



**PENGARUH FORMULA *RHIZOBACTERIA* DALAM LIMBAH  
BLOTONG TERHADAP POPULASI *Pratylenchus coffeae* DAN  
PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI *LEAFLET***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**Ervan Prasetyo**  
**NIM 120210103084**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PENGARUH FORMULA *RHIZOBACTERIA* DALAM LIMBAH  
BLOTONG TERHADAP POPULASI *Pratylenchus coffeae* DAN  
PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI *LEAFLET***

**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**Ervan Prasetyo**  
**NIM 120210103084**

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

## PERSEMBAHAN

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

1. Orang tua tercinta Ayahanda Sukarnan dan Ibunda Sri Sunarsih yang selalu sabar dan tiada lelah mendukung setiap langkah saya, memberikan kasih sayang, do'a, nasihat, semangat, dan motivasi baik moril dan materiil. Terima kasih yang tiada batas atas semua pengorbanan yang telah tcurahkan, semoga Allah SWT selalu memberikan barokah-Nya kepada kita;
2. Kakak tercinta Eko Wahyudi yang telah memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Dosen pembimbing skripsi yang senantiasa membimbing dan membantu terselesaikannya skripsi ini, Dr. Iis Nur Asyiah S.P., M.P. dan Dwi Suci Rahayu, S.P., M.P.;
4. Bapak dan Ibu guru dari TK hingga Perguruan Tinggi yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat dan bimbingan dengan sepenuh hati;
5. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang tercinta dan selalu saya banggakan.

**MOTTO**

*“Pengetahuan ialah teman saya, nan ada denganku kemanapun saya pergi.*

*Hatiku ialah wadah, bukan rak buku”*

(Ali bin Abi Thalib ra.)

*“Tuntutlah ilmu disaat kamu miskin, ia akan menjadi hartamu,*

*disaat kamu kaya, ia akan menjadi perhiasanmu”*

(Luqman Al-Hakim)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ervan Prasetyo

NIM : 120210103084

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 30 Juli 2019

Yang menyatakan,

**Ervan Prasetyo**  
NIM. 120210103084

**SKRIPSI**

**PENGARUH FORMULA *RHIZOBACTERIA* DALAM LIMBAH  
BLOTONG TERHADAP POPULASI *Pratylenchus coffeae* DAN  
PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI *LEAFLET***

Oleh:

Ervan Prasetyo

NIM. 120210103084

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Suci Rahayu, S.P., M.P.

**PERSETUJUAN**

**PENGARUH FORMULA *RHIZOBACTERIA* DALAM LIMBAH  
BLOTONG TERHADAP POPULASI *Pratylenchus coffeae* DAN  
PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)  
SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**Nama Mahasiswa** : Ervan Prasetyo  
**NIM** : 120210103084  
**Jurusan** : Pendidikan MIPA  
**Program Studi** : Pendidikan Biologi  
**Angkatan Tahun** : 2012  
**Daerah Asal** : Jember  
**Tempat, Tanggal Lahir** : Jember, 5 April 1993

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

**Dwi Suci Rahayu, S.P., M.P.**

**PENGESAHAN**

Skripsi Berjudul “Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 19 Juli 2016  
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

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

**Dwi Suci Rahayu, S.P., M.P.**

Penguji Utama

Penguji Anggota

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

**Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd.**  
NIP. 19790503 2006040 2 001

Mengesahkan,  
Dekan FKIP Universitas Jember

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



## RINGKASAN

Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*; Ervan Prasetyo; 120210103084; 2019; 151 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Rizosfer tumbuhan merupakan habitat berbagai spesies bakteri yang secara umum dikenal sebagai *rhizobacteria*. Kemampuan *rhizobacteria* untuk memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, memproduksi senyawa siderofor dan hidrogen sianida (HCN), enzim kitinase, protease, dan selulase berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan sebagai agen antagonis terhadap patogen tanaman. Isolat *rhizobacteria* seperti *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, dan *Sternothrophomonas* sp. diketahui mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap organisme pengganggu. Produk pertanian seringkali mengalami penurunan kuantitas maupun kualitas hasil yang menyebabkan kurangnya daya saing di pasaran. Hal ini bisa disebabkan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada produk tanaman dan adanya residu pestisida. Masalah OPT tidak timbul begitu saja dan sifatnya tidak langsung mendadak. Ledakan OPT terjadi karena kombinasi antara faktor tanaman, OPT itu sendiri, dan lingkungan yang saling mendukung.

Nematoda merupakan salah satu jenis OPT penting terutama di negara tropis termasuk Indonesia. Kerusakan tanaman karena nematoda parasit kurang disadari baik oleh para petani maupun para petugas yang bekerja di bidang pertanian di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh ukuran nematoda yang sangat kecil dan gejala utama serangan nematoda terdapat di dalam tanah. Salah satu tanaman yang sering diserang nematoda adalah kopi, baik jenis Robusta maupun Arabika. Terdapat dua jenis nematoda penting yang menyerang tanaman kopi khususnya kopi jenis Arabika yaitu nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis*. Hingga saat ini belum ada cara pengendalian yang ekonomis untuk tanaman kopi yang sudah terserang. Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkannya maka pengendalian *P. coffeae* mutlak diperlukan. Pengendalian *P. coffeae* di Indonesia saat ini, masih cenderung menggunakan nematisida kimia. Adanya kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan nematisida kimia menuntut adanya pengendalian *P. coffeae* secara biologis. Pengendalian biologis ini bertujuan menjadi pengendalian yang ramah lingkungan dan berdampak terhadap kualitas kopi yang sesuai dengan tuntutan konsumen seperti keamanan pangan, pelestarian lingkungan serta peningkatan kesejahteraan petani dan nilai sosial lainnya yang sesuai dengan ideologi *Green Economy*. Salah satunya adalah dengan menggunakan agen hayati berupa formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong yang mampu menurunkan jumlah populasi nematoda *P. coffeae*, dimana *rhizobacteria*

yang digunakan adalah *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* yang telah terbukti sebagai agen antagonus terhadap patogen tanaman serta mampu meningkatkan kesuburan tanaman. Blotong yang menjadi medium pembawa rhizobacteria juga telah teruji mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk tanaman sehingga tanaman dapat menjadi lebih subur.

Penelitian ini dilakukan di Green House Istana Tidar, Kaliurang. Tahap persiapan pembibitan tanaman kopi dan persiapan nematoda dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Tanaman dan Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Sedangkan tahap persiapan Bakteri di sub Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Penelitian ini merupakan percobaan dengan jenis percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 7 perlakuan, 5 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 2 tanaman bibit Kopi Arabika. Aplikasi dilakukan setelah usia bibit 2 minggu setelah *transplanting* atau penanaman di dalam pot. Perlakuannya sebagai berikut: A = Tanpa nematoda, B = Nematoda saja, C = Nematoda dan 20 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^8$ ). D = Nematoda dan 30 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^8$ ). E = Nematoda dan 20 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^9$ ). F = Nematoda dan 30 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^9$ ). G = 5 g karbofuran.

Pengamatan dilakukan selama 12 minggu dan pengukuran parameter dilakukan setiap 4 minggu, kemudian pada akhir pengamatan dilakukan panen bibit kopi untuk dilakukan pengukuran berat basah, berat kering, skor kerusakan akar, serta ekstraksi nematoda untuk menghitung populasi nematoda.

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

Kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan adalah perlakuan formula rhizobacteria dalam limbah blotong berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan populasi nematodaparasit *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika serta leaflet mengenai formula MHB (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) cair dan *Glomus* spp. yang menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika layak digunakan sebagai suatumedia informasi kepada masyarakat terutama petani kopi.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*”. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian dengan judul Optimalisasi Peranan Mikoriza Dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* (>80%) dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah pada Tanaman Kopi dengan Penambahan *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) dan *Phospate Sulubilizing Bacteria* (BPF) yang didanai oleh hibah KKP3N dektan 2015, dan diketuai oleh Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas 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 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Dr. Iis Nur Asyiah S.P., M.P. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
4. Sulifah Apriliya H. S.Pd., M.Pd., dan Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
5. Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP., selaku Dosen Pembimbing Utama dan selaku pemberi dana penelitian melalui proyek penelitian yang didanai oleh KKP3N Litbang Dektan tahun 2015
6. Dwi Suci Rahayu, S.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang senantiasa membimbing dan membantu terselesaikannya skripsi ini;
7. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. dan Siti Murdiah, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan skripsi ini;
8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, atas semua bimbingan dan ilmu yang diberikan;

9. Keluarga Besar Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Ir. Slamet Haryono dan Bapak Rosidi selaku Teknisi Laboratorium Nematologi;
10. Teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi, Mas Tamyis, dan Mbak “Evie” Mahbubatur Rohmah dkk. serta teknisi Laboratorium Biomedik Farmasi;
11. Keluarga besarku yang selalu memberi semangat, do’a, dan dukungan baik moral maupun materi;
12. Teman-teman Proyek Penelitian Bu Iis “Team *P. coffeae*” (Likha, Rotul, Ellena, Danti, Rizka, Wulan, Luthfia, Yenny, Winda, Gepsi Intan, Siska, Elok) yang selalu memberikan bantuan, motivasi, dan semangat;
13. Teman-teman Angkatan 2012 Program Studi Pendidikan Biologi, Segenap Pengurus Himpunan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi “lumba-lumba” dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan periode 2015 dan Forum “Majelis 21” yang telah memberikan motivasi dan semangat serta kenangan yang tak terlupakan;
14. Sahabat dan keluarga tersayang Siti Fanny Maria Ulfa “Mbak Pan”, Nofi Lisviana “Tomo”, Mar’atus Solikhah “Jhon”, Latif Al Asy’ari “Sulatip”, Riski Cahya Hanggitasari” Kikik”, Ardiansyah Dharmawan Putra, Faizah Firdaus, Aditya Tanjung Yulitasari, Devi Alvionita, Ken Izmi Sasmi Afrik Rojanna, Lidiya Praktika Rosa, Dian Ineke Damayanti, Nurul Hidayah, Sabrina Trie Hapsari, Naning Tyas Anggraini, Lenny Agestiningtyas, Ayu Rheina Firdauzi, Dita Paramytha Agustin, Siti Rosida, Fiqih Ramadhan, yang sudah memberikan semangat, do’a dan bantuan untuk menyelesaikan skripsi ini;
15. Tim Double Helix Studio terbaik Anna Ryshofa A’yuni, Novianti Fadillah, Purwoyudo Hadi Novyanto, Irma Suryaningsih, Unike Indiasmita, Ratih Tria Monica, Ayu Vanisha, Muhammad Umar Malik, Muhammad Hilmi Siswanto yang selalu membantu dan mendampingi menyelesaikan skripsi ini.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

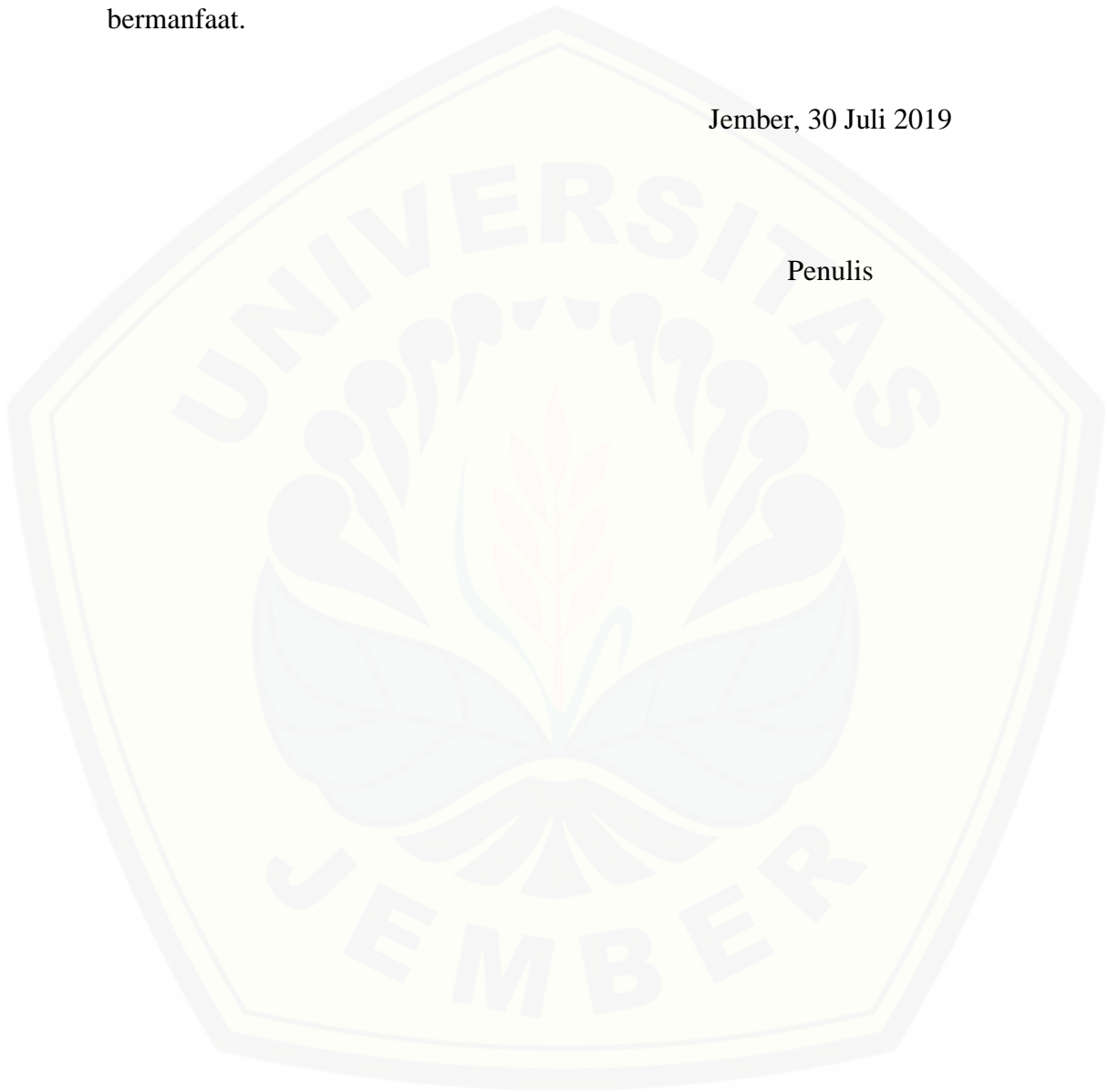
Semoga semua do’a, bimbingan, wawasan, pengarahan, nasihat, pengalaman, bantuan dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Akhir kata besar harapan penulis semoga dengan

adanya skripsi ini dapat memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya

