



**PENGARUH MIKORIZA<sup>+MHB</sup> TERHADAP JUMLAH MASSA TELUR (*EGG MASS*) NEMATODA *Meloidogyne sp.* DAN PERTUMBUHAN BIBIT TEMBAKAU SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Ayu Isnainiatul Hasanah  
NIM 150210103109**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Pujiastuti, M.Si.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKA  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**PENGARUH MIKORIZA<sup>+MHB</sup> TERHADAP JUMLAH MASSA TELUR (EGG MASS) NEMATODA *Meloidogyne sp.* DAN PERTUMBUHAN BIBIT TEMBAKAU SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai Sarjana Pendidikan (SI) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh:

**Ayu Isnainiatul Hasanah**  
**150210103109**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Pujiastuti, M.Si.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI**  
**JURUSAN PENDIDIKAN MIPA**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2020**

## PERSEMBAHAN

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

1. Ibu tercinta Subaida dan Bapak tersayang Saneman yang doanya tidak pernah henti beliau haturkan kepada Allah SWT, dengan tulus memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan yang selalu mengingatkan untuk bersyukur dalam setiap keadaan;
2. Guru-guru TK PKK Tunas Suci Randujalak, SDN Randujalak, SMPN 1 Kraksaan, SMAN 1 Kraksaan, dan seluruh Dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang telah membimbing dengan tulus, mengarahkan dengan sabar, dan memberikan ilmu dengan penuh keikhlasan;
3. Almamater tercinta, Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang selalu menjadi kebanggaan.

**MOTO**

Kunci keberhasilan adalah **usaha yang keras, doa kedua orang tua, dan tawakal kepada Allah.**

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah Keadaan (nasib) sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan (perilaku) yang ada pada diri mereka sendiri”

(Terjemahan QS. al-Ra’d: 11)

“Dan berfirman Tuhanmu “Memohonlah (mendoalah) kepada-Ku, Aku pasti perkenankan permohonan (doa) mu itu”

(Terjemahan QS. Ghafir: 60)

“Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertwakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal pada-Nya.”

(Terjemahan QS. Ali ‘Imran: 159)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Isnainiatul Hasanah

NIM : 150210103109

Menyatakan dengan sungguh-sungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne sp.* pada bibit tembakau serta pemanfaatannya sebagai buku Ilmiah populer”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika ada pengutipan substansi disebutkan 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.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenaribenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juli 2020  
Yang menyatakan,

Ayu Isnainiatul Hasanah  
NIM 150210103109

**SKRIPSI**

**PENGARUH MIKORIZA<sup>+MHB</sup> TERHADAP JUMLAH MASSA TELUR (*EGG MASS*) NEMATODA *Meloidogyne sp.* DAN PERTUMBUHAN BIBIT TEMBAKAU SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

Oleh:

Ayu Isnainiatul Hasanah  
NIM 150210103109

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.  
Dosen Pembimbing Anggota: Dra. Pujiastuti, M.Si.

**PERSETUJUAN**

**PENGARUH MIKORIZA<sup>+MHB</sup> TERHADAP JUMLAH MASSA TELUR (*EGG MASS*) NEMATODA *Meloidogyne sp.* DAN PERTUMBUHAN BIBIT TEMBAKAU SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

**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 : Ayu Isnainiatul Hasanah  
NIM : 150210103109  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Angkatan Tahun : 2015  
Daerah Asal : Jember  
Tempat, Tanggal Lahir : Probolinggo, 09 September 1996

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pengaruh Mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp) dan pertumbuhan bibit tembakau serta pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 16 Juli 2020  
Tempat : Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu  
Pendidikan Universitas jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

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

Anggota I,

Anggota II,

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

Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd.,  
NIP. 19790503 200604 2 001

Mengesahkan:  
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu  
Pendidikan Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph. D  
NIP. 19680802 199303 1 004



## RINGKASAN

**Pengaruh Mikoriza<sup>+Mhb</sup> terhadap Jumlah Massa Telur (*egg mass*) Nematoda (*Meloidogyne* sp.) dan Pertumbuhan Bibit Tembakau serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer**; Ayu Isnainiatul Hasanah; 150210103109; 2020; 55 Halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tembakau merupakan produk pertanian bernilai tinggi. Di Kabupaten Jember, tembakau merupakan komoditas unggulan. Melalui potensi tanaman tembakau ini, Kabupaten Jember telah lama terkenal dan melegenda dengan sebutan “Kota Tembakau”. Salah satu ancaman terbesar penurunan produktivitas tanaman tembakau disebabkan oleh gangguan hama dan penyakit terutama penyakit yang disebabkan oleh virus, bakteri dan nematoda. Nematoda parasitik yang dominan menyerang tembakau ialah *Meloidogyne* spp. Strategi pengendalian nematoda harus didasarkan pada konsep pengendalian yang berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan agen hayati, dalam hal ini ialah bakteri dan mikoriza yang disebut Mikoriza<sup>+MHB</sup>.

Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* spp. pada akar bibit tembakau 2) mengetahui pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap pertumbuhan bibit tembakau 3) menghasilkan buku ilmiah populer yang telah divalidasi yang berisi hasil penelitian. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris. Penanaman bibit tembakau dilakukan di *green house* pusat penelitian tembakau Jember, Pengamatan mikoriza<sup>+MHB</sup> dan nematoda baik sebelum perlakuan maupun setelah perlakuan dilakukan di laboratorium proteksi penelitian tembakau Jember (PTPN X). Penelitian ini berupa percobaan dengan rancangan acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 4 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 4 tanaman. sehingga diperoleh jumlah sampel percobaan sebanyak  $(5 \times 4) \times 4 = 80$  tanaman percobaan. Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: perlakuan A (0 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 0 telur nematoda *Meloidogyne* sp.), perlakuan B (0 g Mikoriza

<sup>+</sup>MHB + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.), perlakuan C (5 g Mikoriza <sup>+</sup>MHB + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.), perlakuan D (10 g Mikoriza <sup>+</sup>MHB + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.), perlakuan E (15 g Mikoriza <sup>+</sup>MHB + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.). Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji Anova.

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian mikoriza<sup>+MHB</sup> berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* spp. Semakin tinggi dosis pupuk mikoriza<sup>+MHB</sup> massa telur nematoda semakin sedikit. Sedangkan pemberian mikoriza<sup>+MHB</sup> berpengaruh secara tidak signifikan terhadap pertumbuhan bibit tembakau, hal ini diduga disebabkan karena berbagai faktor abiotik terutama intensitas cahaya.

Hasil penelitian disusun menjadi buku ilmiah populer yang telah divalidasi oleh 4 validator, yaitu 1 validator ahli mater (dosen Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember), 1 validator ahli media (dosen Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember), 2 validator masyarakat umum (petani dan pihak penelitian tembakau Jember). Berdasarkan hasil validasi buku ilmiah populer, diperoleh skor validasi dari ahli materi sebesar 73.2%, skor validasi dari ahli media sebesar 88%, skor validasi dari masyarakat (petani) sebesar 94%, dan skor validasi dari masyarakat (pihak penelitian tembakau Jember) sebesar 98%. Berdasarkan hasil validasi diperoleh kesimpulan bahwa buku ilmiah populer yang berjudul “Mikoriza *Plus*” sangat layak untuk digunakan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Mikoriza+MHB terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp. dan pertumbuhan bibit tembakau serta pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer” sebagai tugas akhir di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1).

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M. Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi sekaligus dosen pembimbing utama yang telah mengarahkan, meluangkan waktu, memberikan ilmu, perhatian, dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Dra. Pujiastuti, M. Si., selaku dosen pembimbing anggota yang telah mengarahkan, meluangkan waktu, memberikan ilmu, perhatian, dan bimbingannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Imam Mudakir, M.Si. dan Siti Murdiyah, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji utama dan anggota yang telah memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Mochammad Iqbal S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing seluruh kegiatan akademik penulis selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta wawasan yang luas selama

perkuliahan;

8. Keluarga tercinta, Ibu Subaida, Ayah Saneman, nenek Sukarya dan Adik Selvia Qotrun Nada yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Sahabat dan kawan-kawan angkatan 2015 Pendidikan Biologi Universitas Jember;
10. Pihak-pihak yang membantu dalam proses penelitian, yakni Kepala seksi Penelitian Tembakau Jember, Asisten muda Penelitian Tembakau Jember PTPN X (Nidya Yuanita, S.P.) serta seluruh pegawai di PT. Perkebunan Nusantara X (Penelitian Tembakau Jember).

Penulisan skripsi ini perlu perbaikan untuk kedepannya sehingga penulis menerima kritik dan saran yang membangun, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 16 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

|  | Halaman    |
|--|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>   | <b>i</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Latar Belakang.....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>   | <b>4</b>   |
| <b>1.3 Batasan Masalah .....</b>   | <b>4</b>   |
| <b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>  | <b>5</b>   |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>   | <b>6</b>   |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>  | <b>7</b>   |
| <b>2.1 Tanaman Tembakau.....</b>   | <b>7</b>   |
| 2.1.1 Deskripsi Tanaman Tembakau .....   | 7          |
| 2.1.2 Klasifikasi Tanaman Tembakau.....  | 7          |
| 2.1.3 Morfologi Tanaman Tembakau.....  | 8          |
| 2.1.4 Syarat Tumbuh Tanaman Tembakau .....   | 10         |
| <b>2.2 Nematoda Puru Akar.....</b>   | <b>11</b>  |
| 2.2.1 Biologi dan Ekologi Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp.....                                  | 11         |
| 2.2.2 Siklus Hidup Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. ....  | 14         |
| 2.2.3 Klasifikasi Nematoda Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. ....                                | 15         |
| 2.2.4 Gejala Kerusakan tanaman tembakau<br>akibat serangan Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp..... | 16         |
| 2.2.5 Upaya Pengendalian Nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. ....                                  | 17         |
| <b>2.3 Mikoriza <sup>+MHB</sup>.....</b>   | <b>18</b>  |
| <b>2.4 Infeksi Mikoriza <sup>+MHB</sup> .....</b>  | <b>21</b>  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.5 Buku Ilmiah Populer.</b> .....             | 23        |
| 2.5.1 Pengertian Buku Ilmiah Populer. ....        | 23        |
| 2.5.2 Karakteristik Buku Ilmiah Populer .....     | 23        |
| 2.5.3 Jenis Karya Ilmiah.....                     | 24        |
| 2.5.4 Penyusunan Karya Ilmiah .....               | 24        |
| <b>2.6 Hipotesis Penelitian.....</b>              | 25        |
| <b>2.7 Kerangka Berpikir.....</b>                 | 25        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>               | <b>26</b> |
| <b>3.1 Jenis Penelitian.....</b>                  | 26        |
| <b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>       | 26        |
| 3.2.1 Tempat Penelitian.....                      | 26        |
| 3.2.2 Waktu Penelitian .....                      | 26        |
| <b>3.3 Identifikasi Variabel Penelitian. ....</b> | 26        |
| 3.3.1 Variabel Bebas. ....                        | 26        |
| 3.3.2 Variabel Terikat.....                       | 26        |
| 3.3.3 Variabel Kontrol.....                       | 27        |
| <b>3.4 Definisi Operasional.....</b>              | 27        |
| <b>3.5 Desain Penelitian. ....</b>                | 28        |
| <b>3.6 Populasi dan Sampel.....</b>               | 28        |
| 3.6.1 Populasi Penelitian. ....                   | 28        |
| 3.6.2 Sampel Penelitian.....                      | 29        |
| <b>3.7 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>         | 29        |
| 3.7.1 Alat Penelitian. ....                       | 29        |
| 3.7.2 Bahan Penelitian.....                       | 29        |
| <b>3.8 Prosedur Penelitian.....</b>               | 29        |
| 3.8.1 Persiapan Alat dan Bahan.....               | 29        |
| 3.8.2 Persiapan Media Tanam .....                 | 29        |
| 3.8.3 Persiapan Telur Nematoda. ....              | 30        |
| 3.8.4 Persiapan Mikoriza <sup>+MHB</sup> .....    | 30        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.8.5 Penanaman Tanaman Tembakau.....   | 31        |
| 3.8.6 Pemeliharaan Tanaman Tembakau .....                                     | 31        |
| 3.8.7 Pengamatan Tanaman Tembakau.....  | 31        |
| <b>3.9 Penyusunan Buku Ilmiah Populer. ....</b>                               | <b>32</b> |
| 3.9.1 Penyusunan Buku Ilmiah Populer. ....                                    | 32        |
| 3.9.2 Uji Validasi Buku Ilmiah Populer.....                                   | 32        |
| <b>3.10 Analisis Data.....</b>  | <b>33</b> |
| 3.10.1 Analisis Data Penelitian. ....   | 33        |
| 3.10.2 Analisis Validasi Buku Ilmiah Populer.....                             | 33        |
| <b>3.11 Alur Penelitian. ....</b>   | <b>35</b> |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>  | <b>36</b> |
| <b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>  | <b>36</b> |
| 4.1.1 Pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur nematoda  | 36        |
| 4.1.2 Pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap pertumbuhan bibit tembakau . | 37        |
| 4.1.3 Analisis buku.....  | 41        |
| <b>4.2 Pembahasan.....</b>  | <b>42</b> |
| 4.2.1 Pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur nematoda  | 43        |
| 4.2.2 Pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap pertumbuhan bibit tembakau . | 44        |
| 4.2.3 Analisis buku.....  | 49        |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                       | <b>52</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>  | <b>52</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>  | <b>53</b> |

