540	.91729	.41023	.7150	2.9930	.89	3.10
M2	5	2.2740	.64232	.28726	1.4764	3.0716	1.57	3.10
M3	5	2.2640	1.11545	.49884	.8790	3.6490	.66	3.76
Total	20	2.0165	.77994	.17440	1.6515	2.3815	.66	3.76

ANOVA

BBT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.356	3	.452	.709	.561
Within Groups	10.201	16	.638		
Total	11.558	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

BBT

LSD

(I) PERLAKU AN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	-.18000	.50501	.726	-1.2506	.8906
	M2	-.60000	.50501	.252	-1.6706	.4706
	M3	-.59000	.50501	.260	-1.6606	.4806
M1	M0	.18000	.50501	.726	-.8906	1.2506
	M2	-.42000	.50501	.418	-1.4906	.6506
	M3	-.41000	.50501	.429	-1.4806	.6606
M2	M0	.60000	.50501	.252	-.4706	1.6706
	M1	.42000	.50501	.418	-.6506	1.4906
	M3	.01000	.50501	.984	-1.0606	1.0806
M3	M0	.59000	.50501	.260	-.4806	1.6606
	M1	.41000	.50501	.429	-.6606	1.4806
	M2	-.01000	.50501	.984	-1.0806	1.0606

D.2.2 Anova Berat Kering Tajuk

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
BKT	20	.6050	.15679	.38	1.02

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BKT
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	.6050
	Std. Deviation	.15679
Most Extreme Differences	Absolute	.138
	Positive	.138

	Negative	-078
Kolmogorov-Smirnov Z		.618
Asymp. Sig. (2-tailed)		.840

a. Test distribution is Normal.

Oneway

Descriptives

BKT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	5	.4940	.05727	.02561	.4229	.5651	.40	.54
M1	5	.5600	.23979	.10724	.2623	.8577	.27	.76
M2	5	.5720	.15547	.06953	.3790	.7650	.38	.77
M3	5	.6480	.22084	.09876	.3738	.9222	.48	1.02
Total	20	.5685	.17691	.03956	.4857	.6513	.27	1.02

ANOVA

BKT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.060	3	.020	.596	.627
Within Groups	.535	16	.033		
Total	.595	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

BKT

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
PERLAK UAN	M1	-.06600	.11564	.576	-.3111	.1791
	M2	-.07800	.11564	.510	-.3231	.1671
	M3	-.15400	.11564	.202	-.3991	.0911
PERLAK UAN	M0	.06600	.11564	.576	-.1791	.3111
	M2	-.01200	.11564	.919	-.2571	.2331
	M3	-.08800	.11564	.458	-.3331	.1571
PERLAK UAN	M0	.07800	.11564	.510	-.1671	.3231
	M1	.01200	.11564	.919	-.2331	.2571
	M3	-.07600	.11564	.520	-.3211	.1691
PERLAK UAN	M0	.15400	.11564	.202	-.0911	.3991
	M1	.08800	.11564	.458	-.1571	.3331
	M2	.07600	.11564	.520	-.1691	.3211

D.2.3 Anova Berat Basah Akar

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
BA	20	.3765	.24860	.16	.97

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		BA
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	.3765
	Std. Deviation	.24860
Most Extreme Differences	Absolute	.271
	Positive	.271
	Negative	-.192
Kolmogorov-Smirnov Z		1.211
Asymp. Sig. (2-tailed)		.106

a. Test distribution is Normal.

Oneway

Descriptives

BA								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	5	.2400	.13856	.06197	.0679	.4121	.16	.48
M1	5	.2540	.18407	.08232	.0255	.4825	.09	.55
M2	5	.4680	.34687	.15513	.0373	.8987	.17	.97
M3	5	.4660	.30262	.13534	.0902	.8418	.18	.90
Total	20	.3570	.26182	.05854	.2345	.4795	.09	.97

ANOVA

BA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.242	3	.081	1.220	.335
Within Groups	1.060	16	.066		
Total	1.302	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