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

Jember, 30 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xx
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
<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>4</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>5</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 <i>Rhizobacteria</i> dan Peranannya .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 <i>Rhizobacteria</i> sebagai Agen Hayati .....	6
<b>2.2 <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas diminuta</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Kopi Arabika</b> <b>(<i>Coffea arabica</i> L.) .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Tanaman Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Sistematika Kopi Arabika .....	16

2.5.2 Morfologi Tanaman Kopi Arabika ( <i>Coffea arabica</i> L.)	16
<b>2.6 Pengendalian Nematoda Parasit</b>	19
<b>2.7 Leaflet</b>	20
<b>2.8 Kerangka Berpikir</b>	22
<b>2.9 Hipotesis Penelitian</b>	23
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Jenis Penelitian</b>	24
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b>	24
3.2.1 Tempat Penelitian	24
3.2.2 Waktu Penelitian	24
<b>3.3 Variabel Penelitian</b>	24
3.3.1 Variabel Bebas	24
3.3.2 Variabel Terikat	25
3.3.3 Variabel Kontrol atau Variabel Kendali	25
<b>3.4 Definisi Operasional</b>	26
<b>3.5 Desain Penelitian</b>	26
<b>3.6 Populasi dan Sampel Penelitian</b>	27
3.6.1 Populasi Penelitian	27
3.6.2 Sampel Penelitian	27
<b>3.7 Alat dan Bahan Penelitian</b>	27
3.7.1 Alat Penelitian	27
3.7.2 Bahan Penelitian	27
<b>3.8 Prosedur Penelitian</b>	27
3.8.1 Persiapan Alat dan Bahan	28
3.8.2 Persiapan Media Tanam	28
3.8.3 Persiapan Penanaman Bibit Kopi Arabika	28
3.8.4 Persiapan Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	29
3.8.5 Identifikasi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	30
3.8.6 Perhitungan Populasi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	30
3.8.7 Tahap Pengenceran Bakteri dan Formulasi Bakteri dengan CFU	30

3.8.8 Tahap Formulasi Padat Bakteri .....	31
3.8.9 Tahap Aplikasi pada Bibit Kopi Arabika .....	31
3.8.10 Pemeliharaan Tanaman Kopi .....	32
<b>3.9 Parameter Penelitian .....</b>	<b>32</b>
3.9.1 Tinggi Bibit (cm) .....	32
3.9.2 Jumlah Daun (buah) .....	32
3.9.3 Berat Basah Tajuk (g) .....	33
3.9.4 Berat kering tajuk (g) .....	33
3.9.5 Jumlah Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> .....	33
3.9.6 Skor kerusakan Akar .....	34
3.9.7 Penyusunan <i>Leaflet</i> .....	34
3.9.8 Uji <i>Leaflet</i> .....	35
<b>3.10 Analisis Data .....</b>	<b>36</b>
3.10.1 Analisis Data Penelitian .....	36
3.10.2 Analisis Validasi <i>Leaflet</i> .....	37
3.11 Alur Penelitian .....	38
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>

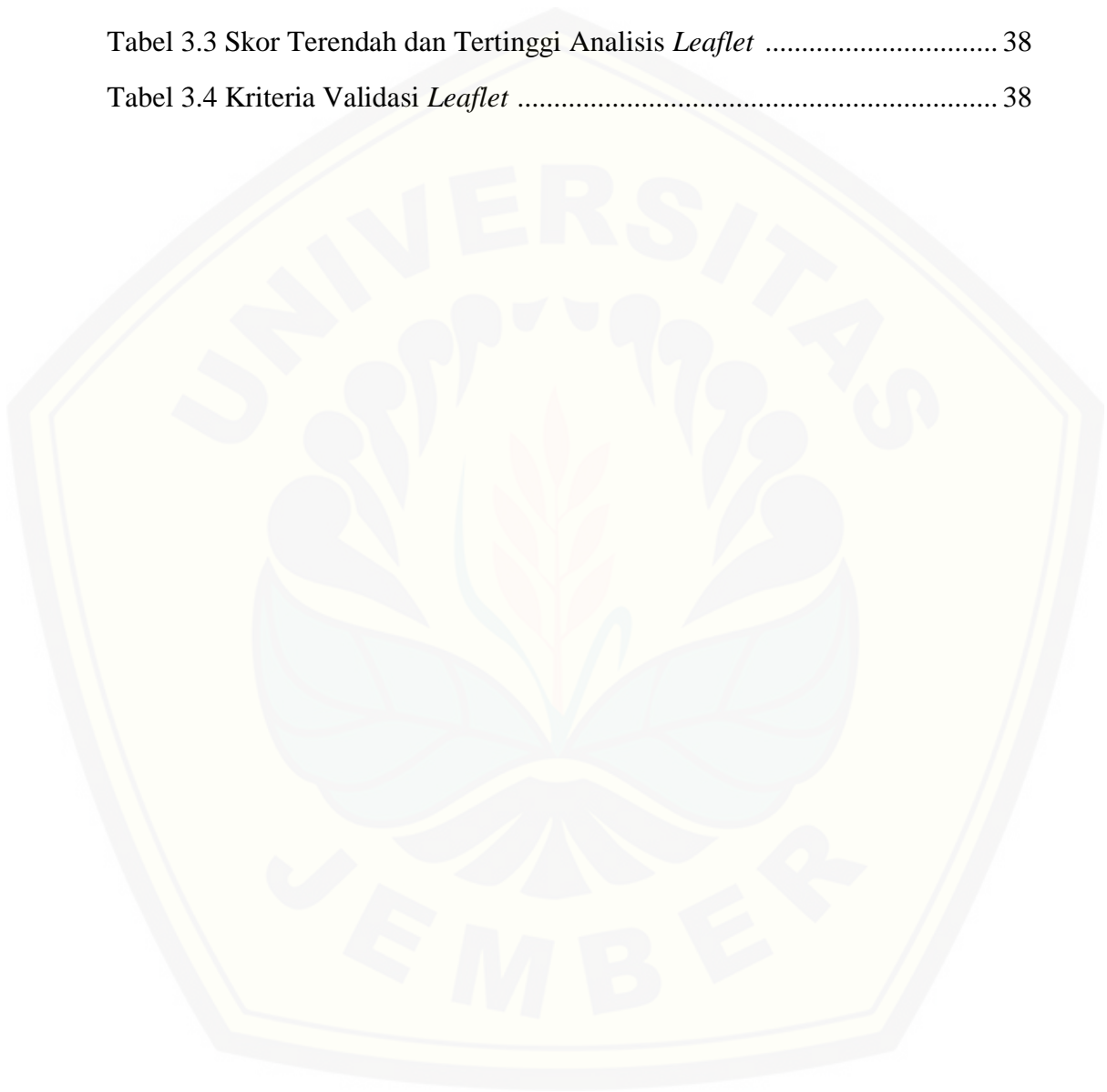


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Bagian-bagaian morfologi <i>P. coffeae</i> .....	13
Gambar 2.2 Bagian-bagian tubuh <i>P. coffeae</i> .....	14
Gambar 2.3 Tipe stylet dan knoob <i>P. coffeae</i> .....	14
Gambar 2.4 Perawakan tanaman kopi akibat serangan nematoda <i>P.coffeae</i> ..	14
Gambar 2.5 Tanaman kopi Arabika .....	19
Gambar 2.6 Bagan Kerangka Berpikir .....	22
Gambar 3.1 Skema penempatan aplikasi <i>P. coffeae</i> dan Formula Padat pada tanaman kopi Arabika .....	32
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian .....	39

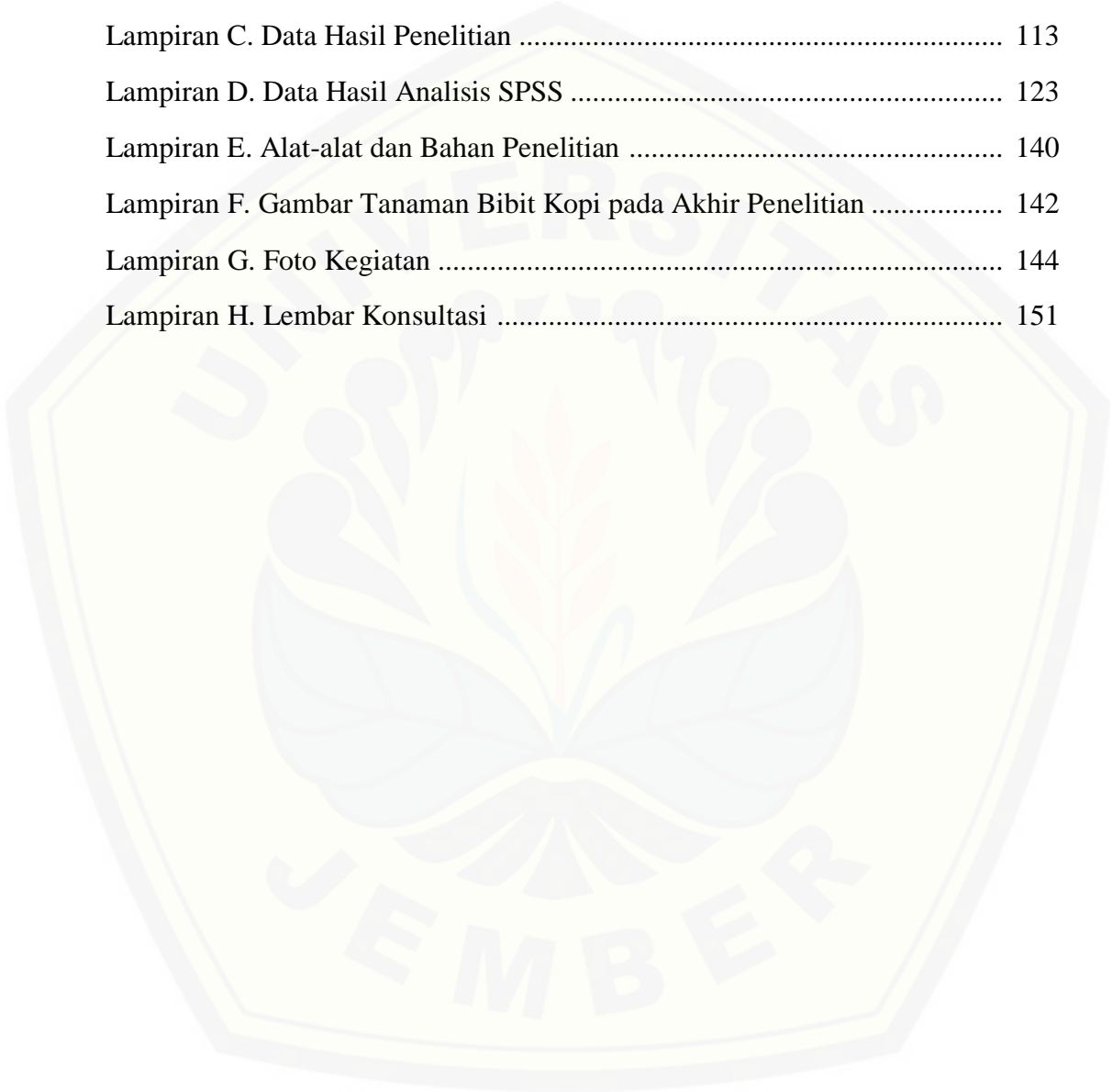
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 3.1 Validator penilai <i>leaflet</i> .....	36
Tabel 3.2 Tabel Analisis ANOVA .....	37
Tabel 3.3 Skor Terendah dan Tertinggi Analisis <i>Leaflet</i> .....	38
Tabel 3.4 Kriteria Validasi <i>Leaflet</i> .....	38