**DAFTAR GAMBAR**

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Morfologi Tanaman Tembakau.....                            | 10 |
| 2.2 Morfologi Nematoda Jantan.....                             | 12 |
| 2.3 Morfologi Nematoda Betina. ....                            | 13 |
| 2.4 Morfologi Akar Tembakau sehat dan terserang Nematoda. .... | 15 |
| 2.5 Penampang longitudinal akar yang terinfeksi mikoriza.....  | 22 |
| 3.9 Diagram grafik pertumbuhan .....                           | 39 |



**DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Kriteria Validasi Buku Ilmiah Populer. ....                                 | 34 |
| 4.1 Pengaruh mikoriza+ <sup>MHB</sup> terhadap jumlah massa telur nematoda..... | 36 |
| 4.2 Pengaruh mikoriza+ <sup>MHB</sup> terhadap pertumbuhan tinggi bibit.....    | 37 |
| 4.3 Pengaruh mikoriza+ <sup>MHB</sup> terhadap berat basah bibit.....           | 40 |
| 4.4 Pengaruh mikoriza+ <sup>MHB</sup> terhadap berat kering bibit.....          | 40 |
| 4.5 Nilai uji validasi buku ilmiah populer.....                                 | 41 |
| 4.6 Komentar dan saran buku ilmiah populer .....                                | 42 |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Komoditas tembakau dan produk turunannya merupakan produk pertanian bernilai tinggi. Berdasarkan aspek ekonomi, tembakau merupakan sumber pendapatan petani, penerimaan pemerintah dari dalam negeri, dan menyediakan kesempatan kerja (Friyatno dan Hadi, 2008). Di Kabupaten Jember, tembakau merupakan komoditas unggulan. Melalui potensi tanaman tembakau ini, Kabupaten Jember telah lama terkenal dan melegenda dengan sebutan “Kota Tembakau” sebagai salah satu daerah produsen dan penghasil tembakau terbesar dengan produk yang berkualitas (Herminingsih, 2014). Namun, saat ini salah satu ancaman terbesar penurunan produktivitas tanaman tembakau disebabkan oleh gangguan hama dan penyakit terutama penyakit yang disebabkan oleh virus, bakteri dan nematoda. Nematoda parasitik yang dominan menyerang tembakau ialah *Meloidogyne* spp. (Shepherd and Baker, 1995). Tanaman tembakau yang terserang *Meloidogyne* spp. menunjukkan gejala pertumbuhan yang terhambat, daun-daunnya menguning serta dapat mengurangi jumlah daun yang dihasilkan tanaman. Bilamana tanaman dicabut, pada akarnya tampak puru akar yang ukurannya bervariasi (Hartan, 1978). Menurut Mustika (2005), tanaman tembakau yang terserang *Meloidogyne* spp. akan mengalami kematian pada umur 30-45 hari, kematian dapat mencapai lebih dari 50%. *Meloidogyne* spp. betina dewasa akan menimbulkan pembengkakan pada akar tanaman, sedangkan nematoda jantan akan menimbulkan bisul-bisul yang berbau busuk pada akar (Sastrahidayat, 1990).

Selama kurun waktu 50 tahun terakhir, pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida kimiawi masih memegang peran yang sangat penting. Namun, cara pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida kimiawi dapat menimbulkan dampak negatif karena beracun bagi manusia dan hewan peliharaan, mencemari air dan tanah, serta membunuh organisme bukan sasaran, termasuk musuh alami nematoda seperti jamur dan bakteri. Oleh karena itu, strategi pengendalian

nematoda harus didasarkan pada konsep pengendalian yang berwawasan lingkungan dengan memanfaatkan agen hayati, dalam hal ini ialah bakteri dan mikoriza.

Pemanfaatan mikoriza merupakan masukan teknologi yang mungkin dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah penyakit yang disebabkan oleh nematoda pada tanaman tembakau. Cendawan mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit, meningkatkan penyerapan unsur hara tanaman (terutama unsur fosfat dan unsur-unsur mikro), memperbaiki agregasi tanah, dan memproduksi hormon dan zat pengatur tumbuh tanaman. Menurut Furlan (1988) mikoriza memiliki peran sebagai *biocontrol* pada tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Mikoriza<sup>+MHB</sup> mempunyai prospek yang baik untuk pengendalian nematoda puru akar tanaman tembakau. Mikoriza<sup>+MHB</sup> merupakan binematisida dengan bahan aktif berupa jamur mikoriza *Glomus agregatum* dan bakteri helper mikoriza atau *Mycorrhizal Helper Bacteria* (MHB) adalah bakteri yang dapat membantu dalam mempercepat perkecambahan spora mikoriza dan meningkatkan nutrisi untuk pertumbuhan mikoriza (Smith and Read, 2008). Pertumbuhan mikoriza yang dimaksud dimulai dari perkecambahan spora mikoriza dan pertumbuhan miselium yang dapat ditingkatkan oleh MHB. Hal tersebut dikarenakan karena MHB dapat menghasilkan factor pertumbuhan, menekan zat yang bersifat antagonis atau menghambat kompetitor yang dapat menghambat pertumbuhan mikoriza dengan cara menghasilkan metabolit yang bersifat racun sehingga pertumbuhan patogen pada akar terhambat. (Frey-Klett et al, 2007: 24) . MHB menyediakan glukosa untuk pertumbuhan fungi serta meningkatkan penerimaan akar terhadap mikoriza. Proses pengenalan tanaman dengan mikoriza dapat terjadi melalui penangkapan sinyal yang merangsang antara akar tanaman dengan mikoriza (Tarkka dan Frey-Klett, 2008: 120). Sehingga MHB dapat meningkatkan derajat infeksi mikoriza terhadap tanaman.

*Mycorrhizal Helper Bacteria* (MHB) dapat membantu pertumbuhan tanaman yang meliputi penambahan sel, pertumbuhan vegetatif, perbanyakkan umbi serta pembentukan akar lateral dengan cara memproduksi hormon auksin yang merupakan salah satu hormon pertumbuhan. Hal ini ditunjukkan oleh suatu penelitian yang

dilakukan oleh Vivas et al (2003: 581) yang membuktikan bakteri *Brevibacillus* sp. dapat menghasilkan hormon IAA sehingga dapat meningkatkan nodule pada akar tanaman. MHB (*P. diminuta* maupun *B. subtilis*) menghasilkan enzim kitinase yang dapat mengkatalisis degradasi hidrolitik kitin.

Berdasarkan penelitian sebelumnya membuktikan bahwa perlakuan mikoriza dengan MHB pada tanaman kopi mampu menurunkan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* secara nyata baik nematoda dalam akar, nematoda total, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara fosfat (P), menghambat pertumbuhan patogen, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman (Asyiah *et al.*, 2016). MHB dapat mensekresikan enzim ekstraseluler tertentu yang dapat membantu melakukan pekerjaannya untuk berinteraksi dengan mikoriza, tanah, tumbuhan dan juga patogen yang ada di dalam tanah. Kandungan enzim yang berperan dalam mengendalikan populasi nematoda adalah kitinase baik yang dihasilkan *P. diminuta* maupun *B. subtilis*. Kitinase dapat bekerja mengendalikan nematoda parasite *Pratylenchus coffeae* dengan menghancurkan dinding tubuh nematoda yang terbuat dari kitin, sehingga terjadi kerusakan pada tubuh yang bisa berakibat rusaknya keseimbangan tubuh akibat hilangnya fungsi pembatas tubuh nematoda dengan dunia luar. Selain itu, berdasarkan hasil analisis peroksidase, *P. diminuta* dan *B. subtilis* memiliki aktivitas peroksidase yang cukup tinggi. Peroksidase dapat memperlambat proses infeksi dan berhubungan dengan lignifikasi dan juga menginduksi hipersensitif reaksi terhadap jaringan untuk mempertahankan jaringan dari nematoda (Harni, *et al*, 2012)

Nematoda *Meloidogyne* spp. dan *P. coffeae* memiliki ordo yang sama yaitu Tylenchida, sehingga aplikasi Mikoriza<sup>+MHB</sup> untuk mengendalikan *Meloidogyne* spp. diduga akan memiliki efektivitas yang sama dengan pengendalian *P. coffeae*. Dengan demikian, dalam penelitian ini dilakukan pengaplikasian mikoriza<sup>+MHB</sup> untuk menekan pertumbuhan nematoda puru akar pada tanaman tembakau.

Penyampaian informasi mengenai inokulan Mikoriza <sup>+MHB</sup> ini perlu untuk disebarluaskan melalui suatu media yang informatif yang berisikan informasi singkat, jelas dan mudah untuk dipahami oleh masyarakat luas khususnya para petani tembakau, sehingga dirancang suatu media informatif seperti buku ilmiah populer.

Menurut Trianto (2007: 140), buku ilmiah populer berisi tulisan yang mudah dipahami, menggunakan bahas populer, menggunakan teknik bercerita, dan menjelaskan teknis keilmuan secara sederhana. Dengan demikian, adanya buku ilmiah populer mengenai pengaruh pemberian mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda (*Meloidogyne* sp.) Pada bibit tembakau menjadi pilihan yang tepat untuk dijadikan sebagai sarana menyalurkan informasi yang mudah dipahami kepada lembaga maupun masyarakat khususnya petani tembakau.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti mengangkat judul “Pengaruh Mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap Jumlah Massa Telur (*egg mass*) Nematoda *Meloidogyne* Sp. dan Pertumbuhan Bibit Tembakau serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer”. Pembuatan buku ilmiah populer dimaksudkan untuk menjembatani antara peneliti dan masyarakat, sehingga buku ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi kepada masyarakat luas sehingga masyarakat mengetahui hasil penelitian ini serta dapat mengaplikasikannya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, dibuat rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) *Meloidogyne* spp. pada akar tembakau (*Nicotiana tabacum*)?
2. Bagaimana pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap pertumbuhan (tinggi, berat basah dan berat kering tajuk dan akar) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*)?
3. Bagaimana kelayakan buku ilmiah populer mengenai hasil penelitian pengaruh mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) *Meloidoyne* spp. pada tanaman tembakau?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari kerancuan dalam penelitian ini, maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Mikoriza yang digunakan adalah jenis mikoriza *Glomus* spp. yang telah diperkaya dengan MHB (*Mycorrhizal Helper Bacteria*) yang merupakan campuran antara *P. diminuta* dan *B. subtilis*.
2. Tanaman tembakau yang digunakan adalah benih tanaman yang berasal dari Pusat Penelitian Tembakau Jember, dengan varietas H-382
3. Akar tembakau yang digunakan sebagai sumber inoculum nematoda adalah akar tembakau yang menderita puru, ditandai dengan adanya benjolan pada seluruh bagian akar tembakau varietas H-382
4. Nematoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Meloidogyne* sp. yang diambil dari akar tanaman Tembakau dan berada dalam fase telur.
5. Parameter yang diamati adalah jumlah massa telur (*egg mass*), pertumbuhan tanaman (tinggi berat basah dan berat kering tanaman).
6. Buku ilmiah populer yang dihasilkan dari penelitian ini memuat informasi hasil penelitian penulis yang disajikan dalam bentuk tulisan maupun gambar.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* spp. pada akar bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*)?
2. Mengetahui pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap pertumbuhan (tinggi, jumlah daun, berat basah dan berat kering) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*)?
3. Menghasilkan buku ilmiah populer yang telah divalidasi yang berisi hasil penelitian Pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* spp. pada tanaman tembakau layak digunakan sebagai media informasi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memperoleh beberapa manfaat, sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, dapat membuktikan secara ilmiah pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp. pada bibit tembakau.
- b. Bagi peneliti lain, dapat memberikan sumbangan pemikiran sebagai referensi dan motivasi dalam meneliti lebih lanjut mengenai pengaruh mikoriza<sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda pada bibit tembakau pada berbagai medium.
- c. Bagi masyarakat, dapat mengetahui cara pengendalian nematoda massa telur (*egg mass*) pada bibit tembakau untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit terutama yang disebabkan oleh nematoda serta mengurangi ketergantungan masyarakat khususnya petani menggunakan pestisida sintetik.
- d. Manfaat bagi lembaga, dapat memberikan informasi dan pengetahuan tambahan bahwa terdapat agen pengendalian hayati dengan menggunakan mikoriza<sup>+MHB</sup> dalam pengendalian jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda pada bibit tembakau.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)

#### 2.1.1 Deskripsi Tanaman Tembakau

Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) merupakan tanaman semusim, tetapi di dunia pertanian termasuk dalam golongan tanaman perkebunan dan tidak termasuk tanaman pangan, komoditi tembakau mempunyai banyak arti yang cukup penting, tidak hanya sebagai sumber pendapatan petani tetapi juga bagi negara (Hanum, 2008). Tembakau berasal dari Amerika Tengah yang merupakan tanaman hibrida alami yang dibudidayakan secara luas dan mulai menyebar ke seluruh daerah Amerika, dan mengalami proses eksplorasi dari Eropa ke Amerika, kemudian meluas ke seluruh dunia yang memiliki iklim mendukung untuk perkembangan tembakau. Produksi tembakau yang dipasarkan terdiri dari beberapa bentuk yaitu dalam bentuk serutan dan lembaran kering yang merupakan sumber pendapatan Negara dan pemerintah yang menyumbang hamper 30% dari pajak lainnya (Ahurst, 1981). Tembakau termasuk prosuk yang sangat sensitive terhadap cara budidaya, lokasi tanam, musim/cuaca, dan cara pengolahan. Oleh karena itu, suatu kultivar tembakau tidak akan menghasilkan kualitas yang sama apabila di tanam di tempat yang berbeda agroekosistemnya. Produk tembakau sangat khas untuk suatu daerah dan kultivar tertentu, sehingga macam-macam produk tembakau biasanya dinamai sesuai lokasi tanam (Cahyono, 1998).