BA
LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	-.01400	.16278	.933	-.3591	.3311
	M2	-.22800	.16278	.180	-.5731	.1171
	M3	-.22600	.16278	.184	-.5711	.1191
M1	M0	.01400	.16278	.933	-.3311	.3591
	M2	-.21400	.16278	.207	-.5591	.1311
	M3	-.21200	.16278	.211	-.5571	.1331
M2	M0	.22800	.16278	.180	-.1171	.5731
	M1	.21400	.16278	.207	-.1311	.5591
	M3	.00200	.16278	.990	-.3431	.3471
M3	M0	.22600	.16278	.184	-.1191	.5711
	M1	.21200	.16278	.211	-.1331	.5571
	M2	-.00200	.16278	.990	-.3471	.3431

Lampiran D.3 Anova Skor Kerusakan Akar

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
SKA	20	62.7500	21.91341	30.00	95.00

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SKA
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	62.7500
	Std. Deviation	2.19134E1
Most Extreme Differences	Absolute	.170
	Positive	.170
	Negative	-.130
Kolmogorov-Smirnov Z		.759
Asymp. Sig. (2-tailed)		.612

a. Test distribution is Normal.

Oneway

Descriptives

SKA

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M1	5	89.0000	10.83974	4.84768	75.5407	102.4593	70.00	95.00
M2	5	73.0000	12.04159	5.38516	58.0484	87.9516	60.00	90.00
M3	5	39.0000	8.94427	4.00000	27.8942	50.1058	30.00	50.00
M4	5	50.0000	11.72604	5.24404	35.4402	64.5598	40.00	70.00
Total	20	62.7500	22.38861	5.00625	52.2718	73.2282	30.00	95.00

ANOVA

SKA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7603.750	3	2534.583	21.122	.000
Within Groups	1920.000	16	120.000		
Total	9523.750	19			

Post Hoc Tests

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	16.00000*	6.92820	.035	1.3129	30.6871
	M2	50.00000*	6.92820	.000	35.3129	64.6871
	M3	39.00000*	6.92820	.000	24.3129	53.6871
M1	M0	-16.00000*	6.92820	.035	-30.6871	-1.3129
	M2	34.00000*	6.92820	.000	19.3129	48.6871
	M3	23.00000*	6.92820	.004	8.3129	37.6871
M2	M0	-50.00000*	6.92820	.000	-64.6871	-35.3129
	M1	-34.00000*	6.92820	.000	-48.6871	-19.3129
	M3	-11.00000	6.92820	.132	-25.6871	3.6871
M3	M0	-39.00000*	6.92820	.000	-53.6871	-24.3129
	M1	-23.00000*	6.92820	.004	-37.6871	-8.3129
	M2	11.00000	6.92820	.132	-3.6871	25.6871

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

Lampiran D.4 Anova Jumlah Nematoda Total

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
JNT	20	3.3580E2	392.68678	.00	1716.00

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		JNT
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	3.3580E2
	Std. Deviation	3.92687E2
Most Extreme Differences	Absolute	.230
	Positive	.230
	Negative	-.196
Kolmogorov-Smirnov Z		1.030
Asymp. Sig. (2-tailed)		.240

a. Test distribution is Normal.

Oneway

Descriptives

JNT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	5	5.7625E2	294.63574	1.31765E2	210.4074	942.0846	349.00	1056.00
M1	5	1.6872E2	61.72999	27.60649	92.0721	245.3679	139.00	279.00
M2	5	1.0859E2	57.91587	25.90076	36.6760	180.5000	33.30	163.00
M3	5	2.1697E2	96.44541	43.13170	97.2212	336.7268	63.30	306.60
Total	20	2.6763E2	238.14460	53.25075	156.1769	379.0871	33.30	1056.00

Test of Homogeneity of Variances

JNT

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.464	3	16	.009

ANOVA

JNT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	664437.058	3	221479.019	8.578	.001
Within Groups	413107.101	16	25819.194		
Total	1077544.159	19			

Post Hoc Tests

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	407.52600*	1.01625E2	.001	192.0902	622.9618
	M2	467.65800*	1.01625E2	.000	252.2222	683.0938
	M3	359.27200*	1.01625E2	.003	143.8362	574.7078
M1	M0	-407.52600*	1.01625E2	.001	-622.9618	-192.0902
	M2	60.13200	1.01625E2	.562	-155.3038	275.5678
	M3	-48.25400	1.01625E2	.641	-263.6898	167.1818
M2	M0	-467.65800*	1.01625E2	.000	-683.0938	-252.2222
	M1	-60.13200	1.01625E2	.562	-275.5678	155.3038
	M3	-108.38600	1.01625E2	.302	-323.8218	107.0498
M3	M0	-359.27200*	1.01625E2	.003	-574.7078	-143.8362
	M1	48.25400	1.01625E2	.641	-167.1818	263.6898
	M2	108.38600	1.01625E2	.302	-107.0498	323.8218