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Matrik Penelitian .....	111
Lampiran B. Desain Tata Letak Unit Percobaan .....	112
Lampiran C. Data Hasil Penelitian .....	113
Lampiran D. Data Hasil Analisis SPSS .....	123
Lampiran E. Alat-alat dan Bahan Penelitian .....	140
Lampiran F. Gambar Tanaman Bibit Kopi pada Akhir Penelitian .....	142
Lampiran G. Foto Kegiatan .....	144
Lampiran H. Lembar Konsultasi .....	151



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rizosfer tumbuhan merupakan habitat berbagai spesies bakteri yang secara umum dikenal sebagai *rhizobacteria*. Kemampuan untuk memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, memproduksi senyawa siderofor dan hidrogen sianida (HCN), enzim kitinase, protease, dan selulase merupakan karakteristik *rhizobacteria* yang diinginkan (Zhang, 2004). Isolat *rhizobacteria* dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dan sebagai agen antagonis terhadap patogen tanaman (Timmusk, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian mengenai isolat *rhizobacteria* seperti *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, dan *Sternothrophomonas* sp. diketahui mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap organisme pengganggu dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil bawang merah (Ernita *et al.*, 2010). Ketahanan tanaman ini dipicu oleh agen stimulan berupa *rhizobacteria*. Ketahanan tumbuhan dapat berkurang ketika diinfeksi oleh patogen yang bersifat virulen, karena patogen mampu mengatasi reaksi ketahanan tanaman (Widodo *et al.*, 2006). Produk pertanian seringkali mengalami penurunan kuantitas maupun kualitas hasil yang menyebabkan kurangnya daya saing di pasaran. Hal ini bisa disebabkan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada produk tanaman dan adanya residu pestisida. Masalah OPT tidak timbul begitu saja dan sifatnya tidak langsung mendadak. Ledakan OPT terjadi karena kombinasi antara faktor tanaman, OPT itu sendiri, dan lingkungan yang saling mendukung.

Nematoda merupakan salah satu jenis organisme pengganggu tumbuhan (OPT) penting terutama di negara tropis termasuk Indonesia. Kerusakan tanaman karena nematoda parasit kurang disadari baik oleh para petani maupun para petugas yang bekerja di bidang pertanian di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh ukuran nematoda yang sangat kecil dan gejala utama serangan nematoda terdapat di dalam tanah. Gejala akibat serangan nematoda berupa pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun kuning

klorosis dan akhirnya tanaman mati. Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau OPT lainnya seperti jamur, bakteri dan virus. Akibat serangan nematoda dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi produktivitas, dan kualitas produksi.

Berdasarkan penelitian Wiryadiputra (1998) salah satu tanaman yang sering diserang nematoda adalah kopi, baik jenis Robusta maupun Arabika. Terdapat dua jenis nematoda penting yang menyerang tanaman kopi khususnya kopi jenis Arabika yaitu nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis*. Hingga saat ini belum ada cara pengendalian yang ekonomis untuk tanaman kopi yang sudah terserang (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008).

Sejauh ini, *P. coffeae* adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Hal ini disebabkan nematoda tersebut ditemukan hampir di semua provinsi penghasil kopi, pada ketinggian antara nol sampai lebih dari 1.000 mdpl. Menurut Wiryadiputra (1995), di perkebunan kopi Robusta kerugian hasil yang disebabkan oleh *P. coffeae* dapat mencapai 78%, dengan rata-rata sekitar 57%. Di perkebunan kopi Arabika, *P. coffeae* menyebabkan kerugian total karena tanaman kopi dapat mati pada usia dua tahun. *P. coffeae* mampu menginfeksi akar tanaman inang pada fase juvenil dan dewasa. Kumar (1982) melaporkan bahwa akar kopi Arabika lebih mudah ditembus oleh *P. coffeae* dibandingkan dengan kopi Robusta. Sekitar 10% dari nematoda efektif menembus akar dalam waktu empat sampai lima hari inokulasi, sementara hanya 3% dari nematoda menembus akar Robusta dalam waktu enam sampai delapan hari inokulasi.

Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkannya maka pengendalian *P. coffeae* mutlak diperlukan. Pengendalian *P. coffeae* di Indonesia saat ini, masih cenderung menggunakan nematisida kimia. Adanya kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan nematisida kimia menuntut adanya pengendalian *P. coffeae* secara biologis. Pengendalian biologis ini bertujuan menjadi pengendalian yang ramah lingkungan dan berdampak terhadap kualitas kopi yang sesuai dengan tuntutan konsumen seperti keamanan pangan, pelestarian lingkungan serta

peningkatan kesejahteraan petani dan nilai sosial lainnya yang sesuai dengan ideologi *Green Economy*.

Banyak hasil penelitian yang membuktikan bahwa *rhizobacteria* berpotensi sebagai agen hayati dalam pengendalian biologis. Salah satunya adalah penelitian Asyiah (2015) yang membuktikan bahwa isolat *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi sekaligus mampu mengendalikan populasi nematoda parasit *P. coffeae* dengan baik. Bahkan kemampuan mengendalikan populasi nematoda *P. coffeae* mendekati nematisida karbofuran. *B. subtilis* pada kepadatan  $10^8$  cfu per bibit mampu menekan populasi *P. coffeae* dalam akar bibit kopi sampai 71,3%, sedangkan perlakuan *P. diminuta* dosis  $2 \cdot 10^8$  cfu/ bibit mampu menekan populasi nematoda *P. coffeae* sebesar 64,2%.

Adanya potensi besar dari *rhizobacteria* yakni *P. diminuta* dan *B. subtilis* dalam bentuk isolat masih perlu dikembangkan dalam bentuk yang aplikatif. Aplikasi *P. diminuta* dan *B. subtilis* bisa dalam bentuk formula padat sehingga petani dapat mengaplikasikannya pada saat pemupukan. Untuk proses pengaplikasian isolat tersebut tentu dibutuhkan informasi mengenai dosis yang tepat dan aman bagi tanaman kopi sehingga selain dapat mengendalikan nematoda juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi. Dosis yang tepat tentu saja akan memaksimalkan kerja metabolit sekunder dari isolat *rhizobacteria* sehingga efektif dalam mengendalikan nematode dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi.

Pengetahuan tentang pengaruh formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong terhadap populasi nematoda, khususnya *P. coffeae* perlu disebarluaskan kepada masyarakat luas khususnya para petani kopi. Kurangnya minat membaca dan keterbatasan waktu untuk mengakses informasi tersebut, maka diperlukan sumber informasi yang menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat salah satunya dalam bentuk *leaflet*.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka, akan dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap

Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

- a. Adakah pengaruh formula rhizobacteria dalam limbah blotong terhadap penurunan populasi *P. coffeae* dan peningkatan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
- b. Berapakah dosis formula padat rhizobacteria yang terbaik dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
- c. Apakah *leaflet* yang disusun berdasarkan data hasil uji formula rhizobacteria dalam limbah blotong terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (*C. arabica* L.) layak untuk digunakan.

### 1.3 Batasan Masalah

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

- a. Tanaman kopi yang digunakan adalah bibit kopi Arabika varietas komposit yang berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Jember.
- b. Isolat hizobacteria yang digunakan yaitu *P. diminuta* dan *B. subtilis* dengan perbandingan 2:3 berasal dari koleksi pribadi Dr. Iis Nur Asyiah, SP., MP.
- c. Bahan pembawa formula padat yang digunakan adalah blotong.
- d. *Leaflet* dikembangkan dengan menggunakan *Four-D model* (sampai pada *Develop*) hingga tahapan validasi ahli.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, diantaranya sebagai berikut:

- a. Menguji kemampuan formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong untuk menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
- b. Mengetahui dosis bahan aktif pada formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong yang terbaik dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
- c. Mengetahui *leaflet* yang disusun dari data hasil uji formula padat *rhizobacteria* dalam limbah blotong terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (*C. arabica* L.) layak dikembangkan atau tidak.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi Lembaga

Menambah pengetahuan baru dalam mengendalikan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan kopi Arabika dengan menggunakan agen hayati berupa formula padat *rhizobacteria P. diminuta* dan *B. subtilis* dengan bahan pembawa berupa blotong.

- b. Bagi Masyarakat

Menambah informasi mengenai teknik pengendalian nematoda parasit pada kopi dengan menggunakan agen hayati yang ramah lingkungan, selain menggunakan pestisida sintetik khususnya bagi petani kopi.

- c. Bagi Peneliti

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



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Rhizobacteria* dan Peranannya

*Rhizobacteria* adalah kelompok bakteri yang mengkolonisasi perakaran dan mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Sejumlah spesies *rhizobacteria* yang berada di perakaran, terutama *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. telah dilaporkan dari berbagai penelitian, mempunyai kemampuan agen pengendali hayati (APH), sekaligus dapat berperan sebagai pupuk hayati dan penghasil fitohormon untuk menstimulasi pertumbuhan (Phukan *et al.*, 2012; Viveros *et al.*, 2010). Beberapa strain *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. dapat memfiksasi nitrogen (Das *et al.*, 2013), melarutkan P terikat menjadi tersedia bagi tanaman (Vessey, 2003), menginduksikan ketahanan tanaman, memproduksi senyawa antibiotik dan mengendalikan patogen tanah (Meynet *et al.*, 2011; Ertruk *et al.*, 2010), serta bioremediasi pada lahan-lahan yang mengandung logam berat (Akhtar *et al.*, 2012).

#### 2.1.1 *Rhizobacteria* sebagai Agen Hayati

Grup *rhizobacteria* berpotensi sebagai agen pengendali hayati (APH) karena kemampuannya menghasilkan metabolik sekunder seperti siderofor, antibiotik, hidrogen sianida, enzim ekstraseluler serta menginduksi ketahanan tanaman dan kompetisi makanan (Akhtar *et al.*, 2012; Beneduzi *et al.*, 2012). Beberapa isolat *rhizobacteria* *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. dapat mengendalikan serangga, hama, nematoda parasit dan virus tanaman (Ramamoorthy *et al.*, 2011). Kemampuan beberapa isolat *rhizobacteria* sebagai APH dapat berspektrum luas terhadap beberapa patogen penyakit baik pada tanaman yang sama maupun tanaman yang berbeda (Kloeper *et al.*, 2007; Thanh *et al.*, 2009).

*Pseudomonas fluorescens* strain Pf1 dilaporkan dapat menginduksi ketahanan terhadap beberapa patogen antara lain *R. solani*, *Collectotrichum falcatum* pada tanaman tebu dan *Phytophthora blight* pada tanaman tomat (Ramamoorthy *et al.*, 2001). Alström (1991) menyebutkan aplikasi *P. fluorescens* strain S97 pada benih kacang telah menimbulkan ketahanan terhadap serangan penyakit hawar disebabkan *Pseudomonas syringae* *pv.* *phaseolicola*. Maurhofer *et al.*, (1994) mengatakan *P. fluorescens* strain CHAO menyebabkan ketahanan pada tumbuhan tembakau terhadap serangan virus nekrotik tembakau.

### 2.1.2 *Rhizobacteria* sebagai PGPR

*Rhizobacteria* pemacu pertumbuhan tanaman atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) adalah kelompok bakteri menguntungkan yang agresif menduduki (mengkolonisasi) rizosfer (lapisan tanah tipis dengan ketebalan 1-2 mm di sekitar zona perakaran) (Husein *et al.* 2007), berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Podile & Kishore 2006), perlindungan hasil panen, meningkatkan kesuburan lahan, sebagai tambahan bagi kompos serta mempercepat proses pengomposan (Wahyudi, 2009). Secara langsung, PGPR merangsang pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon pertumbuhan, kelarutan fosfat anorganik (Podile & Kishore 2006) dan meningkatkan asupan nutrisi (Wahyudi 2009). Pertumbuhan tanaman ditingkatkan secara tidak langsung karena PGPR menghasilkan senyawa anti mikroba yang menekan pertumbuhan populasi patogen penyebab penyakit tumbuhan dan mikroorganisme lain yang dapat merusak lingkungan rizosfer (Wahyudi 2009; Podile & Kishore, 2006). Strain PGPR yang telah dikenal secara luas yaitu *Pseudomonas* sp dan *Bacillus* sp. (Wahyudi, 2009).