#### 2.1.2 Klasifikasi Tanaman Tembakau

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Viridiplantae  
Infrakingdom : Streptophyta  
Superdivision : Embryophyta  
Division : Tracheophyta

Subdivision : Spermatophytina  
Class : Magnoliopsida  
Superordo : Asteranae  
Ordo : Solanales  
Family : Solanaceace  
Genus : *Nicotiana*  
Spesies : *Nicotiana tabacum*  
Sumber: [www.itis.gov](http://www.itis.gov).

### 2.1.3 Morfologi Tanaman Tembakau

Tanaman tembakau merupakan tanaman berakar tunggang yang tumbuh tegak ke pusat bumi. Akar tunggangnya dapat menembus tanah kedalaman 50-75 cm. Selain itu, tanaman tembakau juga memiliki bulu- bulu akar. Perakaran akan berkembang baik jika tanahnya gembur, mudah menyerap air, dan subur. Tanaman Tembakau memiliki bentuk batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung, makin kecil. *Nodus*/buku batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, batang tanaman bercabang atau sedikit bercabang. Pada setiap *nodus* batang selain ditumbuhi daun, juga ditumbuhi tunas ketiak daun, diameter batang sekitar 5 cm. Menurut Cahyono (1998) batang tanaman tembakau tegak lurus dan besar dengan ketinggian tanaman sedang. Menurut Steenis (2005) bentuk morfologi tanaman tembakau yaitu batang berkayu, bulat berbulu (mempunyai trikoma), diameter  $\pm 2$  cm, dan berwarna hijau.

Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau bulat, tergantung pada varietasnya. Daun yang berbentuk bulat lonjong ujungnya meruncing, sedangkan yang berbentuk bulat, ujungnya tumpul. Daun memiliki tulang-tulang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Lapisan atas daun terdiri atas lapisan palisade parenchyma dan spongy parenchyma pada bagian bawah. Jumlah daun dalam satu tanaman sekitar 28- 32 helai. Terdapat tanaman tembakau yang memiliki daun tipis dan elastis namun juga ada yang berdaun tebal, sesuai dengan jenis dan kebutuhan. kedudukan daun pada batang tampak mendatar, daun

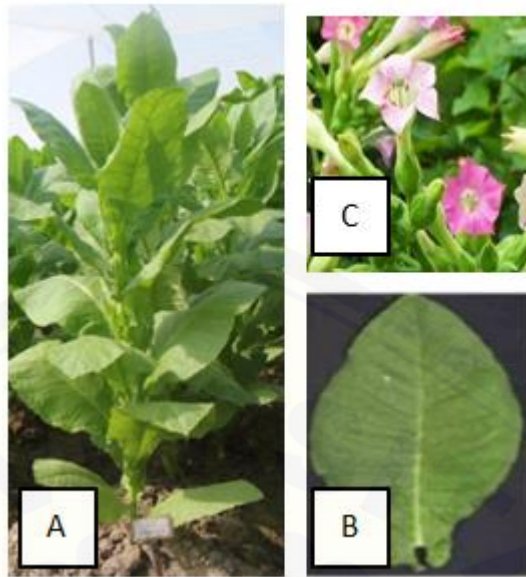
berwarna hijau cerah, daun yang sudah diolah atau dibanen berwarna coklat tua. (Cahyono, 1998), Menurut Steenis (2005) bentuk morfologi tanaman tembakau yaitu batang berkayu, bulat berbulu (mempunyai trikoma), diameter  $\pm 2$  cm, dan berwarna hijau. Morfologi daun yaitu tergolong daun tunggal, pada permukaan daun terdapat trikoma (berbulu), berbentuk bulat, tepi daun rata, ujung runcing, pangkal tumpul, panjang 20-50 cm, lebar 5-30 cm, ukuran tangkai daun dengan 1-2 cm, berwarna hijau keputihan.

Tanaman tembakau memiliki jenis bunga majemuk, bunga tumbuh diujung batang, kelopak berbulu, pangkal bunga berlekatan, pada bagian ujung terbagi menjadi lima, kepala sari berwarna abu-abu, putik memiliki panjang 3-3.5 cm, kepala putik hanya berjumlah satu (Steenis, 2005). Bunga tembakau berbentuk malai, masing-masing seperti terompet dan mempunyai bagian sebagai berikut:

Kelopak bunga, berlekuk dan mempunyai lima buah pancung

- a) Mahkota bunga berbentuk terompet, berlekuk merah dan berwarna merah jambu atau merah tua dibagian atasnya. Sebuah bunga biasanya mempunyai lima benang sari yang melekat pada mahkota bunga, dan yang satu lebih pendek dari yang lain.
- b) Bakal buah terletak diatas dasar bunga dan mempunyai dua ruang yang membesar
- c) Kepala putik terletak pada tabung bunga yang berdekatan dengan benang sari. Tinggi benang sari dan putik hampir sama.

Tembakau memiliki bakal buah yang berada di atas dasar bunga dan terdiri atas dua ruang yang dapat membesar, tiap-tiap ruang berisi bakal biji yang banyak. Buah berbentuk kotak, bulat telur, buah muda berwarna hijau dan saat tua berwarna coklat tua. Memiliki biji kecil berwarna coklat. Penyerbukan yang terjadi pada bakal buah akan membentuk buah. Sekitar tiga minggu setelah penyerbukan, buah tembakau sudah masak.



Gambar 2.1 A. Morfologi Tanaman Tembakau, B. Daun Tembakau, C. Bunga Tembakau ([www.litabangjember.wordpress.com](http://www.litabangjember.wordpress.com)).

#### 2.1.4 Syarat Hidup Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Tanaman tembakau tumbuh baik di dataran rendah dengan curah hujan rata-rata 2.000 mm/tahun, sedangkan untuk tembakau dataran tinggi, curah hujan rata-rata 1.500-3.500 mm/tahun. Tanaman tembakau pada umumnya tidak menghendaki iklim yang kering ataupun iklim yang sangat basah. Angin kencang yang sering melanda lokasi tanam tembakau dapat merusak tanaman dan juga berpengaruh terhadap mongering dan mengerasnya tanah yang dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam tanah (Mustika, 2010).

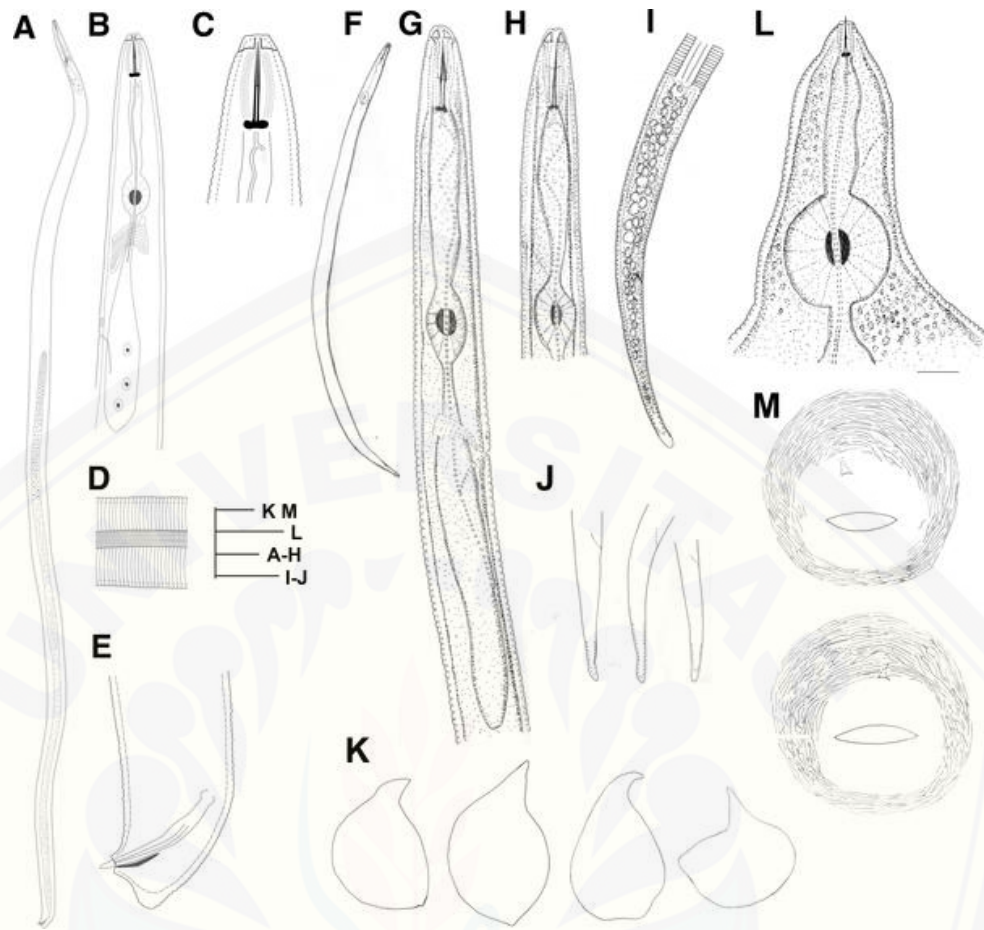
Penyinaran cahaya matahari yang kurang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang baik sehingga produktivitasnya rendah. Suhu udara yang cocok untuk pertumbuhan tanaman tembakau berkisar antara 21-32,30°C. Derajat keasaman tanah yang baik untuk tanaman tembakau adalah 5-5,6; Apabila didapat nilai yang kurang dari 5 maka perlu diberikan pengapuran untuk menaikkan pH sedangkan bila didapat nilai pH lebih tinggi dari 6 maka perlu diberikan belerang untuk menurunkan pH (Mustika, 2010).

## 2.2 Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.)

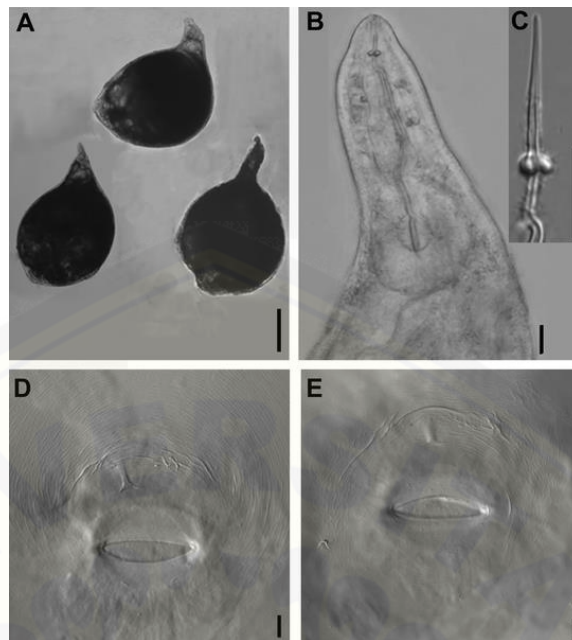
### 2.2.1 Biologi dan Ekologi Nematoda *Meloidogyne* sp

*Meloidogyne* sp. merupakan nematoda parasit paling merugikan bagi tanaman, karena nematoda puru akar ini rata-rata jika sudah menginfeksi suatu tanaman maka tanaman tersebut akan kehilangan nutrisi sehingga menyebabkan rusaknya tanaman dan membuat petani gagal panen (Nurjayadi, *et al.*, 2015). NPA memiliki telur berbentuk bulat lonjong dan diletakkan di dalam kantong telur yang terdapat di luar tubuhnya. Untuk melindungi telur dari kekeringan dan organisme lain, NPA mensekresikan telurnya melalui kelenjar rektum, kemudian diletakkan dalam masa gelatinus (Orion dan Kritzman 2001). Larva instar I berada di dalam telur dan menetas menjadi larva instar II. Larva tersebut kemudian bergerak di dalam tanah menuju akar tanaman yang sedang tumbuh. Ditempat ini larva kemudian menetap dan menyebabkan perubahan sel akibat aktivitas makannya (Abad *et al.* 2003).

Berdasarkan ciri morfologinya, *Meloidogyne* sp. jantan dan betina memiliki bentuk yang berbeda. *Meloidogyne* sp. betina dewasa berbentuk seperti buah peer, bersifat endoparasit yang tidak berpindah (sedentary) mempunyai leher pendek dan tanpa ekor. Panjangnya lebih dari 0.5 mm dan lebarnya antara 0.3 – 0.4 mm. Daerah bibirnya kecil dan mempunyai tiga annulus. Stiletnya lemah dengan panjang antara 12-15  $\mu$ m dan melengkung ke arah dorsal (Dropkin, 1996). *Meloidogyne* sp. jantan bersifat seksual dimorfik dan *Meloidogyne* sp. betina menempatkan diri pada jaringan tanaman inang. Vulvanya terletak subterminal dekat anus, kutikula berwarna keputihan, tipis dan beranulasi serta kerangka kepalanya lembek. Lubang ekskresi terletak agak anterior sampai pada lempeng median bulbus. Telur diletakkan di luar tubuh di dalam masa gelatinus (Williams, 1972).