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

Lampiran D.5 Anova Derajat Infeksi Mikoriza

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
DI	20	69.1655	41.63132	.00	100.00

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		DI
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	69.1655
	Std. Deviation	4.16313E1
Most Extreme Differences	Absolute	.333
	Positive	.229
	Negative	-.333
Kolmogorov-Smirnov Z		1.489
Asymp. Sig. (2-tailed)		.024

a. Test distribution is Normal.

Oneway**Descriptives**

DI

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
M0	5	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
M1	5	95.3280	6.92694	3.09782	86.7271	103.9289	83.30	100.00
M2	5	96.6660	3.33500	1.49146	92.5250	100.8070	93.33	100.00
M3	5	84.6680	9.60474	4.29537	72.7421	96.5939	70.00	96.67
Total	20	69.1655	41.63132	9.30905	49.6814	88.6496	.00	100.00

ANOVA

DI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	32324.739	3	10774.913	284.757	.000
Within Groups	605.423	16	37.839		
Total	32930.162	19			

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

DI

LSD

(I) PERLAK UAN	(J) PERLAK UAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M0	M1	-95.32800*	3.89045	.000	-103.5754	-87.0806
	M2	-96.66600*	3.89045	.000	-104.9134	-88.4186
	M3	-84.66800*	3.89045	.000	-92.9154	-76.4206
M1	M0	95.32800*	3.89045	.000	87.0806	103.5754
	M2	-1.33800	3.89045	.735	-9.5854	6.9094
	M3	10.66000*	3.89045	.015	2.4126	18.9074
M2	M0	96.66600*	3.89045	.000	88.4186	104.9134
	M1	1.33800	3.89045	.735	-6.9094	9.5854
	M3	11.99800*	3.89045	.007	3.7506	20.2454
M3	M0	84.66800*	3.89045	.000	76.4206	92.9154
	M1	-10.66000*	3.89045	.015	-18.9074	-2.4126
	M2	-11.99800*	3.89045	.007	-20.2454	-3.7506

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

Lampiran E. Dokumentasi Penelitian

E.1 Hasil Perlakuan



Gambar 1. Performansi tajuk kopi Arabika pasca panen

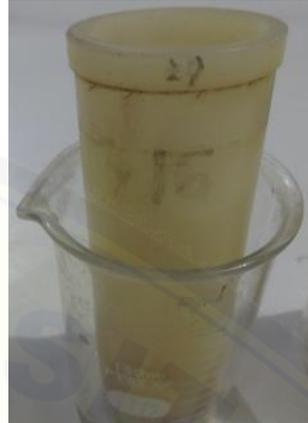


Gambar 2. Performansi akar kopi Arabika pasca panen

E.2 Alat Penelitian



Gambar 1. Autoclave untuk sterilisasi media tanam (tanah)



Gambar 2. Tabung Sentrifuge sebagai tempat larutan untuk ekstraksi



Gambar 3. Sentrifuge berfungsi untuk memisahkan suspensi hasil ekstraksi akar



Gambar 4. Blender digunakan untuk menghaluskan akar



Gambar 5. Piring Stainles untuk menampung sementara hasil ekstrasi nematoda



Gambar 6. Saringan untuk menyaring nematoda saat ekstrasi



Gambar 7. Beaker Plastik untuk menampung hasil ekstraksi



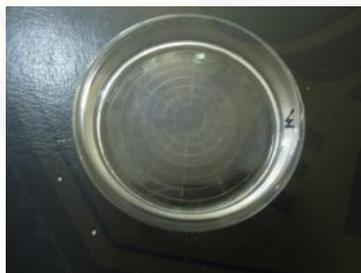
Gambar 8. Timbangan untuk menimbang akar, tajuk serta mikoriza