PGPR saat ini semakin banyak dikembangkan, terutama dalam upaya peningkatan produksi pangan dan perbaikan kualitas lingkungan hidup. Penggunaan PGPR untuk pengurangan input kimia pertanian telah menjadi isu penting. *Rhizobacteria* telah banyak diaplikasikan pada banyak tanaman karena dapat meningkatkan pertumbuhan, daya tumbuh benih di lapang, dan meningkatkan

produksi tanaman. Beberapa rhizobacteria telah diperdagangkan (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009; Herman *et al.*, 2008; Minorsky, 2008).

Beberapa karakter penting *rhizobacteria* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah menghasilkan hormon tumbuh seperti IAA (Karnwal, 2009), giberelin (Joo *et al.*, 2005), memfiksasi N (Park *et al.*, 2005; Hafeez *et al.*, 2006), dan melarutkan P (Faccini *et al.*, 2004; Mehrvraz & Chaichi, 2008). Khusus pada kemampuan melarutkan P, *rhizobacteria* seperti *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. dapat mengeluarkan asam- asam organik seperti asam formiat, asetat, dan laktat yang bersifat dapat melarutkan bentuk-bentuk fosfat yang sukar larut tersebut sehingga menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Rao, 2007). Dua kelompok bakteri yang dilaporkan dan banyak dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati adalah kelompok *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp.

## **2.2 *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta***

*B. subtilis* merupakan salah satu bakteri yang dapat membentuk endospora pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi dirinya. Spora yang terbentuk merupakan struktur bertahan dari *B. subtilis*. Spora ini dapat bertahan dalam waktu yang lama, hingga mencapai puluhan tahun. Namun kemampuan bertahan spora *B. subtilis* dipengaruhi oleh jenis media atau bahan yang digunakan untuk penyimpanan. Koloni dari *B. subtilis* berbentuk tidak beraturan dengan pinggir bergerigi (Sulistiani, 2009). Bakteri *B. subtilis* adalah jenis bakteri yang umum ditemukan di tanah, air, udara dan materi tumbuhan yang terdekomposisi. Termasuk kelompok bakteri gram positif, aerobik, mampu membentuk endospora. *B. subtilis* memiliki kemampuan memproduksi antibiotik dalam bentuk lipopeptida, salah satunya adalah iturin. Iturin membantu *B. subtilis* berkompetisi dengan mikroorganisme lain dengan cara membunuh mikroorganisme lain atau menurunkan tingkat pertumbuhannya. Iturin juga memiliki aktivitas fungisida terhadap patogen. Serta menghasilkan subtilin sebagai antibiotik yang digunakan untuk menekan populasi bakteri patogen.

Pada beberapa penelitian ditemukan bahwa penambahan *B. subtilis* di perairan dapat meningkatkan kualitas perairan dengan mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> perairan. Penggunaan *B. subtilis* pada tambak udang menunjukkan bahwa *B. subtilis* mampu meningkatkan kesintasan larva udang windu dan mencegah dari penyakit vibriosis akibat *Vibrio harveyi*. Selain itu *B. subtilis* secara alami bersimbiosis pada saluran pencernaan udang windu. *B. subtilis* memerlukan kondisi optimum untuk tumbuh. Penggunaan *B. subtilis* sebagai agen hayati sudah banyak dilakukan. Hal ini dikarenakan kelompok bakteri ini menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat menekan patogen (Backman *et al.*, 1994).

#### Klasifikasi *Bacillus subtilis*

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

*P. diminuta* merupakan bakteri gram negatif yang sudah terbukti mampu menurunkan populasi nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) pada tanaman kentang (Asyiah *et al.*, 2010). Selain itu *P. diminuta* juga termasuk PGPR karena menghasilkan giberelin dan sitokinin (Asyiah *et al.*, 2010). Serfoji *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa *Bacillus coagulans* bersama dengan *Glomus aggregatum* mampu mereduksi nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*).

#### Klasifikasi *Pseudomonas diminuta*

Kingdom : Bacteria  
Filum : Proteobacteria  
Kelas : Gamma Proteobacteria  
Ordo : Pseudomonadales  
Famili : Pseudomonadaceae  
Genus : Pseudomonas  
Spesies : *Pseudomonas diminuta* (ITIS, 2015)

Inokulasi formula *rhizobacteria* dalam mengendalikan nematoda parasit memberikan hasil yang baik. Hal ini dikarenakan bakteri dalam formula *rhizobacteria* dapat meningkatkan hormon-hormon pertumbuhan tanaman (fitohormon) sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara optimal. Mikroba-mikroba yang berada dalam rizosfer akar akan membangun interaksi diantara sesamanya dan juga membentuk interaksi antara mikroba dengan tanaman sehingga membentuk suatu hubungan mikroba-mikroba dengan tanaman. Interaksi mikroba-tanaman yang menguntungkan dalam zona rizosfer tersebut akan menentukan kesehatan tanaman dan kesuburan tanah (Tojlander, 2006).

Berdasarkan penelitian Asyiah (2015) isolat *P. diminuta* dan *B. subtilis* masih perlu diformulasikan untuk mendapatkan dosis yang tepat untuk mengendalikan populasi nematoda dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi, Isolat *P. diminuta* dan *B. subtilis* dapat pula dikombinasikan menggunakan bahan pembawa berbentuk padat seperti pupuk kompos, kotoran hewan dan berbagai bahan organik lainnya. Salah satu bahan yang paling baik adalah limbah tebu yang disebut blotong. Blotong atau “*filter press mud*” sebagai salah satu sampingan limbah pabrik gula yang dapat dijadikan bahan pupuk organik bagi tanaman. Sebagian besar blotong ini terdiri dari serta-serat tebu yang merupakan senyawa C-organik. Baon (1994), menyatakan bahwa kandungan hara-hara tertentu di dalam blotong ternyata cukup tinggi dan menempatkan blotong lebih unggul daripada organik lainnya, sebab selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga dapat sebagai sumber hara yang dapat menguntungkan tanaman. Blotong dapat menyumbangkan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg serta unsur hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, Mo, dan B ke dalam tanah.

### **2.3 Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Kopi Arabica (*Coffea arabica* L.)**

Banyak tanaman kopi yang terserang oleh beberapa organisme pengganggu tanaman (OPT). OPT pada kopi yang paling berbahaya sejauh ini ada 3. Pertama yakni *Hemelia vastatrix* yang dapat menyerang dipembibitan sampai tanaman dewasa menyebabkan penyakit karat pada daun kopi. Gejala tanaman terserang, daun yang sakit timbul bercak kuning kemudian berubah menjadi coklat.

Permukaan bercak pada sisi bawah daun terdapat uredospora seperti tepung berwarna jingga. Selanjutnya yakni jamur *C. coffeicola* yang dapat muncul di pembibitan sampai tanaman dewasa serta menyerang buah kopi. Gejala serangannya yakni pohon tampak kekuningan, daunnya gugur akhirnya pohon menjadi gundul. Daun yang sakit timbul bercak berwarna kuning yang tepinya dikelilingi halo (lingkaran) berwarna kuning. Buah yang terserang timbul bercak berwarna coklat, biasanya pada sisi yang lebih banyak menerima cahaya matahari. Bercak ini membusuk dan dapat sampai ke biji sehingga menurunkan kualitas. Yang ketiga yakni nematoda *P. coffeae* dan *R. similis* yang menyebabkan kerusakan pada akar dan dapat menimbulkan kematian pada tanaman kopi.

*P. coffeae* dan *R. similis* adalah jenis nematoda endoparasit yang berpindah-pindah. Daur hidup *P. coffeae* sekitar 45 hari dan *R. similis* 1 bulan. Nematoda parasit dapat menyebar dari satu tempat ke tempat lain melalui aliran air atau tanah yang terbawa pada alat-alat pertanian dan pekerja kebun (Departemen Pertanian, 2002). Gejala Serangan *R. similis* dan *P. coffeae* cukup sulit dibedakan, namun serangan *R. similis* lebih lambat terjadi daripada *P. coffeae* sehingga masih bisa dilakukan upaya pencegahan. Serangan *P. coffeae* lebih berbahaya karena dapat menyebabkan akar tanaman kopi habis dan tentu menyebabkan kematian pada tanaman kopi tersebut (Campos *et al.*, 1990).

#### 2.4 Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Kedudukan nematoda parasit *P. coffeae* dalam sistematika (taksonomi) hewan diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Nematoda
Class	: Chromadorea
Subclass	: Chromadoria
Order	: Rhabditida
Suborder	: Tylenchina
Superfamily	: Tylenchoidea
Family	: Pratylenchidae

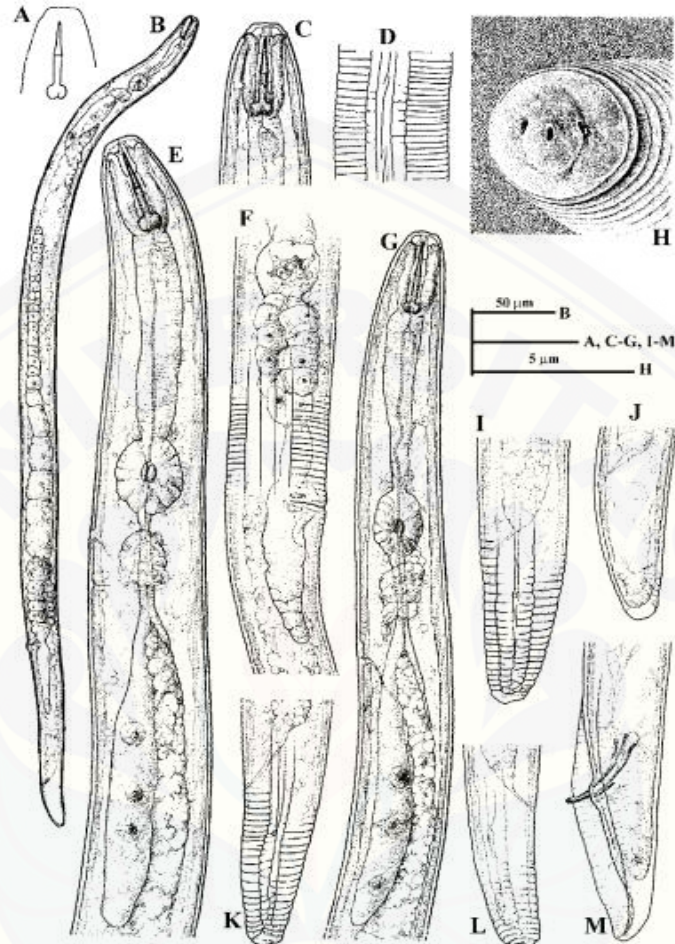
Subfamily : Pratylenchinae  
Genus : Pratylenchus  
Species : *Pratylenchus coffeae* (ITIS, 2015)

*P. coffeae* adalah nematoda parasit yang menyerang akar pada beberapa tumbuhan diantaranya kopi. Nematoda ini memiliki beberapa karakteristik khusus, mempunyai ukuran yang kecil dengan panjang tubuh antara 0,4-0,7 mm, sedangkan diameter tubuh 20-25  $\mu\text{m}$ . *P. coffeae* jantan memiliki ukuran sekitar 0,42 mm sampai 0,61 mm sedangkan yang betina 0,46 mm sampai 0,65 mm. Panjang tubuh dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, dari faktor biotik dapat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang ada di akar atau dapat juga dipengaruhi oleh tingkat nutrient yang ada didalam tanah. Area labial pada genus ini menjadi ciri untuk beberapa spesies.