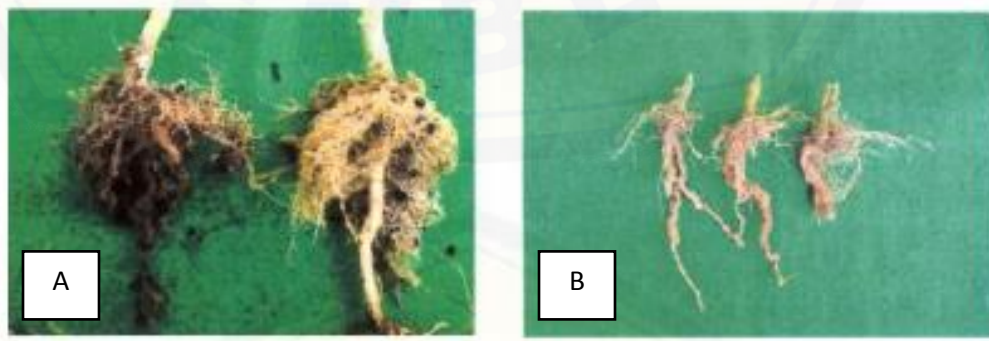


Gambar 2.2: (A) tubuh nematoda jantan. (B) Faring. (C) Kepala. (D) Bagian lateral jantan. (E) Ekor. (F) nematoda fase J2. (G) Faring pada fase J2. (H) Bagian anterior fase J2. (I) Bagian lateral dan ekor J2. (J) ekor fase J2. (K) nematoda jantan. (L) Bagian anterior betina. (A = 100  $\mu\text{m}$ ; B, D, E, M, I dan J = 20  $\mu\text{m}$ ; C, G dan H = 10  $\mu\text{m}$ ; F = 50  $\mu\text{m}$ ; K = 200  $\mu\text{m}$ ; L = 30  $\mu\text{m}$ ) (Sumber: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182627.g001>)



Gambar 2.3: Morfologi nematoda betina (A) tubuh betina. (B) bagian anterior betina. (C) Stylet betina. (D) (A = 200  $\mu\text{m}$ ; B-E = 10  $\mu\text{m}$ ) (Sumber: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182627.g002>).

Beberapa laporan penelitian di luar negeri menunjukkan bahwa Nematoda *Meloidogyne* spp. dapat menyebabkan kerusakan tanaman tembakau sebesar 40%-100% (Natawegina, 1983). Menurut Dropkin (1980), larva *Meloidogyne* spp. mengalami empat stadium larva, yaitu larva stadium 1 dalam telur dan masih inaktif, beberapa hari kemudian terjadi pergantian kulit menjadi larva stadium. Bila aerasi dan kelembaban cukup, maka larva keluar dengan memecah kulit telur, kemudian bergerak bebas diantara partikel tanah dan sangat infeksiif.



Gambar 2.4 A. Akar tanaman tembakau Sehat, B. Akar Tanaman berporu terserang Nematoda Parasit *Meloidogyne* spp.

Nematoda memperoleh makanan pada sel-sel korteks dan membentuk suatu rongga yang berisi ‘sarang’ atau koloni nematoda dengan berbagai stadium. Gejala serangan diatas permukaan tanah berupa klorosis dan hambatan pertumbuhan. Daur hidupnya berlangsung tiga atau empat minggu dan nematoda dapat bertahan hidup tanpa tumbuhan inang selama beberapa bulan (Luc *et al.* 2001). Faktor perkembangan nematoda dipengaruhi oleh tumbuhan inangnya, selain itu terdapat factor lingkungan seperti suhu yang memiliki pengaruh besar terhadap perkembangan dan reproduksi nematoda.

### 2.2.2 Siklus Hidup *Meloidogyne* spp.

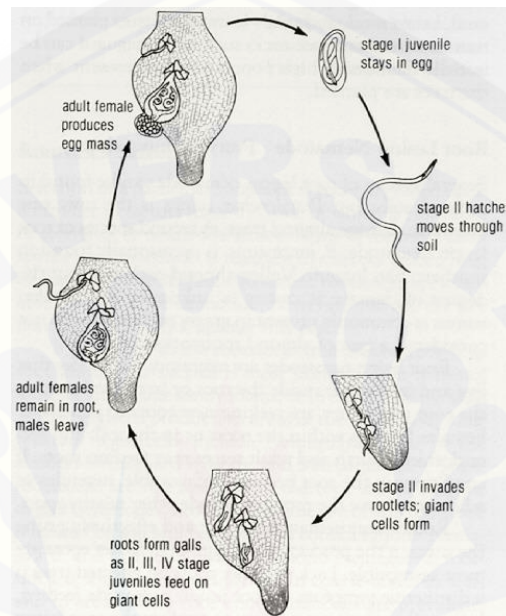
Siklus hidup nematoda *Meloidogyne* spp. dimulai dari telur yang sering disebut stadia satu sel, empat stadia larva dan dewasa. Telur dihasilkan oleh nematoda betina dewasa dan disimpan dalam matrik gelatin atau massa telur. Siklus hidup nematoda berkisar antara 25 hari pada suhu 27°C, siklus hidup dapat lebih pendek atau lama tergantung pada tanaman inangnya. Di bawah kondisi optimum nematoda dapat menyelesaikan siklus hidupnya selama 3- minggu (Guiran dan Ritter, 1979).

Larva stadia pertama berkembang dalam telur, tetapi belum aktif. Larva stadia pertama ini kemudian mengalami pergantian kulit pertama dan keluar dari telur menjadi larva stadia kedua. Larva stadia ini merupakan larva yang infeksi. Jika inang yang peka terdapat di sekelilingnya larva akan masuk ke dalam akar dan menetap. Nematoda pada stadia ini mulai memakan sel di sekitar kepalanya dengan cara menyisipkan stiletnya dan mengeluarkan sekresi dalam sel tersebut (Franklin, 1982) sehingga akan merangsang sistem pertumbuhan dan terjadi sel-sel raksasa. Sel-sel korteks juga dirangsang untuk membelah sehingga terbentuk puru yang karakteristik. Setelah mengalami pergantian kulit yang kedua menjadi larva stadia ketiga (Shepherd and Barker, 1995).

Larva stadia ketiga masih mengalami pergantian kulit lagi dan berubah menjadi larva stadia keempat. Pada stadia ke empat ini nematoda mulai dapat dibedakan antara jantan dan betina. Larva stadia ke empat jantan mengalami pergantian kulit



terakhir (keempat) menjadi nematoda jantan dewasa yang ke luar dari akar dan hidup bebas dalam tanah. Sedangkan larva stadia ke empat betina melanjutkan pertumbuhannya dalam akar dan mengalami pergantian kulit terakhir menjadi nematoda betina dewasa, menghasilkan telur dan tetap tinggal dalam jaringan akar tanaman (Agrios, 1978).



Gambar 2.5 Siklus hidup nematoda puru akar *Meloidogyne* spp  
(Sumber: <http://hawaiiplantdisease.net/Koa-diseases.php>)

### 2.2.3 Klasifikasi Nematoda *Meloidogyne* sp.

Kingdom : Animalia  
 Subkingdom : Bilateria  
 Infrakingdom : Protostomia  
 Superphylum : Ecdysozoa  
 Phylum : Nematoda  
 Class : Chromadorea  
 Order : Tylenchida  
 Family : Heteroderidae  
 Genus : *Meloidogyne*

Spesies : *Meloidogyne* sp.

#### 2.2.4 Gejala kerusakan tanaman Tembakau akibat serangan *Meloidogyne* sp.

Nematoda puru akar menyerang tanaman melalui ujung akar dan menyebabkan terbentuknya pembengkakan akar. Akibat terbentuknya puru tersebut penyerapan hara dan air oleh tanaman menjadi terhambat dan terjadi aliran fotosintat dari bagian atas tanaman menuju puru akar, yang kemudian menjadi sumber nutrisi nematoda, akibatnya pertumbuhan tanaman menjadi merana (Bartlem *et al.* 2013). Gejala di atas permukaan tanah, pertumbuhan merana, daun lebih sedikit berwarna hijau pucat kadang menguning, tanaman tanpak layu pada saat cuaca terik, buah yang terbentuk berkurang dengan kualitas yang rendah terhambatnya pertumbuhan anakan dan cabang serta tertundanya waktu pembungaan tanaman (Moens *et al.* 2009).

Gejala serangan nematoda pada bagian akar terlihat lebih spesifik, terutama apabila gejala tersebut belum mencapai stadia lanjut. Wiryadiputra (1989) mengelompokkan gejala serangan nematoda secara umum pada bagian akar sebagai berikut:

1. Gejala puru akar (root knots); akara yang terserang nematoda membengkak membentuk puru berukuran 2 mm sampai lebih dari 2 cm.
2. Gejala luka akar (root lesion); terdapat bercak luka pada akar berwarna coklat kehitaman sebagai akibat rusaknya jaringan kulit akar karena serangan nematoda
3. Gejala terbentuknya akar serabut yang melimpah (excessive root branching); gejala ini sebagai akibat terbandungnya unsur hara di bagian atas akar akibat akar bagian bawah terserang nematoda
4. Gejala rusaknya ujung akar (injured root tips); yaitu apabila nematoda merusak pada atau dekat ujung akar dan menyebabkan terhentinya pertumbuhan akar serta terjadi pembesaran pada bagian tersebut.
5. Gejala busuk akar (root rots); gejala yang terjadi apabila infeksi nematoda disertai oleh serangan bakteri dan jamur baik yang patogenik maupun yang saprofitik.

Menurut Hartana (1978), tanaman tembakau yang terserang nematoda puru akar menunjukkan gejala pertumbuhan yang terhambat sehingga kondisi tanaman menjadi kerdil, daun berukuran lebih kecil dan mengalami klorotik. Bilamana tanaman dicabut, pada akarnya tampak bintil-bintil yang ukurannya sangat bervariasi. Tipe gejala demikian sering mudah dikacaukan dengan gejala akibat defisiensi unsur hara, kerusakan oleh serangga dan mikroorganisme yang menyerang akar serta gangguan tanaman oleh virus dan penyebab penyakit lain.

#### 2.2.5 Upaya Pengendalian Nematoda *Meloidogyne* spp.

Salah satu masalah penting dalam upaya meningkatkan produksi tembakau di Indonesia adalah serangan kompleks patogen bakteri *Pseudomonas solanacearum* dan jamur *Phytophthora nicotianae* yang berasosiasi dengan nematoda *Meloidogyne* spp. (Dalmadiyo *et al.* 1998a). Tanaman tembakau yang terserang penyakit kompleks tersebut, pada umur 30-45 hari mati. Kematian mencapai lebih dari 50%. Dalam upaya mengendalikan nematoda pada tanaman tembakau, Dalmadiyo *et al.* (1998b) menemukan enam nomor aksesori yang tahan terhadap *M. incognita*, yaitu S.2258/2/1/1, S.1976/M, S. 1032, S. 1019, S. 1968/M, dan S. 1012. Keenam aksesori tersebut sama tahannya dengan NC 2514, tetapi lebih tahan dibandingkan dengan NC 95 yang berasal dari Amerika. Galur S 2258/2/1/1 merupakan galur terbaik karena selain tahan terhadap nematoda puru akar, juga tahan terhadap *P. nicotianae* (Dalmadiyo *et al.* 1998b).

Pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida kimia (sintetis) masih memegang peran yang sangat penting. Hal ini karena cara-cara pengendalian lain belum mampu memberikan hasil yang memuaskan. Namun, cara pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida kimiawi dapat menimbulkan dampak negatif karena beracun bagi manusia dan hewan peliharaan, mencemari air dan tanah, serta membunuh organisme bukan sasaran, termasuk musuh alami nematoda seperti jamur dan bakteri. Oleh karena dibutuhkan terobosan baru pengendalian nematoda dengan menggunakan agen hayati yang kelebihanannya adalah ramah

terhadap lingkungan dengan menggunakan Mikoriza yang telah diperkaya dengan +MHB.

### 2.3 Mikoriza<sup>+MHB</sup>

Mikoriza merupakan jenis mikroba tanah yang mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan jalan meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur hara, seperti fosfat (P), kalsium (Ca), natrium (N), mangan (Mn), kalium (K), magnesium (Mg), tembaga (Cu), dan air. Hal ini disebabkan karena kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu-bulu akar tanaman (Talanca. 2010).

De La Cruz et al, (1992); Linderman, (1996) menyebutkan bahwa sebagian besar pertumbuhan tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza menunjukkan hubungan yang positif yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya. Hal ini dapat terjadi karena infeksi cendawan mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara oleh miselium eksternal dengan memperluas permukaan penyerapan akar atau melalui hasil senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara dalam tanah. Tisdall, (1991) melaporkan bahwa miselium ekstra radikal di dalam tanah sekitar akar menghasilkan material yang mendorong agregasi tanah sehingga dapat meningkatkan aerasi, penyerapan air dan stabilitas tanah.