Gambar 9. Mikroskop digunakan untuk melihat nematoda



Gambar 10. Refrigerator untuk menyimpan nematoda hasil ekstraksi



Gambar 11. *Counting disk* untuk menampung nematoda yang akan dilihat di mikroskop



Gambar 12. *Colony counter* untuk menghitung jumlah nematoda



Gambar 13. Pipet sebagai alat untuk mengambil hasil ekstraksi untuk proses perhitungan nematoda



Gambar 14. Ember Plastik sebagai tempat sementara ekstraksi tanah



Gambar 15. *Beaker glass* sebagai tempat hasil formulasi



Gambar 16. Oven digunakan untuk mengeringkan tajak



Gambar 17. Penggunting akar digunakan untuk menggunting akar untuk ekstraksi



Gambar 18. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu saat proses ekstraksi



Gambar 19. Botol semprot untuk membersihkan *beaker glass* saat proses penghitungan nematoda



Gambar 20. Pipet untuk mengambil nematoda saat penghitungan nematoda



Gambar 21. Erlenmeyer, Bunsen dan Gelas ukur



Gambar 22. Rak dan Tabung Reaksi digunakan dalam proses pengenceran bakteri

E.3 Kegiatan Penelitian

Gambar	Gambar
 <p data-bbox="300 786 842 862">Gambar 1. Bibit Kopi Arabika siap untuk di aplikasikan</p>	 <p data-bbox="866 786 1369 862">Gambar 2. Bibit Kopi Arabika yang telah dipindah ke pot</p>
 <p data-bbox="300 1312 842 1420">Gambar 3. Penghitungan 50 ekor <i>Pratylenchus coffeae</i> untuk inokulasi</p>	 <p data-bbox="866 1312 1369 1388">Gambar 4. <i>P. coffeae</i> siap untuk diberikan pada bibit kopi</p>
 <p data-bbox="300 1883 842 1960">Gambar 5. Pemberian <i>P. coffeae</i> pada bibit kopi Arabika</p>	 <p data-bbox="866 1868 1369 1984">Gambar 6. Pemberian mikoriza <i>Glomus</i> spp. pada bibit kopi Arabika</p>



Gambar 7. Menimbang akar & tajuk bibit kopi Arabika



Gambar 8. Mengeringkan tajuk pada oven



Gambar 9. Proses menggunting akar untuk ekstraksi



Gambar 10. Akar telah digunting dan siap untuk dilakukan ekstraksi



Gambar 11. Proses untuk ekstraksi akar



Gambar 12. Air hasil penyaringan nematoda untuk di Sentrifuge



Gambar 13. Memasukkan tabung ke sentrifuge



Gambar 14. Proses tap (menyisakan air hingga 100 ml)