Tubuh *P. coffeae* secara umum disusun oleh kutikula, epidermis, dan otot-otot somatik. Kutikula dibentuk oleh ornamen dangkal yang terdiri dari cincin-cincin melintang. Kutikula ini terdiri dari 3 zona yaitu kortikal, matriks dan lapisan dasar. Fungsi dari kutikula ini untuk perlindungan dan sarana interaksi dari lingkungan luar, pergerakan, dan juga untuk mencegah agar tidak terjadi distorsi tubuh selama kontraksi otot (Castilo dan Volvas, 2007). Nematoda ini mempunyai lebar tubuh antara 40  $\mu\text{m}$  hingga 160  $\mu\text{m}$ , dengan panjang tubuh antara 0,4-0,7 mm, sedangkan diameter tubuh 20 -25  $\mu\text{m}$  (Agrios, 1997). Bentuk nematoda ini pada umumnya memanjang, bagian ujung anterior kepala mendatar, dengan kerangka kepala yang kuat, mempunyai stilet pendek dan kuat, panjangnya 14-20  $\mu\text{m}$  dengan basal knob yang jelas seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Terdapat perbedaan antara bentuk tubuh jantan dan betina seperti pada Gambar 2.2 (Dropkin, 1992)

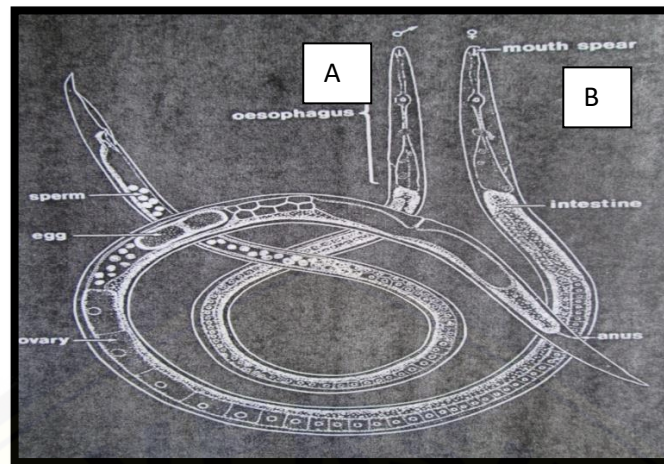
*Styilet* dari *Pratylenchus* berukuran pendek dan gemuk, dengan basal knob yang berkembang dengan baik dalam mendukung *styilet*. Bagian kerucut (konus atau metenchium) sangat kuat dan keras untuk menghancurkan dinding sel akar. Rata rata ukuran dari *styilet* pada genus *Pratylenchus* adalah 16  $\mu\text{m}$  tetapi, tergantung pada spesiesnya, ukuran *styilet* dapat pendek sekali dengan ukuran 11,5  $\mu\text{m}$  atau sepanjang 23  $\mu\text{m}$ . *P. coffeae* memiliki ukuran panjang *styilet* rata-rata 15

$\mu\text{m}$  dengan bentuk *stylet knob* yang membulat hingga bentuk yang lebih menyempit seperti Gambar 2.3. (Castilo dan Volvas 2007).

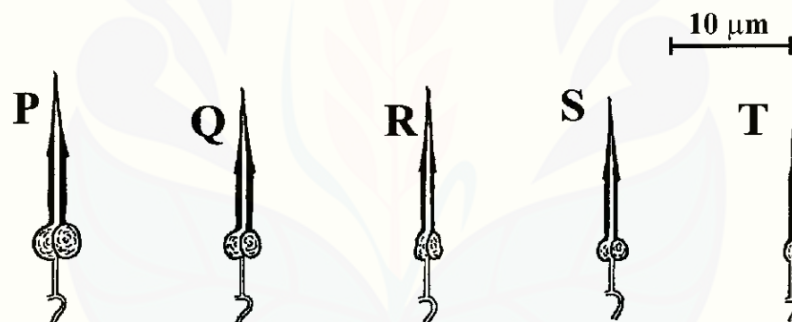


**Gambar 2.1** Bagian-bagaian morfologi *P. coffeae*, A) *Stylet* betina; B) tubuh betina keseluruhan; C) Bagian depan tubuh betina; D) Daerah paringal betina; F) Daerah vulva; G) Daerah paringal jantan; H) Bentuk kepala betina; I-L; Variasi ekor betina; M) Ekor jantan (Castilo dan Volvas, 2007: 86).





**Gambar 2.2:** a) Bagian-bagian tubuh *P. coffeae* jantan dan b) Bagian-bagian tubuh *P. coffeae* betina berdasarkan skema perbesaran mikroskop (Whitehead, 1998)



**Gambar 2.3** Tipe stylet dan knob *P. coffeae*, P-R: stylet dan knob betina, S-T: stylet dan knob jantan (Castilo dan Volvas, 2007).

*P. coffeae* dapat berkembang biak secara optimal pada suhu 30°C. Nematoda peluka akar ini mempunyai empat stadi juvenil dan dewasa. Siklus hidup juvenil dan dewasa seluruhnya berada di akar dan makan pada jaringan akar. Pada umumnya, populasi *P. coffeae* meningkat pada musim hujan dan mencapai puncaknya ketika 7-8 bulan setelah masa tanam. Populasi *P. coffeae* menurun pada kondisi tanah yang mempunyai pH 3,85-6. *P. coffeae* tersebar di daerah tropis antara lain Jepang, Australia, Afrika selatan, Brazil, dan Amerika Serikat sehingga termasuk Indonesia (Nurmahayu, 2008).

*P. coffeae* menyukai tanah yang memiliki struktur kasar atau tanah berpasir. *P. coffeae* bersifat endoparasitik yang semua stadiumnya terdapat di dalam korteks jaringan inangnya. Populasi nematoda di dalam tanah yang rendah berasosiasi dengan populasi yang tinggi di dalam akar. Nematoda ini memperoleh makanannya dari dalam sel-sel korteks akar oleh sebab itu nematoda membentuk suatu rongga yang berisi sarang atau koloni nematoda dengan berbagai stadium hidupnya (Luc, 1995).

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

Daun kopi yang terkena *P. coffeae* akan timbul bercak nekrosis berwarna coklat tua seperti terbakar. Tanaman kopi yang terserang berat *P. coffeae* akan mati sebelum dewasa atau paling lama setelah berbuah pertama. Hal ini berkaitan dengan sebaran populasi nematoda parasit mulai permukaan tanah hingga kedalaman 30 cm, dimana akar kopi muda sebagian besar berada pada zona kedalaman yang sama. Gejala kerusakan serangan *P. coffeae* akan lebih parah jika tanaman kopi tidak berpenaung serta kekurangan unsur hara sehingga gejala kerusakan yang ditimbulkan akan lebih parah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Halupi dan Mulyadi, 2007).



**Gambar 2.4** Perawakan tanaman kopi akibat serangan nematoda *P. coffeae*, (a) Tanaman tanpa nematoda; (b) Tanaman terinfeksi nematoda *P. coffeae*, daun menguning; (c) Tanaman mulai mati, daun rontok akibat terinfeksi nematoda *P. coffeae* (Lintas, 2014).

Akar tanaman kopi yang terserang nematoda luka akar, *P. coffeae* warnanya tidak putih tetapi kuning, kemudian berubah menjadi coklat, sedangkan akar lateralnya busuk. Luka pada akar tersebut berakibat merusak seluruh sistem perakaran kopi sehingga menghambat penyerapan hara dari dalam tanah. Daun menunjukkan gejala klorosis (menguning) dimulai dari daun yang terletak dekat batang, kemudian cabang-cabang utama tumbuh sedikit, dan batang pohon menjadi mudah digoyang karena akarnya habis, akhirnya tanaman mati (Campos *et al.*, 1990).

## 2.5 Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

Tanaman kopi Arabika berasal dari Ethiopia kemudian pengembangan teknik pengolahannya dilakukan oleh Bangsa Arab. Bangsa Arab yang di kala itu melakukan perdagangan nusantara berhasil membuat kopi masuk di Indonesia. Cita rasa yang khas dari kopi mengakibatkan mulailah terjadinya penyebaran bibit kopi

terutama kopi Arabika oleh Pemerintah Belanda di nusantara terutama di Pulau Jawa (Najiyati dan Danarti, 2007).

### 2.5.1 Sistematika Kopi Arabika

Klasifikasi dari tanaman kopi Arabika dalam sistematika tumbuhan adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridaeplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophytina
Infradivisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Super ordo	: Asteranae
Ordo	: Gentianales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: Coffea
Spesies	: <i>Coffea arabica</i> L. (ITIS, 2015)

### 2.5.2 Morfologi Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

Kopi Arabika (*C. arabica* L.) merupakan tanaman perdu tahunan yang memiliki akar tunggang, batangnya berkayu, keras, dan tegak dengan warna putih keabu-abuan, tingginya antara 7-12 m dan mempunyai cabang. Tanaman ini dapat tumbuh mencapai 12 meter, memiliki percabangan sekunder yang sangat aktif bahkan pada cabang primer yang ada dipermukaan tanah membentuk kipas berjuntai menyentuh tanah. Panjang cabang primer rata-rata mencapai 123 cm sedangkan ruas cabangnya pendek-pendek (Soediby, 1998).

Batang kopi memiliki percabangan yang banyak dan dapat dikatakan sedikit unik jika dibandingkan dengan tanaman lain, karena tanaman kopi memiliki berbagai jenis percabangan. Antara percabangan yang satu dengan yang lain memiliki jenis dan fungsi yang berbeda. Cabang-cabang tersebut diantaranya

adalah : 1) Cabang reproduksi (cabang *othrotop*); 2) Cabang primer (cabang *Plagiotrop*); 3) Cabang sekunder; 4) Cabang balik; 5) Cabang air; 6) Cabang kipas; dan 7) Cabang pecut (Najiyati dan Danarti, 1997).

Daun kopi pada cabang ataupun batang, tumbuh secara berhadapan dan berpasangan. Cabang pasangan daun tersebut terletak dalam satu bidang sedangkan pada batang dan bagian wiwilan, pasangan daun tersebut tidak terletak dalam satu bidang akan tetapi pada bidang yang bersilangan atau berlawanan. Jumlah stomata pada daun kopi Arabika (*C. arabica* L.) sekitar 148-185 per mm<sup>2</sup>. Jumlah stomata pada tanaman kopi ini dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya intensitas cahaya yang diterima. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, maka jumlah stomatanya juga akan semakin banyak. Daun kopi memiliki kepekaan yang tinggi terhadap intensitas cahaya yang diterimanya sehingga diperlukan suatu perlakuan naungan karena daun kopi akan menjadi lebih lebar, tipis dan lembek apabila terkena intensitas cahaya yang tinggi (Yahmadi, 1976).

Bunga tanaman *C. arabica* L. merupakan bunga majemuk (muncul secara berkelompok). Tumbuh dibagian aksilar daun cabang primer dengan bentuk seperti payung. Mahkota bunga berbentuk bintang dan berwarna putih. Masing-masing bunga mempunyai diameter sekitar 1-1,5 cm. Tanaman kopi umumnya akan mulai berbunga setelah berumur kurang lebih 2 tahun. Tumbuhnya bunga pada ketiak cabang primer tersusun secara berkelompok, tiap kelompok terdiri atas tiga sampai empat kuntum bunga. Tiap buku dapat tumbuh kurang lebih 30 kuntum bunga. Bunga kopi akan mekar pada permulaan kemarau (Raharjo, 2012).

Buah tanaman kopi tumbuh berkelompok atau bergerombol, memiliki ukuran yang cukup besar. Buah yang masih muda berwarna hijau sedangkan yang sudah masak akan berwarna merah cerah. Bentuk buah bulat telur dengan diameter kurang lebih 10-15 mm (Soediby, 1998). Bagian-bagian dari buah kopi, meliputi: epicarp (kulit buah), mesocarp (jaringan buah), endosperm (keping biji) dan embrio (lembaga). Buah kopi umumnya mengandung dua butir biji dalam satu buahnya, akan tetapi terkadang hanya mengandung satu butir dan bahkan ada yang tidak berbiji (Najiyati, 2001: 13-14).



**Gambar 2.5** Tanaman kopi Arabika. A: Daun kopi Arabika; B: Buah kopi Arabika (Sumber: Jamaluddin, 2012)

## 2.6 Pengendalian Nematoda Parasit

Pengendalian nematoda yang selama ini banyak digunakan adalah melalui pemanfaatan bahan kimia dengan menggunakan pestisida atau nematisida. Namun seiring dengan perkembangan zaman, pengendalian pada nematoda kopi sudah diarahkan pada pengendalian secara terpadu dengan menggunakan jenis atau klon kopi yang tahan, pestisida nabati, bahan organik, sanitasi, pergiliran tanaman, dan agen hayati (Wiryadiputra, 1998).

Munif (2003) mengatakan bahwa pengendalian nematoda peluca akar kopi dapat dilakukan dengan upaya sebagai berikut : 1) penambahan bahan organik tanah yaitu pupuk kandang atau kompos yang dapat membantu perkembangan dari mikroorganisme tanah yang berperan sebagai musuh alami Nematoda Peluca Akar (NPA); 2) Pengendalian berbasis *Green Economy* atau pengendalian biologi dengan cara memanfaatkan bakteri parasit seperti *Pseudomonas penetrans* maupun bakteri saprofit yang berasal dari rhizosfer seperti *B. subtilis*, *Pasteuria fluorescens*, *Agrobacterium radiobacter*, serta pada kelompok *Pseudomonas* sp. demikian juga agen pengendali dari kelompok cendawan seperti *Paecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys oligospora*, *Dactylella* sp.; 3) penggunaan bahan perangkap (*trap*

*cropping*); 4) Penggenangan tanah tanaman yang terinfeksi NPA selama beberapa bulan.

Pengendalian nematoda harus sejalan dengan program pemerintah *Green Economy* nasional dengan memanfaatkan agen hayati. Salah satu agen hayati yaitu *rhizobacteria*. Spesies bakteri yang termasuk dalam *rhizobacteria* antara lain *P. diminuta* dan *B. subtilis*. *Rhizobacteria* dapat mensekresikan enzim ekstraseluler tertentu yang dapat membantu melakukan pekerjaannya untuk berinteraksi dengan mikoriza, tanah, tumbuhan dan juga patogen yang ada didalam tanah. Kandungan enzim yang berperan dalam mengendalikan populasi nematoda adalah kitinase baik yang dihasilkan oleh *P. diminuta* maupun *B. subtilis*. Kitinase dapat bekerja mengendalikan nematoda parasit *P. 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 (Harni *et al.*, 2012).