Mikoriza membantu meningkatkan penyerapan air, asimilasi karbon, fitohormon (Brundrett 1991), dan akumulasi hara (Lewis dan Koide 1990). Mikoriza dapat memperluas permukaan akar untuk menyerap hara dari dalam tanah (Lambers *et al.* 2008). Tanaman bermikoriza memiliki serapan fosfor dan nitrogen ke dalam akar lebih banyak daripada yang tidak bermikoriza (St John *et al.* 1983; Warner 1984). Menurut Wright dan Uphadhyaya (1998), mikoriza melalui akar eksternalnya menghasilkan senyawa glikoprotein glomalin dan asam-asam organik yang akan mengikat butir-butir tanah menjadi agregat mikro, agregat mikro akan membentuk agregat makro yang mudah diserap tanaman. Cendawan mikoriza dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti, sitokinin, giberelin, dan vitamin (Anas 1997).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Idhan (2016: 11) menunjukkan bahwa pemberian mikoriza 7.5 gram memberikan hasil terbaik terhadap luas daun dan berat kering tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Mawarni (2013: 3) dengan pemberian 150 spora mikoriza per tanaman memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap derajat infeksi pada akar tanaman jarak. Pemberian 100 spora mikoriza *Glomus* sp. pada tanaman kopi arabika memberikan pengaruh yang signifikan pada pertumbuhan tinggi tanaman (Daras, 2013: 149).

Infeksi simbiosis mikoriza bukan hanya melibatkan antara dua pihak (Fungi dan perakaran tanaman) namun juga melibatkan organisme pendukung. Organisme ini saling terkait satu sama lain yang disebut dengan mikorizofer. Mikorizofer tersusun atas mikoriza, miselium eksternal dan organisme pendukung. Suatu bakteri yang mampu meningkatkan perkembangan mikoriza secara kolektif disebut *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (Ramawat, 2010: 237). May (2011) melaporkan bahwa terdapat 3 jenis bakteri (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas diminuta* dan *Enterobacter hormaechei*) yang berpotensi menjadi MHB plus. Bakteri-bakteri tersebut ditetapkan sebagai MHB plus karena merupakan bakteri hasil isolasi dari spora FMA *Gigaspora* sp. dan *Glomus* sp. (endofit), mampu menstimulir perkembangan hifa FMA, mempunyai kemampuan menghasilkan enzim hidrolitik dan mempunyai sifat antagonis terhadap patogen tular tanah (Pertwi, 2017).

Mekanisme MHB dalam menstimulasi pertumbuhan mikoriza adalah dengan cara memproduksi enzim yang dapat melunakkan dinding sel akar sehingga akar mudah diinfeksi oleh hifa mikoriza, meningkatkan proses penenalan antara mikoriza dan akar sehingga proses infeksi mikoriza terhadap akar akan semakin cepat, serta meningkatkan nutrisi untuk pertumbuhan mikoriza, perubahan yang menguntungkan dari sifat-sifat tanah, mempercepat perkecambahan spora mikoriza (Smith dan Read, 2008: 600) serta menstimulus akar lateral (Rigamonte et al, 2010).

Bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* termasuk ke dalam golongan *Mycorrhiza Helper Bacteria* diketahui memiliki peran yang positif pada

asosiasi mikoriza dan tanaman (Asyiah, 2015). *Mycorrhizal Helper Bacteria* (MHB) memiliki beberapa peranan antara lain:

a. Peranan MHB dalam meningkatkan pertumbuhan mikoriza

MHB memiliki peranan yang sangat penting dalam menstimulasi dan meningkatkan pertumbuhan mikoriza. Pertumbuhan mikoriza yang dimaksud dimulai dari perkecambahan spora mikoriza dan pertumbuhan miselium yang dapat ditingkatkan oleh MHB (Tarkka dan Frey-Klett, 2008: 113). Hal tersebut dikarenakan MHB dapat menghasilkan factor pertumbuhan, menekan zat yang bersifat antagonis atau menghambat competitor yang dapat menghambat pertumbuhan mikoriza (Frey-Klett et al, 2007: 24). MHB menyediakan glukosa untuk pertumbuhan fungi serta meningkatkan penerimaan akar terhadap mikoriza. Pertumbuhan mikoriza ini merupakan pertumbuhan yang dimulai dari perkecambahan spora mikoriza dan pertumbuhan yang dimulai dari perkecambahan spora mikoriza dan pertumbuhan miselium yang dapat ditingkatkan oleh MHB. Sebaliknya Mikoriza mempengaruhi struktur komunitas bakteri melalui perubahan eksudasi akar dan secara langsung dengan memberikan senyawa kaya dengan energy yang berasal dari tanaman inang, dengan FMA merubah pH tanah menjadi netral yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan serta aktivitas bakteri (Hidayat et al., 2013: 3).

Proses pengenalan tanaman dengan mikoriza dapat terjadi melalui penangkapan sinyal yang diberikan oleh miselium kepada tanaman. MHB dapat meningkatkan produksi sinyal yang merangsang pengenalan antara akar tanaman dengan mikoriza (Tarkka dan Frey-Klett, 2008: 120). Sehingga MHB dapat meningkatkan derajat infeksi mikoriza terhadap tanaman.

b. Peranan MHB pada pertumbuhan tanaman

*Mycorrhizal Helper Bacteria* (MHB) dapat membantu dalam penambahan sel dan pertumbuhan vegetatif, memperbanyak umbi, meningkatkan kandungan protein umbi dan indeks panen. MHB dapat membantu dalam pembentukan akar lateral pada tanaman bermikoriza dengan cara memproduksi auksin yang merupakan salah satu hormone pertumbuhan. Seperti hasil penelitian Vivas et al (2003: 581),

*Brevibacillus* sp. memproduksi hormone IAA sehingga dapat meningkatkan nodule pada akar tanaman. Selain itu, MHB juga membantu menekan patogen pada akar tanaman dengan menghasilkan metabolit bersifat racun sehingga pertumbuhan patogen pada akar terhambat (Frey-Klett, 2007: 126). MHB (*P. diminuta* maupun *B. subtilis*) menghasilkan enzim kitinase yang dapat mengkatalisis degradasi hidrolitik kitin.

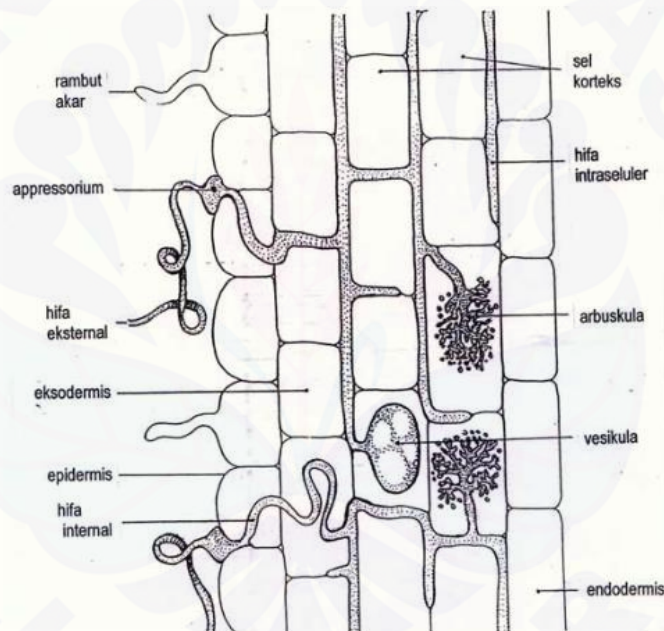
#### 2.4 Proses infeksi Mikoriza<sup>+MHB</sup>

Terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, yakni:

1. Pra infeksi. Spora dari mikoriza berkecambah membentuk *apresorium*. Dengan penebalan masa hifa kemudian menyempit seperti tanduk sehingga terjadilah proses infeksi.
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 statis, 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 berseptum dan membentuk percabangan dikotom.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza mempunyai peranan dalam hal pengendalian penyakit tanaman. Linderman (1988), menduga bahwa mekanisme perlindungan mikoriza terhadap patogen berlangsung sebagai berikut:

1. Cendawan mikoriza memanfaatkan karbohidrat lebih banyak dari akar, sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar, sehingga patogen tidak berkembang.
2. Terbentuknya substansi yang bersifat antibiotic yang disekresikan untuk menghambat perkembangan patogen.
3. Memacu perkembangan mikroba saprofitik disekitar perakaran.



Gambar 2.6 Penampang longitudinal akar yang terinfeksi fungi mikoriza (Brundett et al, 1994)

Rhodes dan Gerdeman (1980) membagi proses bagaimana hara dipasok ke tanaman oleh cendawan MA menjadi 3 fase:

1. Absorpsi hara dari tanah oleh hifa eksternal;
2. Translokasi hara dari hifa eksternal ke miselium internal dalam akar tanaman dan inang; dan



3. Pelepasan hara dari miselium internal ke sel-sel akar.

## 2.5 Buku Ilmiah Populer

### 2.5.1 Pengertian Buku Ilmiah Populer

Menurut KBBI, ilmiah diartikan sebagai bersifat ilmu, secara ilmu pengetahuan memenuhi syarat (kaidah) ilmu pengetahuan. Sedangkan populer diartikan sebagai menggunakan bahasa yang umum sehingga mudah dipahami oleh masyarakat. Karya Ilmiah Populer adalah suatu karangan ilmiah yang mencakup ciri-ciri karangan ilmiah, yaitu menyajikan fakta-fakta secara cermat, jujur, netral dan sistematis, sedangkan pemaparannya jelas, ringkas dan tepat (Dalman, 2012: 155). Menurut sebuah tulisan akan dirasakan ilmiah apabila tulisan itu mengandung kebenaran secara objektif, karena didukung oleh informasi yang sudah teruji kebenarannya (dengan data pengamatan yang tidak subjektif) serta penulisan karya ilmiah menuntut adanya ketrampilan khusus dari penulisannya (Lubis, 2004: 74).

### 2.5.2 Karakteristik Karya Ilmiah Populer

Karakteristik karya ilmiah populer menurut Amir (2007: 144) adalah sebagai berikut:

- a. Pengetahuan yang disajikan didasarkan pada fakta atau data (empiric) atau teori-teori yang kebenarannya telah diketahui.
- b. Kebenaran karya ilmiah bersifat objektif.
- c. Penyajian karya ilmiah populer menggunakan bahasa yang baku dan komunikatif sehingga mudah dipahami oleh pembaca.
- d. Karya ilmiah populer merupakan sarana komunikasi antara ilmu pengetahuan dan pembaca atau masyarakat awam.

### 2.5.3 Jenis karya Ilmiah

Berdasarkan penyebarannya karya ilmiah dibedakan menjadi dua yakni karya ilmiah dipublikasikan dan karya ilmiah tidak dipublikasikan. Karya ilmiah yang

dipublikasikan adalah karya ilmiah yang dipublikasikan pada saat pertemuan ilmiah atau melalui media cetak misalnya jurnal, buku, monografi, dan prosiding. Sedangkan karya ilmiah tidak dipublikasikan adalah karya ilmiah yang hanya didokumentasikan di perpustakaan. Contoh dari karya ilmiah yang tidak dipublikasikan adalah laporan penelitian dosen, laporan penelitian mahasiswa, laporan kegiatan mahasiswa, dan tugas akhir mahasiswa.

#### 2.5.4 Penyusunan Buku Ilmiah Populer

Penyusunan Buku Ilmiah Populer yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Mikoriza<sup>+MHB</sup> dalam mengendalikan nematoda peluka Akar pada tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*)” bertujuan untuk menyampaikan ilmu pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti kepada pembaca dengan menggunakan bahasa yang mudah dipahami dan menarik untuk dibaca. Dengan demikian informasi berupa hasil penelitian dapat tersampaikan kepada pembaca baik dari akademisi maupun non akademisi seperti masyarakat.