Gambar 15. Persiapan untuk ekstraksi tanah



Gambar 16. Menuangkan tanah pada *beaker glass* 100 ml hingga penuh



Gambar 17. Menambahkan air dan menyaring



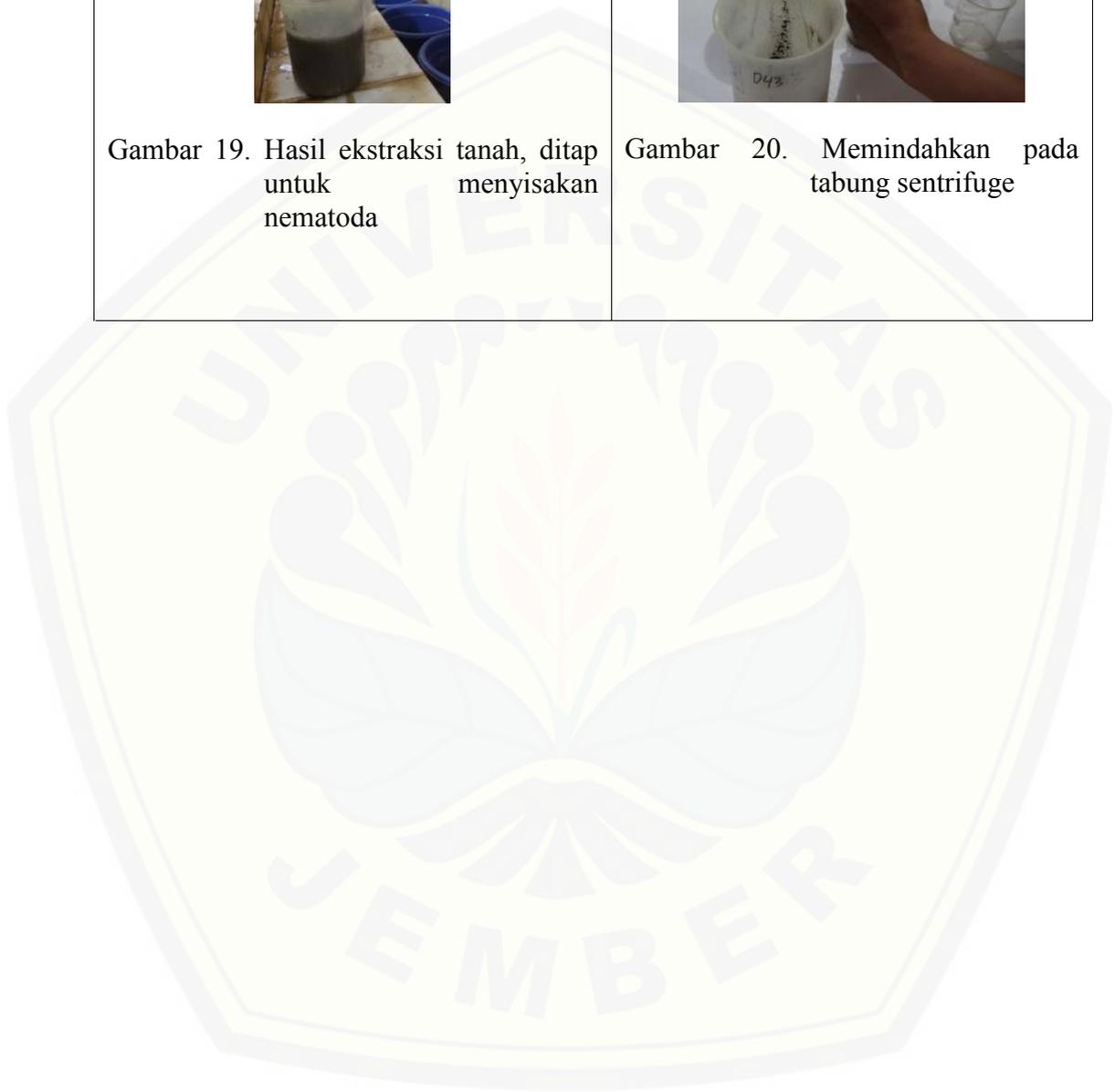
Gambar 18. Memindahkan pada beaker plastik



Gambar 19. Hasil ekstraksi tanah, ditap untuk menyisakan nematoda



Gambar 20. Memindahkan pada tabung sentrifuge



Lampiran F Hasil Analisis

F.1 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

F.2 Analisis Molase

C. Molase / Tetes

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1	N - Total	%	0,29
2	P - Total	mg/ 100 g	15,2
3	P ₂ O ₅	%	0,18
4	K ₂ O	%	0,39
5	C - Org	%	56,79
6	C/N Ratio	-	19,58

Jember, 14 Agustus 2015
Kepala Laboratorium Tanah


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

Lampiran G Surat 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

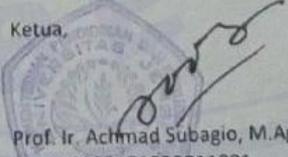
Nomor : 478 /UN25.3.1/LT/2015 09 April 2015
 Perihal : Permohonan Ijin Melaksanakan Penelitian

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 :

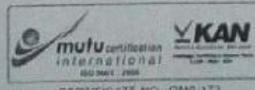
Ketua Peneliti/NIP/NIDN	: Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P/197306142008012008
Anggota Peneliti/NIP/NIDN	: 1. Dr. Rita Harni, M.Si/ 2. Dr. Ir. Reginawanti Hindersah/ 3. Dwi Suci Rahayu, S.P., M.Si/
Mahasiswa Terlibat/NIM	: 1. Danti Prellasita S/120210103004 2. Ellena Lilipaly F.L/120210103005 3. Gepsi Aprilia/120210103037 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. Myoides</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. QMS-173