Hasil penelitian Asyiah *et al.*, (2015) membuktikan bahwa inokulasi *Glomus* spp. + mychorriza helper bacteria (MHB) yang didalamnya terkandung bakteri *P. diminuta* dan *B. subtilis* terhadap tanaman kopi mampu mengurangi populasi nematoda sebesar 80.75%-96.8% serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi.

## 2.7 Leaflet

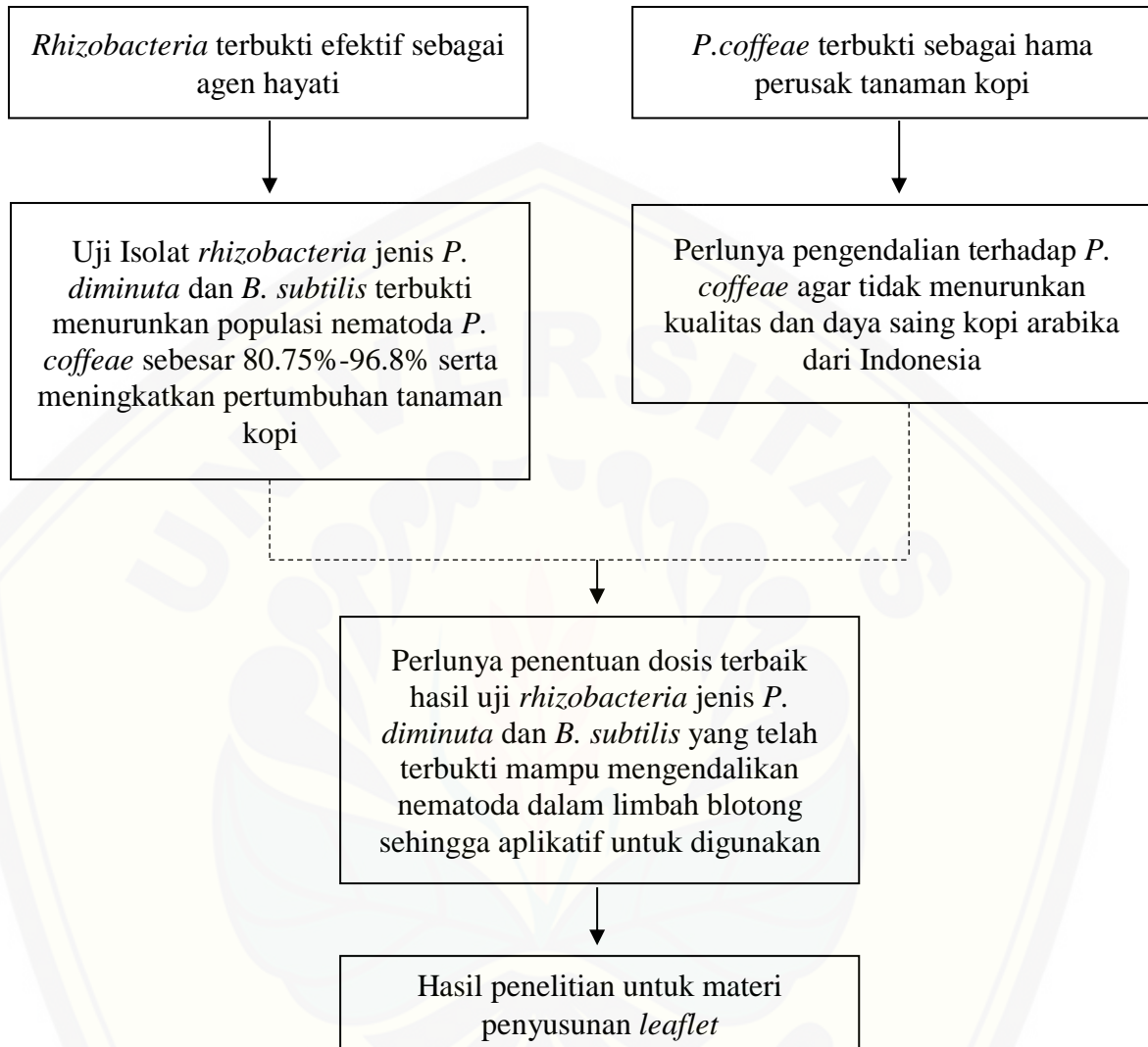
Salah satu media yang sering digunakan oleh berbagai pelayanan publik adalah media *leaflet*. *Leaflet* merupakan media penyampaian informasi atau pesan melalui lembaran yang dilipat dengan ukuran relatif kecil. Penyebarannya dilakukan dengan cara dibagikan (Pujiriyanto, 2005). *Leaflet* biasanya bersifat memberikan langkah-langkah untuk melakukan sesuatu (instruksional). *Leaflet* sangat efektif untuk menyampaikan pesan yang singkat dan padat, seperti poster. Media ini juga mudah dibawa dan disebarluaskan. Bahkan karena ukurannya yang lebih ringkas, jumlah yang dibawa bisa lebih banyak daripada poster (Notoatmodjo, 2010).

Pada umumnya *leaflet* dikeluarkan oleh penerbitnya dengan tujuan untuk memberitahukan atau menginformasikan tentang sesuatu peristiwa atau kegiatan terkini kepada masyarakat luas. Namun, ada tujuan-tujuan spesifik dari *leaflet* dimaksud, yakni sangat erat kaitannya dengan jenis dari lembaga yang menerbitkannya itu, seperti antara lain (Saefudin dan Setiawan, 2006: 546):

- a. Untuk memperkenalkan produk-produk tertentu, baik jasa ataupun barang kepada masyarakat luas.
- b. Untuk memberitahukan suatu peristiwa atau konsep-konsep baru yang menurut pertimbangan perlu disampaikan kepada masyarakat luas.
- c. Untuk mempromosikan barang, jasa atau produk-produk tertentu secara lebih detil kepada masyarakat luas sehingga mereka tertarik untuk membelinya.
- d. Sebagai publisitas lembaga.
- e. Sebagai media yang digunakan untuk kegiatan *external public relation*.



## 2.8 Kerangka Berpikir



**Gambar 2.6** Bagan Kerangka Berpikir

## 2.9 Hipotesis Penelitian

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

- a. Formula *rhizobacteria* (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) dalam bahan pembawa berupa blotong mampu menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika dengan uji inokulasi terhadap tanaman kopi Arabika.
- b. Kerapatan bahan aktif pada formula padat yang terbaik dalam menurunkan *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika yaitu  $10^8$ .
- c. *Leaflet* yang dibuat dari data hasil uji formula *Rhizobacteria P. diminuta* dan *B. subtilis* dalam limbah blotong terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (*C. arabica* L.) layak untuk digunakan.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap). Penelitian ini menguji formula padat rizhobacteria jenis *B. subtilis* dan *P. diminuta* dalam libah blotong terhadap populasi nematoda *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Green House* Perumahan Istana Tidar, Kaliurang, Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Jember. Tahap persiapan pembenihan tanaman kopi dan persiapan nematoda dilaksanakan di laboratorium perlindungan tanaman dan kebun percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Sedangkan tahap persiapan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 bulan, dimulai pada bulan Juni 2016 hingga bulan Oktober 2016. Tahap persiapan dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2016 dan tahap aplikasi dilaksanakan pada bulan September 2015 hingga November 2016.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang dapat mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian

ini adalah formula *rhizobacteria* dalam limba blotong yang diberikan ke bibit kopi Arabika.

### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah populasi nematoda *P. coffeae*. Perhitungan *P. coffeae* berdasarkan nematoda parasit yang berada di dalam akar dan tanah serta pertumbuhan bibit kopi arabika yang terdiri dari tinggi tanaman (cm), jumlah daun, berat basah tajuk, berat kering tajuk dan skor kerusakan akar.

### 3.3.3 Variabel Kontrol atau Variabel Kendali

Variabel kontrol atau variabel kendali adalah variabel yang diatur 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 merupakan campuran dari tanah, pasir dan kompos.
- b. Bibit kopi yang digunakan adalah bibit kopi dengan jenis yang sama dan berasal dari tempat persemaian yang sama yaitu bibit kopi jenis Arabika yang berumur 2 bulan dan berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.
- c. Sumber nematoda *P. coffeae* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sumber dan tempat yang sama yaitu dari akar tanaman kopi pada bedengan bibit tanaman kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember dan berada dalam stadium juvenil dan dewasa yang sama.
- d. Sumber air penyiraman tanaman kopi yang digunakan merupakan sumber air dari tempat yang sama yakni air dari *Green House* Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.

### 3.4 Definisi Operasional

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

- a. *Rhizobacteria* adalah bakteri yang hidup di sekitar rizosfer akar, bakteri yang termasuk ke dalam kelompok *rhizobacteria* yang digunakan dalam penelitian yaitu *P. diminuta* dan *B. subtilis*.
- b. Nematoda *P. coffeae* merupakan salah satu nematoda parasit peluka akar pada tanaman kopi yang menyerang akar serabut dari tanaman kopi, masuk melalui ujung akar dengan makan jaringan korteks atau kulit akar sehingga menyebabkan kulit akar akan terluka berwarna coklat, dan membusuk (Wiryadiputra *et al.*, 2010). Fase Nematoda yang digunakan dalam penelitian yakni instar 1 hingga dewasa dengan jumlah awal 50 ekor.
- c. Uji formula *rhizobacteria* (*P. diminuta* dan *B. subtilis*) dalam bahan padat pembawa berupa blotong dengan menggabungkan kedua bakteri untuk menghambat *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.
- d. Pertumbuhan tanaman adalah peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada tanaman berupa perubahan bentuk, ukuran dan volume yang bersifat tidak dapat kembali pada bentuk semula.

### 3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan dengan jenis percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 7 perlakuan, 5 pengulangan dan tiap ulangan terdiri atas 2 tanaman bibit Kopi Arabika. Aplikasi dilakukan setelah usia bibit 2 minggu setelah *transplanting* atau penanaman di dalam pot. Perlakuannya sebagai berikut:

1. A = Tanpa nematoda.
2. B = Nematoda saja.
3. C = Nematoda dan 20 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^8$ ).
4. D = Nematoda dan 30 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^8$ ).
5. E = Nematoda dan 20 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^9$ ).

6. F = Nematoda dan 30 g blotong (bahan aktif *rhizobacteria*  $10^9$ ).
7. G = Nematoda dan 5 g karbofuran

Adapun Desain RAL yang berkaitan dengan tata letak pot (*layout*) dalam penelitian ini terlampir.

### 3.6 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.6.1 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh tanaman kopi Arabika berumur 2 bulan yang diperoleh dari kebun percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.

#### 3.6.2 Sampel Penelitian

Bagian tanaman yang diambil yaitu bibit kopi Arabika merupakan sampel penelitian ini yang digunakan untuk mengukur skor kerusakan akar.

### 3.7 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.7.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *autoclave* (untuk sterilisasi alat dan bahan), pot, tabung reaksi, *beaker glass*, *laminar air flow*, *shaker*, *vortex*, cawan petri, penangas listrik, mikropipet 1 ml, mikropipet 5-50 $\mu$ l dan 50-200 $\mu$ l, jarum ose, gigaskrin, botol semprot, thermohigrometer, kaca benda penutup, spatula, tip kuning, selotip, spidol/bolpoint, thermometer, pH meter, gelas ukur 10 ml, mikroskop, *counting disk*, neraca ohaus, kamera digital, penggaris, timbangan analitik, lemari es, gunting, pemanas, rak tabung, vortex mixer dan korek api.

#### 3.7.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kopi jenis Arabika yang berumur 2 bulan, isolat bakteri *Pseudomonas diminuta*, isolat bakteri *Bacillus subtilis*, medium NA (*Nutrient Agar*), medium NB (*Nutrient Broth*),

molase, medium khusus *Bacillus subtilis*, medium khusus *Pseudomonas diminuta*, alkohol, aquades, pasir steril, *aluminium foil* dan kantong plastik.

### 3.8 Prosedur Penelitian

#### 3.8.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian dilakukan di tempat penelitian, antara lain yaitu di *Green House* Perumahan Istana Tidar, Kaliurang, Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Jember. Tahap persiapan pembenihan tanaman kopi dan persiapan stok nematoda dilaksanakan di laboratorium perlindungan tanaman dan kebun percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi Kaka Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Sedangkan tahap persiapan bakteri dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

#### 3.8.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah, pasir, dan kompos yang telah dicampur menjadi satu dengan perbandingan masing-masing 1:1:1. Media tanam kemudian disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 135°C selama 2 jam untuk menghindari adanya kontaminasi dari jamur maupun organisme lain yang ada di dalam media tanaman kopi.