Penyusunan buku ilmiah populer dilakukan setelah penelitian selesai dan diketahui hasil dari penelitian. Menurut Romli (2011) tahapan penulisan buku ilmiah populer secara umum, yaitu:

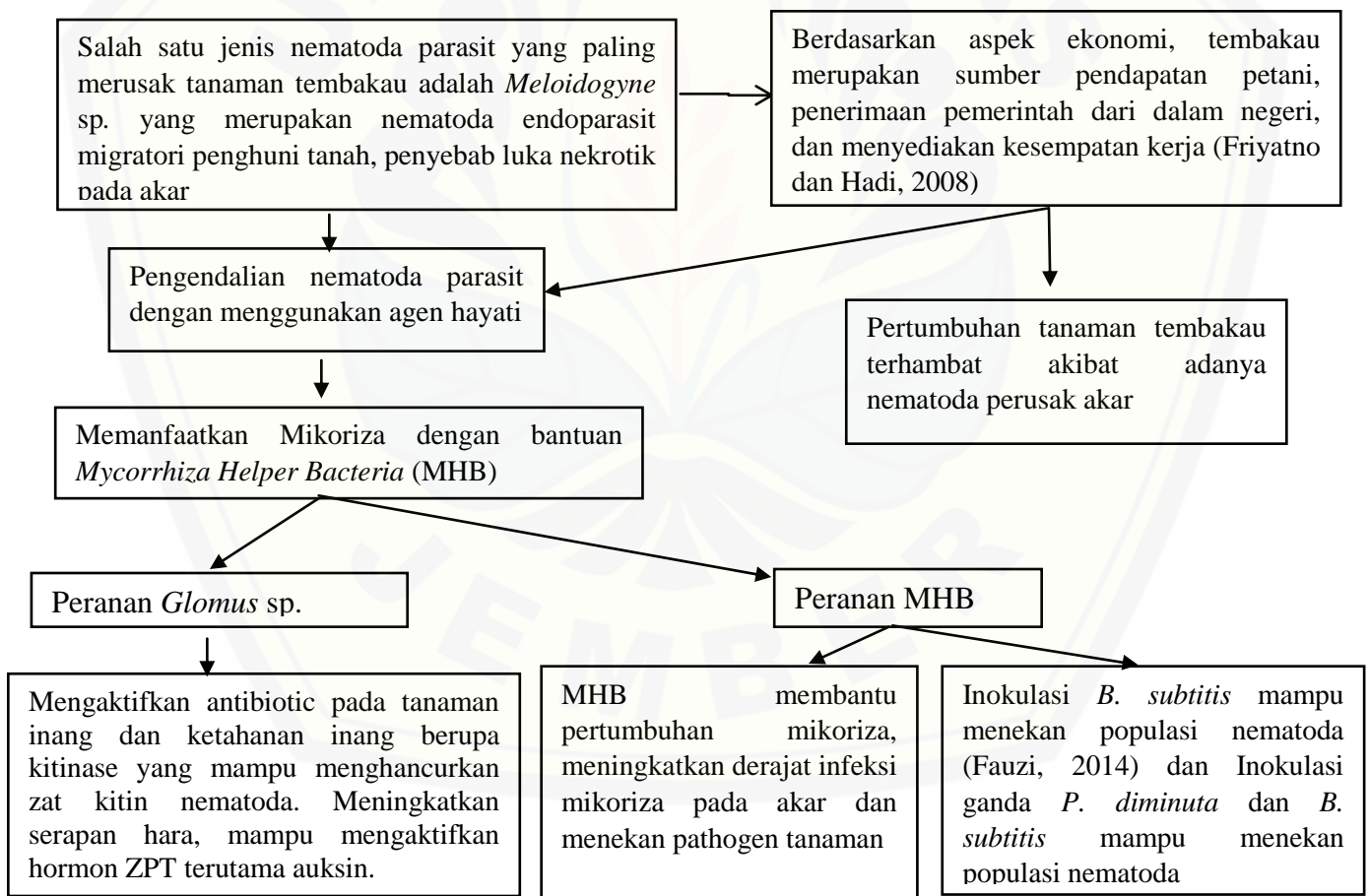
1. Menentukan ide, tema atau topic (pokok permasalahan yang akan ditulis). Pengumpulan data yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan produk karya ilmiah akan mempermudah dalam menentukan tema karya ilmiah itu sendiri.
2. Pengembangan tema, berupa kajian mendalam terkait tema dan observasi, penelitian maupun kajian referensi.
3. Outlining, dilakukan dengan membuat garis besar tentang apa saja yang akan ditulis. Proses ini akan membantu dalam menyelesaikan penulisan agar tidak tersendat-sendat dan lancar.
4. Membuat rancangan tulisan.
5. Proses editing.

## 2.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka jawaban sementara (hipotesis) dalam penelitian ini antara lain adalah:

- Mikoriza <sup>+MHB</sup> mampu mengendalikan jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*)
- Mikoriza <sup>+MHB</sup> mampu meningkatkan pertumbuhan bibit tembakau
- Buku dari hasil penelitian tentang pengaruh Mikoriza <sup>+MHB</sup> terhadap jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp. dan pertumbuhan bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) layak digunakan sebagai buku ilmiah populer.

## 2.7 Kerangka Berpikir



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dan dilanjutkan dengan penyusunan buku ilmiah populer.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Tahap persiapan media penanaman (sterilisasi tanah), perhitungan berat basah dan berat kering dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Penelitian Tembakau Jember. Tahap penelitian pertumbuhan bibit tembakau (*Nicotiana tabacum*) dilaksanakan di *green house* Penelitian Tembakau Jember (PTPN X). Pengambilan sampel nematoda *Meloidogyne* spp. diisolasi dari akar tanaman tembakau yang terinfeksi nematoda.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai November 2018 sampai April 2018. Pengamatan pertumbuhan bibit dilakukan selama 3 bulan.

### 3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pemberian inokulan Mikoriza<sup>+MHB</sup> dengan taraf jumlah spora 0 g Mikoriza<sup>+MHB</sup>/pot, 5 g Mikoriza<sup>+MHB</sup>/pot, 10 g Mikoriza<sup>+MHB</sup>/pot, dan 15 g Mikoriza<sup>+MHB</sup>/pot. Setiap perlakuan di inokulasikan 50 telur nematoda *Meloidogyne* spp.

#### 3.3.2 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah massa nematoda massa telur (*egg mass*) pada tanaman tembakau, serta pertumbuhan bibit tembakau (tinggi bibit, berat segar bibit, dan berat kering total bibit).

### 3.3.3 Variabel kontrol atau variabel Kendali

Variabel control atau variabel kendali adalah variabel yang dikendalikan sehingga variabel bebas dan terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. variabel kendali dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Media tanam yang digunakan berupa tanah steril.
- b. Bibit tembakau yang digunakan adalah bibit tembakau dengan jenis yang sama dan berasal dari tempat persemaian yang sama, yaitu balai penelitian tembakau Jember (PTPN X), varietas H-384
- c. Sumber nematoda *Meloidogyne* sp. yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sumber dan tempat yang sama yaitu dari akar tanaman yang terserang nematoda.
- d. Cendawan mikoriza arbuskular yang digunakan adalah jenis mikoriza yang sama yaitu *Glomus* sp. yang telah diperkaya dengan MHB (*Mycorrhizal Helper Bacteria*).
- e. Sumber air penyiraman tanaman tembakau yang digunakan merupakan sumber air dari daerah yang sama.

### 3.4 Definisi Operasional

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

- a. Nematoda *Meloidogyne* sp. adalah nematoda parasite pada tanaman tembakau yang menyebabkan penyakit puru akar.
- b. Massa telur nematoda *Meloidogyne* sp. adalah sekumpulan telur nematoda yang menjadi satu, massa telur ini terdapat di dalam puru akar (*gall*) terbentuknya puru akar (*gall*) ini terjadi akibat bergabungnya beberapa sel menjadi satu, tujuan pembentukan *gall* ini bagi tanaman adalah untuk menghambat gerakan nematoda dalam jaringan.

- c. Tajuk tanaman adalah keseluruhan bagian tumbuhan, terutama pohon, perdu, atau liana, yang berada diatas permukaan tanah yang menempel pada batang utama (bagian tanaman selain akar).
- d. Inokulan mikoriza<sup>+MHB</sup> merupakan jamur mikoriza yang telah diperkaya dengan MHB (*Mycorrhizal Helper Bacteria*).
- e. MHB (*Mycorrhizal Helper Bacteria*) merupakan bakteri yang dapat membantu mempercepat perkecambahan mikoriza, dimana dalam penelitian ini MHB yang digunakan adalah *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta*.
- f. Pertumbuhan tanaman adalah pertambahan ukuran pada parameter tinggi bibit, berat segar bibit, dan berta kering total bibit.
- g. Buku ilmiah populer adalah buku yang berisi tulisan yang mudah dipahami, menggunakan ragam bahasa populer, dan menjelaskan teknis keilmuan secara sederhana.

### 3.5 Desain penelitian

Penelitian ini berupa percobaan dengan rancangan acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 4 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 4 tanaman. sehingga diperoleh jumlah sampel percobaan sebanyak  $(5 \times 4) \times 4 = 80$  tanaman percobaan. Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. A: 0 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 0 telur nematoda *Meloidogyne* sp.
- b. B: 0 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.
- c. C: 5 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.
- d. D: 10 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.
- e. E: 15 g Mikoriza<sup>+MHB</sup> + 50 telur nematoda *Meloidogyne* sp.

### 3.6 Sampel Penelitian

#### 3.6.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah 80 bibit tembakau yang diperoleh dari PT Perkebunan Nusantara X (Balai Penelitian Tembakau Jember).

### 3.6.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah akar tanaman tembakau untuk diamati jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda, bibit tembakau untuk diamati pertumbuhannya serta berat basah dan berat kering setelah perlakuan.

## 3.7 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.7.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, karung, polybag berdiameter 30x40 cm, sekop kecil, ayakan, beaker glass berukuran 500 ml, cawan petri, mikroskop, gelas kaca, gelas penutup, plastik, timbangan elektronik, gelas ukur berukuran 100 ml, oven, bak plastic, pipet, pinset, hand counter, gayung air, kertas label, gunting, kain kasa, tabung reaksi, mikroskop, autoclave, saringan metal, cawan petri, penggaris.

### 3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit tanaman tembakau, nematoda *Meloidogyne* sp., Mikoriza<sup>+MHB</sup>, tanah, kompos.

## 3.8 Prosedur Penelitian

### 3.8.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari persiapan melakukan pembenihan tanaman tembakau, menghitung jumlah spora mikoriza, dan mengisolasi nematoda puru akar *Meloidogyne* sp. Selanjutnya memberi label pada *polybag* sesuai dengan perlakuan yang diberikan.

### 3.8.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan kompos yang telah dicampur menjadi satu dengan perbandingan masing-masing 1:1. Media tanam ini kemudian di sterilisasi sesuai dengan prosedur yang sering dilakukan pihak peneliti di tempat penelitian tembakau Jember yaitu menggunakan teknik pemanasan

(pemasakan tanah) sampai pada suhu 100°C untuk menghindari adanya kontaminasi dari mikroorganisme lain yang ada di dalam media tanam tembakau.

### 3.8.3 Persiapan telur Nematoda *Meloidogyne* sp.

Nematoda *Meloidogyne* diperoleh dari akar tanaman yang terserang nematoda. Sampel akar tersebut diambil lalu dimasukkan ke kantung plastik dan dibawa ke Laboratorium Proteksi di Balai Penelitian Tembakau Jember. Sampel akar yang diperoleh diambil massa telur menggunakan metode pengambilan secara langsung menggunakan jarum. Sampel akar dari lahan dicuci dengan menggunakan air secara hati-hati. Akar yang telah bersih dipotong dari pangkal batang tanaman, akar yang telah dipotong direndam dengan menggunakan air selama 48 jam. Akar hasil rendaman yang terdapat puru atau *gall* diambil massa telurnya dengan menggunakan jarum dan diletakan pada cawan petri.

### 3.8.4 Persiapan Mikoriza<sup>+MHB</sup>

Tahap persiapan mikoriza *Glomus* spp. ini dilakukan dengan cara ekstraksi mikoriza menggunakan metode penyaringan basah dan dekantasi yang diadaptasi dari Gerdemann dan Nicolson (1963). Langkah yang dilakukan dalam ekstraksi mikoriza tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang zeolite yang mengandung spora *Glomus* spp dengan berat 10 g.
- b. Mencampur zeolite dan air dengan perbandingan 1:4, lalu mengaduk dengan menggunakan magnetic stirres selama 2 menit, setelah itu membiarkan beberapa menit hingga partikel-partikel tanah yang berat mengendap.
- c. Menuangkan suspensi diatas saringan metal (60 $\mu$ ) untuk memisahkan bahan-bahan organik. Kemudian membilas saringan agar semua partikel kecil masuk ke dalam saringan.
- d. Menuangkan suspensi yang telah disaring menggunakan saringan metal dengan ukuran (100 $\mu$ ), (140 $\mu$ ), (230 $\mu$ ) untuk mengelompokkan spora berdasarkan ukurannya.
- e. Membilas materi yang tertahan pada saringan agar semua bahan-bahan koloid sudah tercuci.



- f. Membalik saringan, lalu membilas secara perlahan-lahan dengan semprotan air yang kecil diatas cawan petri sehingga semua spora yang ada pada tiap saringan tercuci dalam cawan petri tadi. Kemudian mengamati dengan menggunakan mikroskop.

#### 3.8.5 Penanaman bibit tembakau dan Inokulasi Mikoriza<sup>+MHB</sup> serta nematoda *Meloidogyne* sp.

Penanaman bibit tembakau dilakukan setelah pemberian inokulan Mikoriza<sup>+MHB</sup>. Bibit tembakau yang didapat dari PT. Perkebunan Nusantara X dipindahkan ke dalam *polybag* dengan diameter 30x40 cm yang telah berisi media tanam. Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 8-10 cm, akar bibit tembakau dimasukkan ke dalam lubang tanam, ditimbun dengan tanah dan tekan disekitar tanaman tembakau. Inokulasi *Meloidogyne* sp. ke tanaman tembakau dilakukan 7 hari sebelum tanam.

#### 3.8.6 Pemeliharaan Tanaman Tembakau

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengairan, pemberian air yang dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman
2. Pengendalian gulma/ tumbuhan pengganggu dan hama penyakit. Pengendalian gulma dan hama penyakit dilakukan secara mekanik dengan cara penyiangan, membunuh hama dan memotong bagian tanaman yang terserang penyakit
3. Melakukan penggemburan pada tanah jika tanah mulai mengeras dengan cara menyisir tanah bagian atas mulai dari tepid an mengarahkannya ke tengah pot, tepat pada pangkal batang. Penggemburan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak tanaman.