#### 3.8.3 Persiapan Penanaman Bibit Kopi Arabika

Sebelum penanaman bibit kopi pada pot, terlebih dahulu benih kopi Arabika disemaikan pada bak besar yang berisi media tanam pasir yang sudah disterilkan. Tujuannya agar mendapatkan bibit kopi yang seragam. Setelah benih kopi tumbuh dan berumur 2 bulan, bibit kopi dipindahkan ke dalam pot dengan diameter 15,3 cm dan volume 1100 g yang sudah berisi media tanam. Lubang tanam dibuat dengan kedalaman 8-10 cm, Akar bibit kopi dimasukkan ke dalam lubang tanam, ditimbun dengan tanah dan tekan di sekitar akar tanaman kopi. Tiap pot tanaman kopi berisi 1 tanaman.

#### 3.8.4 Persiapan Nematoda *Pratylenchus coffeae*

*P. coffeae* diambil dari laboratorium perlindungan tanaman dan kebun percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember. Pengambilan sampel dilakukan pada akar tanaman yang sudah diketahui terserang *P. coffeae*. Metode pengambilan akar dilakukan secara acak kemudian akar dimasukkan ke dalam kantong plastik lalu diekstraksi dengan Metode Baermann yang telah dimodifikasi, adapun tahapan ekstraksi untuk mendapatkan *P. coffeae* adalah sebagai berikut:

- a. Akar yang telah diambil dari tanaman yang terserang nematoda dipisahkan dari sisa-sisa tanah, kotoran lain yang melekat dengan cara mencuci hingga bersih.
- b. Akar dikering anginkan.
- c. Akar dipotong  $\pm 0,5$  cm dengan gunting pangkas hingga diperoleh potongan kecil.
- d. Hasil potongan akar ditimbang sebanyak 10 g.
- e. Potongan akar dimasukkan ke dalam beaker glass lalu ditambahkan air sebanyak  $\pm 100$  ml.
- f. Potongan akar dengan air dimasukkan ke dalam blender dan dihaluskan sebanyak 2 kali. Penghalusan pertama dan kedua masing-masing 15 detik.
- g. Hasil penghalusan (f) disaring dengan saringan 40 mesh yang telah dipasang kain panel atau kertas tisu dan ring.
- h. Saringan 40 mesh diletakkan di dalam piring aluminium, kemudian diisi air sebanyak 100 ml dan diendapkan selama 24 jam.
- i. Air endapan disaring dengan 2 saringan 325 mesh (0.045 mm). Hasil saringan diendapkan selama 1 jam.
- j. Pengurangan volume (ditap) dengan selang sampai  $\pm 100$  ml.
- k. Hasilnya dapat langsung diamati atau disimpan di dalam lemari pendingin (kulkas) apabila belum diamati.



### 3.8.5 Identifikasi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Identifikasi nematoda *P. coffeae* bertujuan untuk memastikan kebenaran spesies dan mempelajari morfologinya. Identifikasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan dibawah mikroskop.

### 3.8.6 Perhitungan Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Suspensi nematoda *P. coffeae* yang diperoleh dari hasil ekstraksi dituangkan kedalam *beaker glass*. Suspensi diaduk hingga merata dengan cara dihisap dengan menggunakan pipet. Kemudian disemprotkan kembali kedalam *beaker glass* hingga tiga kali pengulangan. Mengambil 10 ml suspensi dengan menggunakan pipet dan menuangkan ke dalam cawan penghitung (*counting disk*). Perhitungan populasi nematoda dilakukan dibawah mikroskop binokuler dengan cara mengurutkan sesuai dengan jalur yang ada pada cawan penghitung searah jarum jam. Hasil penghitungan nematoda yang telah memenuhi jumlah yang diinginkan diletakkan pada botol. Setiap akan dilakukan pengambilan suspensi 10 ml, dilakukan pengadukan sampai merata. Pada penelitian ini digunakan populasi nematoda *P. coffeae* sebanyak 50 ekor untuk setiap perlakuan pada masing-masing bibit tanaman kopi Arabika.

### 3.8.7 Tahap Pengenceran Bakteri dan Formulasi Bakteri dengan CFU

Biakan murni bakteri *P. diminuta* dan bakteri *B. subtilis* diremajakan pada cawan petri yang berisi medium NA dengan menggunakan jarum ose. Hasil peremajaan pada cawan petri diremajakan kembali pada medium NA yang dibuat miring menggunakan tabung reaksi selama  $\pm 24$  jam. Bakteri yang telah diremajakan pada tabung diluruhkan menggunakan jarum ose. Menuangkan 5 ml aquadest kedalam tabung hingga terbentuk suspensi bakteri. Mengambil 1 ml suspensi bakteri dimasukkan ke dalam 9 ml aquadest (pengenceran  $10^{-1}$ ). Dari pengenceran  $10^{-1}$  dilakukan pengambilan 1 ml dan menuangkan pada tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades yang berbeda hingga diperoleh pengenceran pada tingkatan  $10^{-9}$ . Kemudian menuangkan masing-masing hasil pengenceran sebanyak 100  $\mu$ l ke dalam cawan petri yang telah berisi medium NA  $\pm 20$  ml secara *spread*

*plate* menggunakan mikropipet. Meratakan suspensi menggunakan gigaskrin. Hasil biakan pada cawan diinkubasi selama  $\pm 24$  jam. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh. Indikator bahwa bakteri berhasil dapat digunakan dalam uji apabila jumlah koloni bakteri antara 30-300 koloni bakteri.

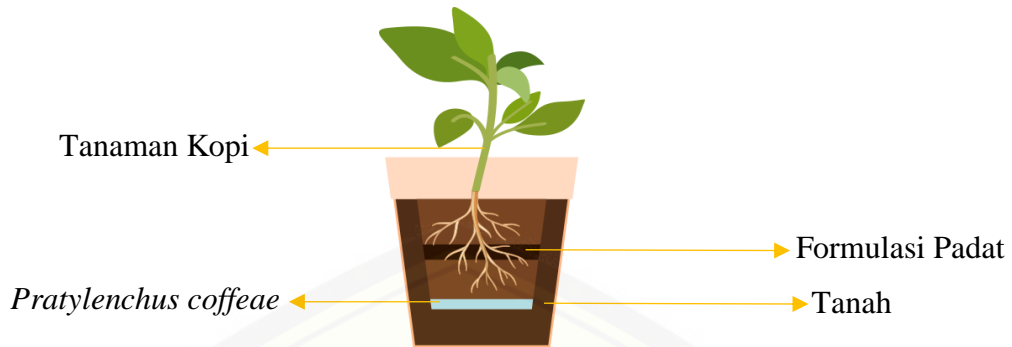
$$\sum \text{Sel} = \sum \text{koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

### 3.8.8 Tahap Formulasi Padat Bakteri

Biakan bakteri murni diremajakan  $\pm 24$  jam pada medium NA miring pada tabung reaksi. Perbanyak bakteri menggunakan limbah molase. Molase 2 ml dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan ditambah *aquadest* hingga mencapai volume 100 ml. Meluruhkan hasil peremajaan pada tabung dengan menggunakan jarum ose. Menuangkan 5 ml *aquadest* hingga menjadi suspensi bakteri. Mengambil 1 ml suspensi bakteri hingga tingkat pengenceran  $10^{-6}$ . Kemudian menuangkan 1 ml hasil pengenceran ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi medium NB (*Nutrient Broth*) 100 ml. Suspensi pada tabung erlenmeyer dishaker hingga homogen selama  $\pm 24$  jam dengan kecepatan 100 rpm. Setelah  $\pm 24$  jam, mencampurkan 1 ml molase dan 1 ml suspensi bakteri di dalam *aquadest* 100 ml, 1 ml tahu dan 1 ml suspensi bakteri di dalam *aquadest* 100 ml. Kemudian dishaker hingga homogen selama  $\pm 72$  jam. Setelah  $\pm 72$  jam suspensi bakteri *P. diminuta* dan *B. subtilis* (limbah molase) dicampur dengan perbandingan 2:3 (berdasarkan penelitian sebelumnya). Dari hasil formulasi cair di campurkan dengan blotong dengan takaran 20 g dan 30 g sesuai perlakuan. Hasil dari konsorsium kedua bakteri siap untuk diaplikasikan ke tanaman kopi Arabika setelah diinkubasi selama 3 hari.

### 3.8.9 Tahap Aplikasi pada Bibit Kopi Arabika

Setelah bakteri pada media blotong diinkubasi selama 3 hari mulai dilakukan aplikasi dengan Menggunakan metode Baon *et al.*, (1998). Skema penempatan aplikasi formula padat dalam pot dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Skema penempatan aplikasi *P. coffeae* dan Formula Padat pada tanaman kopi Arabika

### 3.8.10 Pemeliharaan Tanaman Kopi

Pemeliharaan tanaman kopi dilakukan dengan penyiraman dengan air secara berkala dengan selang waktu 2 hari sekali. Setiap selesai penyiraman, dilakukan pengemburan tanah pada media tanam dengan cara mengaduk tanah dengan menggunakan kayu yang dibedakan untuk setiap perlakuan untuk menghindari adanya kontaminasi organisme dari masing-masing media tanam. Pemberian ridomil sebagai fungisida dengan cara mengoleskan pada bagian batang tumbuhan setiap satu minggu sekali.

## 3.9 Parameter Penelitian

### 3.9.1 Tinggi Bibit (cm)

Tinggi tanaman diukur setiap 2 minggu sekali sampai berumur 4 bulan setelah tanam. Pengukuran dimulai dari pangkal batang sampai ujung tunas yang baru tumbuh.

### 3.9.2 Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung setiap 2 minggu sekali sampai berumur 4 bulan setelah tanam. Jumlah daun dihitung secara keseluruhan, daun yang masih kuncup atau belum terbuka sempurna tidak turut dihitung.

### 3.9.3 Berat Basah Tajuk (g)

Berat basah tajuk ditimbang pada akhir penelitian, saat tanaman berusia 4 bulan setelah tanam.

### 3.9.4 Berat kering tajuk (g)

Berat kering tajuk ditimbang pada akhir penelitian, saat tanaman berusia 4 bulan setelah tanam. Berat kering ini ditimbang setelah tanaman di oven sampai kadar airnya berkurang dan beratnya konstan selama  $\pm 5$  hari.

### 3.9.5 Jumlah Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Jumlah nematoda *P. coffeae* dihitung pada akhir penelitian yaitu saat tanaman berumur 4 bulan dengan menggunakan Metode Baermann yang telah dimodifikasi. Cara menghitung populasi nematoda *P. coffeae* sebagai berikut:

- a. Suspensi nematoda yang diperoleh dari hasil ekstraksi dituangkan ke dalam beker gelas, volumenya dijadikan 100 ml.
- b. Suspensi nematoda diaduk sampai merata dengan cara dihisap dengan menggunakan pipet kemudian disemprotkan kembali dan dilakukan sampai 3 kali.
- c. Suspensi nematoda diambil sebanyak 10 ml dengan menggunakan pipet diletakkan di dalam cawan penghitung (*counting disk*).
- d. Lakukan penghitungan populasi dan jenis nematoda di bawah mikroskop binokuler dengan mengamati garis-garis sesuai jalur yang ada pada cawan penghitung searah jarum jam. Penghitungan dilakukan sebanyak 3 kali. Suspensi nematoda yang telah selesai dihitung, kemudian dikembalikan lagi ke dalam *beaker glass*. Setiap akan dilakukan pengambilan suspensi nematoda sebanyak 10 ml, dilakukan pengadukan sampai merata. Penghitungan populasi per 10 g contoh akar atau 100 ml contoh tanah adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

- P** = Populasi nematoda setiap satuan contoh yang diambil  
**p1, p2, p3** = Perhitungan setiap 10 ml suspensi nematoda dengan tiga ulangan  
**10** = 100 ml

### 3.9.6 Skor kerusakan Akar

Skor kerusakan akar dilihat dari tingkat kerusakan akar pada akhir penelitian yaitu usia kopi 4 bulan setelah tanam dengan asumsi bahwa akar yang rusak berwarna coklat kehitaman dan umumnya akar lateralnya habis. Pengamatan dilakukan menggunakan metode skoring mengikuti Wiryadiputra (1983), yaitu dengan skala nilai skor 0-5, dengan asumsi 0 berarti tanaman sehat dan nilai 5 tanaman mati. Nilai intensitas serangan dalam bentuk skor dikonversi menjadi presentasi tingkat serangan menggunakan rumus Townsend-Heuberger yaitu:

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

- Keterangan: n = jumlah tanaman masing-masing nilai skor yang diamati  
v = nilai skor  
i = nilai skor tertinggi  
N = jumlah total tanaman yang diamati

### 3.9.7 Penyusunan *Leaflet*

*Leaflet* merupakan salah satu media yang baik untuk menyampaikan informasi berkaitan dengan hal-hal yang sifatnya informatif. Selain itu media *Leaflet* ini sering digunakan untuk kepentingan promosi, iklan, penyampaian ide, dan lain sebagainya. Sehingga penulis memilih *leaflet* ini sebagai salah satu media untuk menginformasikan kepada masyarakat tentang hasil penelitian yang

dilakukan penulis. *Leaflet* yang akan dibuat ini termasuk dalam kategori *leaflet* edukatif. Secara umum kerangka *leaflet* edukatif, yang akan disusun terdiri dari:

- a. Sampul *leaflet*
- b. Unsur dasar atau pendahuluan
- c. Pustaka singkat
- d. Isi *leaflet* (hasil penelitian dan pembahasan)
- e. Penutup

Penyusunan *leaflet* ini didasarkan pada model pengembangan perangkat *Four-D Model* disarankan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel (1974). Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate* atau diadaptasikan menjadi model Four-D, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Berdasarkan model pengembangan tersebut maka langkah-langkah penyusunan *leaflet* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan ide, tema dan judul *leaflet*.
2. Merencanakan ukuran dan jenis kertas serta memperkirakan jumlah *leaflet* yang akan dicetak serta materi apa saja yang akan dituangkan dalam *leaflet*.
3. Mengumpulkan materi yang akan dijadikan *leaflet*
4. Menyusun draft artikel *leaflet*, melakukan penyuntingan naskah dan mendesain *leaflet* baik tata tulis maupun ilustrasi desain grafis
5. Melakukan validasi kepada sumber terpercaya
6. Mencetak dan mendistribusikan *leaflet* yang telah divalidasi.
7. Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahapan validasi kepada validator ahli materi dan validator ahli media.