#### 3.8.7 Pengamatan

Penelitian ini dilakukan beberapa pengamatan yaitu pengamatan jumlah populasi nematoda (*Meloidogyne* sp.) dan pertumbuhan tanaman.

- a. Pengamatan massa telur (*egg mass*) nematoda *Meloidogyne* sp.

Pengamatan jumlah massa telur (*egg mass*) *Meloidogyne* sp. dilakukan dengan melakukan perhitungan perhitungan pada akar dengan melihat *massa* telur (*egg mass*) di dalam gall.

b. Pengamatan pertumbuhan bibit

1) Tinggi bibit

Pengukuran tinggi bibit tembakau bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Glomus* spp. untuk mempengaruhi pertumbuhan bibit tembakau. Pengukuran dilakukan 5 hari sekali hingga 10 kali pengamatan. Pengukuran tinggi bibit menggunakan penggaris mulai dari leher akar tanaman hingga ujung tajuk tanaman.

2) Berat basah akar dan tajuk

Pengukuran berat basah bibit dilakukan dengan menimbang bagian akar dan tajuk bibit yang telah dipanen.

3) Berat kering akar dan tajuk

Berat kering akar dan tajuk dilakukan dengan menimbang bagian akar dan tajuk bibit yang telah dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 72 jam.

### 3.9 Penyusunan Buku Ilmiah Populer

#### 3.9.1 Penyusunan Buku Ilmiah Populer

Hasil penelitian ini dimanfaatkan dalam bentuk penyusunan buku ilmiah populer sebagai salah satu produk untuk memberikan informasi kepada pembaca atau masyarakat umum tentang penelitian ini yaitu tentang pengaruh aplikasi mikoriza+MHB terhadap pengendalian nematoda peluka akar (*Meloidogyne* sp.) pada tanaman tembakau.

Penyusunan buku ilmiah populer didasarkan pada model pengembangan 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dengan langkah-langkah pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), penyebaran (*dessiminate*). Namun pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap pengembangan dengan uji validasi.

#### 3.9.2 Uji Validasi Buku Ilmiah Populer

Uji Validasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan produk karya ilmiah populer yang akan digunakan sebagai buku bacaan. Hasil buku ilmiah populer yang telah dibuat dilakukan validasi oleh 3 validator ahli yang terdiri dari validator ahli materi, validator ahli media dan validator pengguna. Hasil dari validasi tersebut berupa angka atau data kuantitatif yang selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut.

### 3.10 Analisis data

#### 3.10.1 Analisis Data Penelitian

Data pengamatan yang diperoleh dari percobaan Pengaruh Mikoriza<sup>+MHB</sup> Terhadap massa telur (*egg mass*) Nematoda (*Meloidogyne Sp.*) dan Pertumbuhan Bibit Tembakau dianalisis dengan menggunakan uji Anova.

#### 3.10.2 Analisis Validasi Karya Ilmiah Populer

Analisis data hasil validasi buku ilmiah populer berupa data kuantitatif hasil perkalian antara skor dan bobot yang ada pada setiap aspek, namun sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa saran dan komentar tentang kelemahan dan keunggulan buku. Data yang dipakai dalam uji validasi produk karya ilmiah populer ini merupakan data kuantitatif dengan menggunakan kriteria penilaian sebagai berikut:

- a. Skor 4, apabila validator memberi nilai sangat baik
- b. Skor 3, apabila validator memberikan nilai baik
- c. Skor 2, apabila validator memberikan nilai kurang
- d. Skor 1, apabila validator memberikan nilai kurang sekali

Data yang diperoleh pada tahap pengumpulan data dengan instrument pengumpulan data, dianalisis dengan menggunakan teknik analisis data presentase. Rumus untuk pengolahan data secara keseluruhan sebagai berikut:

$$\text{Presentase skor (P)} : \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

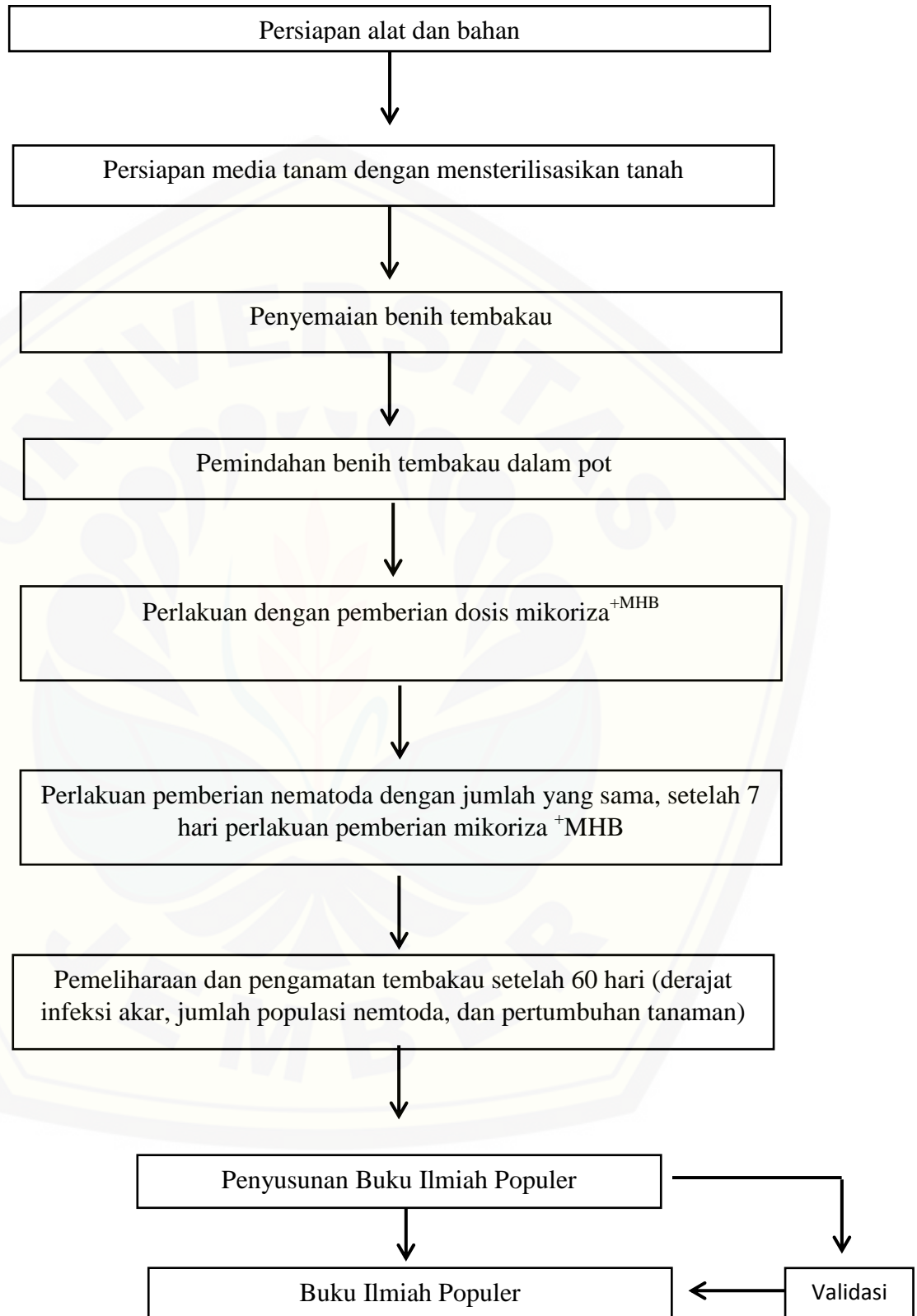
Data presentase penilaian yang telah diperoleh kemudia diubah menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan kriteria validasi seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Kriteria Validasi Karya Buku Ilmiah Populer

| No | Tingkat Validasi | Kriteria     | Keterangan  |
|----|------------------|--------------|---|
| 1  | 80 – 100%        | Sangat Layak | Tidak perlu revisi<br><i>Booklet</i> siap dimanfaatkan sebagai media komunikasi dan dipublikasikan.   |
| 2  | 63 – 81%         | Layak        | Perlu revisi<br><i>Booklet</i> dapat digunakan dengan revisi kecil dan menambahkan sesuatu yang kurang. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar. |
| 3  | 44 – 62%         | Cukup Layak  | Perlu revisi<br>Merevisi dengan meneliti kembali dan mencari kelemahan produk untuk penyempurnaan.  |
| 4  | 25 – 43%         | Kurang Layak | Perlu revisi<br>Merevisi secara besar-besaran secara mendasar tentang isi produk <i>booklet</i> .   |

Sumber: Suparno, (2011), dengan modifikasi.

Apabila hasil validasi mencapai skor 60% maka produk dapat digunakan sebagai *booklet* dan dimanfaatkan di lapangan dan dipublikasikan.

**3.11 Alur Penelitian**

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pemberian Mikoriza<sup>+MHB</sup> berpengaruh terhadap jumlah massa telur nematoda *Meloidogyne* sp. Semakin tinggi dosis pupuk massa telur nematoda semakin sedikit.
- b. Pemberian Mikoriza<sup>+MHB</sup> berpengaruh secara tidak nyata terhadap pertumbuhan bibit tembakau hal ini disebabkan karena berbagai faktor abiotik misalnya intensitas cahaya.
- c. Hasil validasi akhir produk buku ilmiah populer menyatakan bahwa buku ilmiah populer yang telah disusun dan divalidasi tergolong sangat layak dengan rata-rata persentase sebesar 87.6% yang berarti buku siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan dipapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka saran untuk peneliti selanjutnya adalah: perlu untuk dilakukan penambahan dosis mikoriza untuk mengetahui dosis yang paling efektif untuk penurunan jumlah massa telur (*egg mass*) nematoda

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas I. 1997. *Bioteknologi Tanah*. Bogor (ID): IPB Press.
- Abad P, Favery B, Rosso MN, Castagnone-Sereno P. 2003. Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology*. 4(4):217-224.
- Agrios, N. G. 2005. *Plant Pathology-Fifth Edition*. Departemen of Plant. Pathology. University of Florida. United States of America.
- Allen MF. 2001. Modeling arbuscular mycorrhizal infection; is percent infection an appropriate variabel. *Mycorrhiza J*. 10:255-258.
- Asyiah, Iis Nur., Wiryadiputra, Soekadar., dan Harni, Rita. 2015. Optimalisasi Peran Mikoriza Dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* (>80%) dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Tanaman Kopi Dengan Penambahan *Mycorrhizal Helper Bacteria* (MHB) dan *Phosphate Solubilizing Bacteria* (PSB). *Abstrak dan Executive Summary Penelitian KKP3N*.
- Bartlem DG, Jones MG, Hammes UZ. 2013. Vascularization and nutrient delivery at root-knot nematode feeding sites in host roots. *Journals of experimental botany*. 65(7):1789-1798.
- Bethlenfalvay GJ. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in nitrogen fixing legumes: problems and prospects. *Methods Microbiol*. 24:375-389.
- Brundrett MC. 2004. Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biological Reviews*. 79: 473-495.
- Dropkin VH. 1980. *Pengantar Nematologi Tumbuhan*. Ed ke-2. Supratoyo, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *Introduction to Plant Nematology*.
- Dropkin VH. 1991. *Pengantar Nematologi Tumbuhan*. Ed ke-2. Supratoyo, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: *Introduction to Plant Nematology*.
- Dropkin VH. 1996. *Pengantar Nematologi Tumbuhan*. Supratoyo, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Introduction of Plant Nematology*.
- Durahman. D, et al. 2014. Eksplorasi Nematoda Parasit Tumbuhan Pada Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Di Kecamatan Kesamben Kabupaten Blitar. *Jurnal HPT*. 2(4): 1-10.
- Ferguson, J.J. dan S.H. Woodhead. 1982. *Increase and Maintenance of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi*. 47-54. Dalam Schenk N.C (eds) *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. Am. Phytopathol. 244p.





- Moens M, Perry RN, Starr JL. 2009. Meloidogyne species—a diverse group of novel and important plant parasites. Di dalam: Perry RN, Moens M, Starr JL, editor. *Root-knot nematodes*. Cambridge (USA): CAB International. hlm 1-17. Orion D, Kritzman G. 2001. A role of the gelatinous matrix in the resistance of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) eggs to microorganisms. *Journal of nematology*. 33(4):203-207.
- Mosse. 1981. Mycorrhiza in a Sustainable Agriculture. *Biol. Agric. Hort.* 3: 191-209
- Naemah D. 2009. Peningkatan kualitas pertumbuhan jenis-jenis tanaman kehutanan dengan pemanfaatan mikroflora dan fauna tanah. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*. (26):152-159.
- Natawegina, H. 1983. *Pengendalian Hama secara Hayati*. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.
- Nuhung, Iskandar Andi. 2014. Telaahan Konversi Tembakau, Suatu Tinjauan Ekonomi. *Jurnal Agribisnis*, Vol. 8 (2).
- Nurjayadi MY, Munif A, dan Suastika G. 2015. Identifikasi nematoda puru akar *Meloidogyne graminicola* pada tanaman padi di Jawa Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(4):113-120.
- Orion D, Kritzman G. 2001. A role of the gelatinous matrix in the resistance of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) eggs to microorganisms. *Journal of nematology*. 33(4):203-207.
- Prayudaningsih R. 2014. Pertumbuhan semai *Alstonia scholaris*, *Acacia auriculiformis* dan *Muntingia calabura* yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskula pada media tanah bekas tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 3(1):13-23.
- Purnomo, H. 2010. Pengantar Pengendalian Hayati. Yogyakarta: ANDI.
- Reinhard S, Martin P, Marscher H. 1992. Interactions in the tripartite symbiosis of pea (*Pisum sativum* L.), *Glomus* and *Rhizobium* under non-limiting phosphorus supply. *Plant Physiol.* 141:7-11.
- Rigamonte, Alves, Pylro, Satler, Duarte, dan Frois. 2010. The role of mycorrhization helper bacteria in the establishment and action of ectomycorrhizae associations. *Braz. J. Microbiol.* vol.41 no.4.
- Sari A, et al. 2016. Pertumbuhan bibit surian (*Toona sinensis* (Juss) M. Roem) yang diinokulasi mikoriza pada media tanam tanah ultisol. *Al-Kaunyah J Biologi*. 9(1).
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid II*. Dian R. Lukman, Sumaryono, penerjemah. Bandung (ID): ITB. Terjemahan dari: *Plant Physiology Vol 2*.
- Sastrahidayat, I.R.1986. *Ilmu Penyakit Tanaman*. Usaha Nasional. Surabaya. 365 hal.

- Singh RS. 1994. *Plant Pathogen: the plant parasite nematodes*. New York: International Science Publisher.
- Siddiqi MR. 2000. *Tylenchida parasit of plants and insects*. 2th edition. CBI Publishing.
- Sinaga MS, Wiyono S, Husni A, Kosmiatin M. 2009. Pemanfaatan batang bawah jeruk mutan dan mikoriza arbuskular untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang phytophthora pada tanaman jeruk. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29(4):45-47.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Third Edition. UK: Academic Press.
- Suciatmih. 2001. *Peran Jamur Mikoriza Vesikular-Arbuskular dalam Konservasi Tanah*. Warta Kebun Raya Bogor Vol.3 No.1.
- Suwirmen, Sari A, Noli ZA. 2016. Pertumbuhan bibit surian (*Toona sinensis* (Juss.) M. Roem) yang diinokulasikan mikoriza pada media tanam tanah ultisol. *Jurnal Biologi*. 9(1):1-9.
- Talanca, Haris. 2010. *Status Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Pada Tanaman*. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan.
- Tamin RP. 2016. Pertumbuhan bibit jabon (*Anthocephalus cadamba* ROXB MIQ.) pada media pasca penambangan batubara yang diperkaya fungi mikoriza arbuskula, limbah batubara dan pupuk NPK. *Jurnal Penelitian UNJA*. 18(1):33-43.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer*. 4th Ed. New York: Macmillan Publishing Co.
- Vivas A, Barea JM, Azcon R. 2005. *Brevibacillus brevis* from Cadmium or Zinc Contaminated Soils Improves in Vitro Spore Germination and Growth of *Glomus mosseae* Under High Cd or Zn Concentrations. *Microbial Ecol* 49:416-424.
- Wangiyana W, Megawati S, Hanafi A. 2007. Respon tanaman kedelai terhadap inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan pupuk daun organik. *Agroteksos*. 17(3).
- Wright SF, Upadhayaya A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*. 198: 97-107.
- Williams dan, Marshall. 1972, *Text book of zoology vol. I , Invertebrates*, ELBS edition first published by The McMillan press LTD. New York.

LAMPIRAN A.1

ANOVA NEMATODA AKAR

**Descriptives**

nematoda akar

|       | N  | Mean    | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|       |    |         |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| 1,00  | 4  | ,0000   | ,00000         | ,00000     | ,0000                            | ,0000       | ,00     | ,00     |
| 2,00  | 4  | 33,5000 | 3,87298        | 1,93649    | 27,3372                          | 39,6628     | 30,00   | 39,00   |
| 3,00  | 4  | 21,0000 | 1,41421        | ,70711     | 18,7497                          | 23,2503     | 20,00   | 23,00   |
| 4,00  | 4  | 10,7500 | ,95743         | ,47871     | 9,2265                           | 12,2735     | 10,00   | 12,00   |
| 5,00  | 5  | 6,1000  | 2,30217        | 1,02956    | 3,2415                           | 8,9585      | 4,00    | 9,50    |
| Total | 21 | 13,8810 | 12,10362       | 2,64123    | 8,3715                           | 19,3905     | ,00     | 39,00   |

**Test of Homogeneity of Variances**

nematoda akar

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| 2,976            | 4   | 16  | ,052 |

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: nematoda akar

LSD

| (I) Perlakuan | (J) Perlakuan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------|---------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
|               |               |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| 1,00          | 2,00          | -33,5000 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -36,7443                | -30,2557    |
|               | 3,00          | -21,0000 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -24,2443                | -17,7557    |
|               | 4,00          | -10,7500 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -13,9943                | -7,5057     |
|               | 5,00          | -6,1000 <sup>*</sup>  | 1,45188    | ,001 | -9,1779                 | -3,0221     |
| 2,00          | 1,00          | 33,5000 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 30,2557                 | 36,7443     |
|               | 3,00          | 12,5000 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 9,2557                  | 15,7443     |
|               | 4,00          | 22,7500 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 19,5057                 | 25,9943     |
|               | 5,00          | 27,4000 <sup>*</sup>  | 1,45188    | ,000 | 24,3221                 | 30,4779     |
| 3,00          | 1,00          | 21,0000 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 17,7557                 | 24,2443     |
|               | 2,00          | -12,5000 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -15,7443                | -9,2557     |
|               | 4,00          | 10,2500 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 7,0057                  | 13,4943     |
|               | 5,00          | 14,9000 <sup>*</sup>  | 1,45188    | ,000 | 11,8221                 | 17,9779     |
| 4,00          | 1,00          | 10,7500 <sup>*</sup>  | 1,53042    | ,000 | 7,5057                  | 13,9943     |
|               | 2,00          | -22,7500 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -25,9943                | -19,5057    |
|               | 3,00          | -10,2500 <sup>*</sup> | 1,53042    | ,000 | -13,4943                | -7,0057     |
|               | 5,00          | 4,6500 <sup>*</sup>   | 1,45188    | ,006 | 1,5721                  | 7,7279      |
| 5,00          | 1,00          | 6,1000 <sup>*</sup>   | 1,45188    | ,001 | 3,0221                  | 9,1779      |
|               | 2,00          | -27,4000 <sup>*</sup> | 1,45188    | ,000 | -30,4779                | -24,3221    |
|               | 3,00          | -14,9000 <sup>*</sup> | 1,45188    | ,000 | -17,9779                | -11,8221    |
|               | 4,00          | -4,6500 <sup>*</sup>  | 1,45188    | ,006 | -7,7279                 | -1,5721     |

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

**Oneway**

**Descriptives**

|                          | N  | Mean   | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|--------------------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|                          |    |        |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
|                          |    |        |                |            | 0 Mikoriza 0 Nematoda            | 8           |         |         |
| 0 Mikoriza 50 Nematoda   | 8  | 6,2013 | ,19194         | ,06786     | 6,0408                           | 6,3617      | 6,00    | 6,50    |
| 5g Mikoriza 50 Nematoda  | 8  | 6,4675 | ,25872         | ,09147     | 6,2512                           | 6,6838      | 6,01    | 6,80    |
| 10g Mikoriza 50 Nematoda | 8  | 6,7125 | ,15526         | ,05489     | 6,5827                           | 6,8423      | 6,50    | 6,90    |
| 15g Mioriza 50 Nematoda  | 8  | 7,5612 | ,16805         | ,05941     | 7,4208                           | 7,7017      | 7,25    | 7,78    |
| Total                    | 40 | 6,6395 | ,53436         | ,08449     | 6,4686                           | 6,8104      | 6,00    | 7,78    |

**ANOVA**

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 9,796          | 4  | 2,449       | 63,931 | ,000 |
| Within Groups  | 1,341          | 35 | ,038        |        |      |
| Total          | 11,136         | 39 |             |        |      |

**Post Hoc Tests**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: y

LSD

| (I) x | (J) x | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|-------|-------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
|       |       |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
|       |       |                       |            |      |                         |             |

|                          |                          |           |        |      |         |         |
|--------------------------|--------------------------|-----------|--------|------|---------|---------|
| 0 Mikoriza 0 Nematoda    | 0 Mikoriza 50 Nematoda   | ,05375    | ,09786 | ,586 | -,1449  | ,2524   |
|                          | 5g Mikoriza 50 Nematoda  | -,21250*  | ,09786 | ,037 | -,4112  | -,0138  |
|                          | 10g Mikoriza 50 Nematoda | -,45750*  | ,09786 | ,000 | -,6562  | -,2588  |
|                          | 15g Mioriza 50 Nematoda  | -1,30625* | ,09786 | ,000 | -1,5049 | -1,1076 |
| 0 Mikoriza 50 Nematoda   | 0 Mikoriza 0 Nematoda    | -,05375   | ,09786 | ,586 | -,2524  | ,1449   |
|                          | 5g Mikoriza 50 Nematoda  | -,26625*  | ,09786 | ,010 | -,4649  | -,0676  |
|                          | 10g Mikoriza 50 Nematoda | -,51125*  | ,09786 | ,000 | -,7099  | -,3126  |
|                          | 15g Mioriza 50 Nematoda  | -1,36000* | ,09786 | ,000 | -1,5587 | -1,1613 |
| 5g Mikoriza 50 Nematoda  | 0 Mikoriza 0 Nematoda    | ,21250*   | ,09786 | ,037 | ,0138   | ,4112   |
|                          | 0 Mikoriza 50 Nematoda   | ,26625*   | ,09786 | ,010 | ,0676   | ,4649   |
|                          | 10g Mikoriza 50 Nematoda | -,24500*  | ,09786 | ,017 | -,4437  | -,0463  |
|                          | 15g Mioriza 50 Nematoda  | -1,09375* | ,09786 | ,000 | -1,2924 | -,8951  |
| 10g Mikoriza 50 Nematoda | 0 Mikoriza 0 Nematoda    | ,45750*   | ,09786 | ,000 | ,2588   | ,6562   |
|                          | 0 Mikoriza 50 Nematoda   | ,51125*   | ,09786 | ,000 | ,3126   | ,7099   |
|                          | 5g Mikoriza 50 Nematoda  | ,24500*   | ,09786 | ,017 | ,0463   | ,4437   |
|                          | 15g Mioriza 50 Nematoda  | -,84875*  | ,09786 | ,000 | -1,0474 | -,6501  |
| 15g Mioriza 50 Nematoda  | 0 Mikoriza 0 Nematoda    | 1,30625*  | ,09786 | ,000 | 1,1076  | 1,5049  |
|                          | 0 Mikoriza 50 Nematoda   | 1,36000*  | ,09786 | ,000 | 1,1613  | 1,5587  |

|                          |          |        |      |       |        |
|--------------------------|----------|--------|------|-------|--------|
| 5g Mikoriza 50 Nematoda  | 1,09375* | ,09786 | ,000 | ,8951 | 1,2924 |
| 10g Mikoriza 50 Nematoda | ,84875*  | ,09786 | ,000 | ,6501 | 1,0474 |

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

### 1. Persiapan Media Tanam

Melakukan sterilisasi tanah dan pengujian lanas



Memasukkan campuran tanah dan kompos ke polybag



### 2. Pengamatan Mikoriza dengan pewarnaan akar

Meletakkan 1 gr potongan akar ke dalam botol specimen

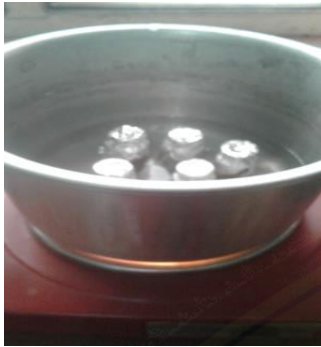


Rendam di dalam Larutan KOH



Memanaskan pada suhu 90°C

Larutan HCl



Larutan HCL 1%

Potongan akar dimasukkan ke dalam cawan petri untuk diwarnai



Pewarna methilen blue

Penyusunan akar pada gelas objek

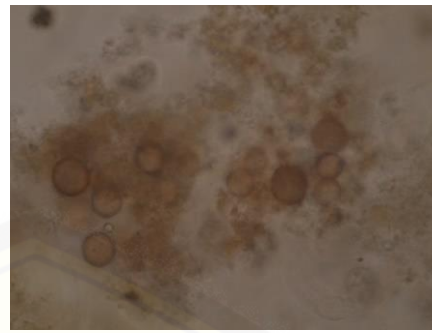


Memanaskan pada suhu 90°C



Pengamatan dibawah mikroskop

Hasil Pengamatan



1. Penyemaian



3. Melakukan sterilisasi tanah dan pengujian lanas

2. Mulai tumbuh bibit



3. Menata Pollybag untuk persiapan tanam



6. Hari ke-1 penanaman

4. Menimbang mikoriza dan mengaplikasikannya pada saat penanaman bibit



Hasil Pengamatan

7. Melakukan pemberian nematoda setelah 7hari tanam, dan setelah perlakuan bibit layu





8. Melakukan teknik pengemburan tanah karena tanah mulai mengeras

9. Bibit kembali segar setelah minggu ke 4