### 3.9.8 Uji *Leaflet*

Uji *leaflet* dilakukan setelah berbentuk *leaflet*. Uji *leaflet* ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan hasil penelitian uji formula *rhizobacteria P. diminuta* dan *B. subtilis* dalam limbah blotong terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (*C. arabica* L.) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bacaan dan sumber informasi untuk menambah pengetahuan bagi masyarakat. Uji *leaflet*

ini dilakukan dengan penilaian 2 validator, yaitu 1 validator ahli materi dan 1 validator ahli media. Berikut validator yang memberikan penilaian dalam buku ini (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Validator penilai *leaflet*

Validator	Peran
A	Peneliti di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (ahli materi)
B	Dosen ahli pengembangan produk pembelajaran (ahli media)

### 3.10 Analisis Data

#### 3.10.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan adalah analisis data berupa uji ANOVA karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan formula padat bakteri *P. diminuta* dan *B. subtilis* dalam menghambat *P. coffeae*. Perbandingan antar perlakuan dengan dan perbandingan antar perlakuan dianalisis dengan Anova dengan taraf signifikansi 95% ( $p < 0,05$ ) menggunakan SPSS versi 17. Apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Tabel ANOVA dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Tabel Analisis ANOVA

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5% (F 5%)	F Tabel 1% (F 1%)
Perlakuan	p-1	JKP	JKP/(p-1)	KTP/KTG	F 0,05 (v1,v2)	F 0,01 (v1,v2)
Galat	p(n-1)	JKG	JKG/(pn-t)			
Total	pn-1	JKP+JKG				

Keterangan:

p = banyaknya perlakuan

n = banyaknya ulangan

v1 = db perlakuan

- $v_2$  = db galat  
 JKP = Jumlah Kuadrat Perlakuan  
 JKG = Jumlah Kuadrat Galat  
 KTP = Kuadrat Tengah Perlakuan  
 KTG = Kuadrat Tengah Galat

Keputusan:

Tolak  $H_0$ :  $F_{hitung} > F_{tabel}$

Terima  $H_0$ :  $F_{hitung} < F_{tabel}$

### 3.10.2 Analisis Validasi *Leaflet*

Analisis validasi *leaflet* dilakukan setelah memperoleh nilai dari para validator. Nilai yang diberikan memiliki rentangan 1-4, disajikan pada tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Skor Analisis *Leaflet*

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

Selanjutnya dihitung rentang skor untuk menentukan skor kriteria validasi *leaflet* berikut:

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

$$\text{Rentang skor} = \frac{\text{interval}}{\text{jumlah kategori skor}} = \frac{33}{4} = 8,25 = 8$$



Tabel 3.4 Kriteria Validasi *Leaflet*

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Kurang Layak	11-18	Masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk ini sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai <i>leaflet</i>
Cukup Layak	19-26	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan atau banyak dengan produk ini dan perlu pembenaran agar dapat digunakan sebagai <i>leaflet</i>
Layak	27-34	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai, meskipun ada sedikit kekurangan dan perlu pembenaran dengan produk ini, namun tetap dapat digunakan sebagai <i>leaflet</i>
Sangat Layak	35-44	Semua item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan karya ilmiah populer sehingga dapat digunakan sebagai <i>leaflet</i>

Dimodifikasi dari Millah *et al.*, 2012.

## BAB V. PENUTUP

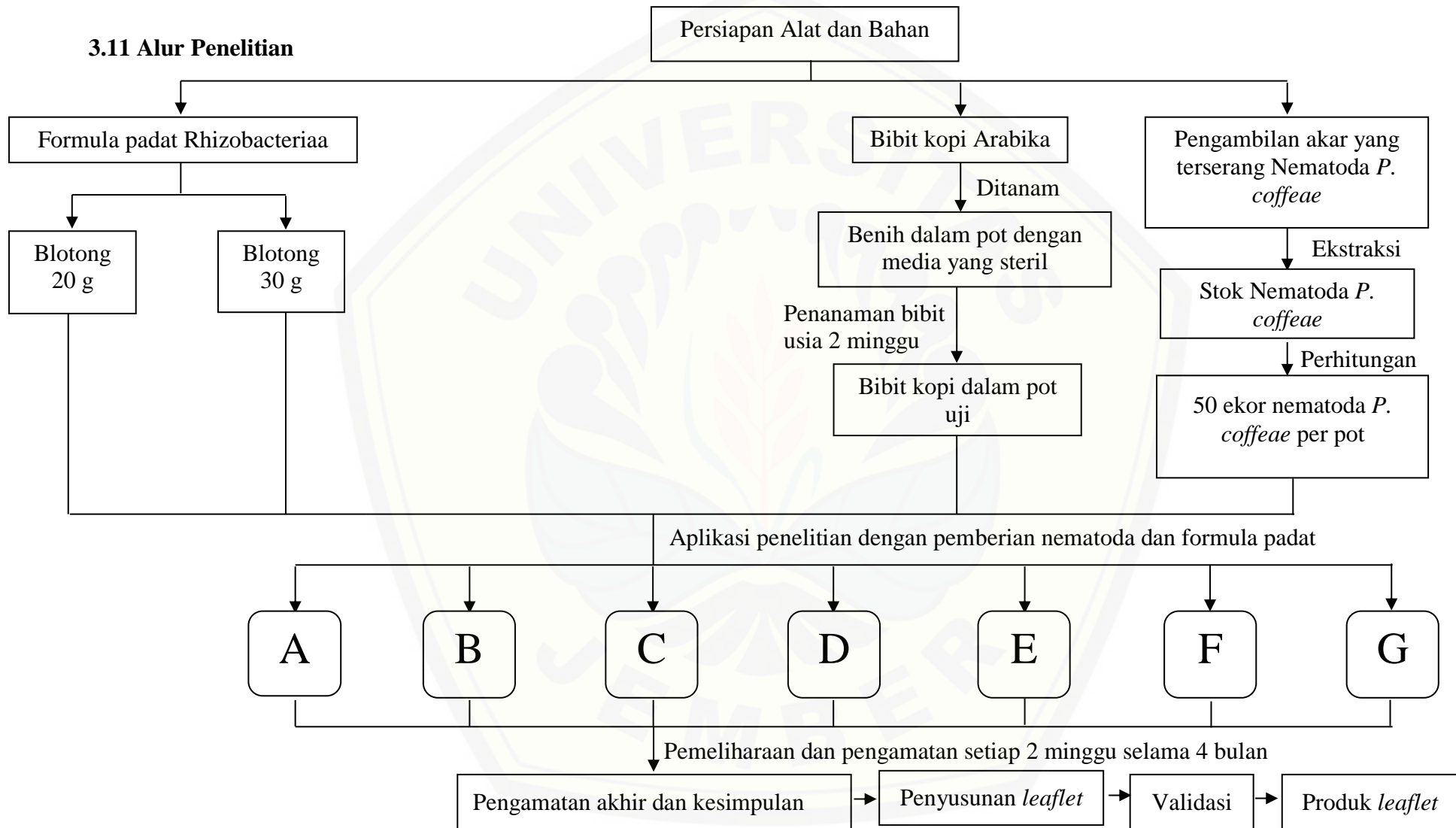
### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan *rhizobacteria* yang terdiri dari dua bakteri yaitu

- a. Adakah pengaruh formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong terhadap penurunan populasi *P. coffeae* dan peningkatan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
- b. Berapakah dosis formula padat *rhizobacteria* yang terbaik dalam menurunkan populasi *P. coffeae* dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika?
- c. Apakah *leaflet* yang disusun berdasarkan data hasil uji formula *rhizobacteria* dalam limbah blotong terhadap populasi *P. coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (*C. arabica* L.) layak untuk digunakan.



3.11 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, George N. 1997. *Plant Pathology: Fourth Edition*. London: Academic Press.
- Akhtar N, Qureshi MA, Iqbal A, Ahmad MJ, Khan KH (2012) Influence of Azotobacter and IAA on symbiotic performance of Rhizobium and yield parameters of lentil. *J Agric Res* 50: 361-372.
- Alstrom, S. 1991. Incudtion of disease resistance in comman bean susceptible to halo blotght bacterial pathogen after seed bacterization with rhizosphera pseudomonads. *J. Gen. Appl. Mivrobiol.* 37: 495-501.
- Ashrafuzzaman M, Hossen FA, Ismail MR, Hoque MA, Islam MZ, Shahidullah SM, & Meon S. 2009. Efficiency of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for the enhancement of rice growth. *African J. Biotechnol.* 8:1247-1252.
- Asyiah, N. I., Soekarto, M. Husain, Reginawanti H. 2010. Biocontrol of Potato Cyst Nematoda *Globodera rostochiensis* by Rhizobacter Isolates on Potato. Dalam Suharsono (ed). *Proceeding of Internasional Biotechnology Seminar*. Malang: UMM.
- Asyiah, N. I., Harni, Fauzi, I.N., Wiryadiputra, S. 2015. Populasi Pratylenchus coffeae (Z.) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* (C.). *Pelita Perkebunan*. 31(1) 2015, 30-40
- Backman PA, Brannnen PM and Mahaffe WF.1994. *Plant Respon and Disease Control Followin Seed Inoculation with Bacillus sp.* Di dalam: Ryder MH, Stephen PM, Bowen GD, editor. *Improving Plant Production with Rhizosphere Bacteria*. Australia: Pruc Third Int Work PGPR South Australia, March 7-11 1994.
- Baon, J.B.; S. Wiryadiputra & E. Sulistyowati, 1988. Pengaruh infeksi mikoriza terhadap serangan nematoda *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi. *Pelita Perkebunan*, 4, 22–30.
- Baon, J.B. & S. Wiryadiputra, 1994. Perkembangan nematoda parasit pada kopi Robusta yang diinokulasi jamur mikoriza ber-VA. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II*. Bogor, 6-7 September 1994. p. 552–558.

- Beneduzi, A., A. Ambrosi, and L.M.P. Passaglia. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetic and Molecular Biology* 35 (4):1044-1051
- Campos, V.P.; P. Sivapalan & N.C. Gnanapragasam (1990). *Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea*. p. 387—460. In: M. Luc, R.A. Sikora & J. Bridge (eds.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB Int, Wallingford, UK.
- Castilo, P. dan Volvas, N. 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Patogenicity and Management *dalam* David J. Hunt and Roland N. Perry (Series Editors): *Nematology Monographs and Perspectives* Volume 6. Leiden-Boston. 529p
- Das, A.J., M. Kumar, and R. Kumar. 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): An Alternatif of chemical fertilizer for sustainable, environment friendly agriculture. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 1(4), 21-23
- Departemen Pertanian. 2002. *Musuh Alami, Hama Dan Penyakit Tanaman Kopi*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan
- Dropkin, V.H. 1992. *Introduction to Plant Nematology*. Edisi Bahasa Indonesia, Penerjemah: Supratoyo. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Ernita, M., Nasrun, dan N. Suharti, 2010. Karakterisasi Respon Fisiologis Tanaman Bawang Merah yang Diinduksi dengan Rhizobakteria Indigenus. *J. Embrio*. 30: 2. 110 – 116.
- Ertruk. Y., S. Ercisli, A. Haznedar, and R. Cakmakci. 2010. Effect of plant promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa* stem cuttings). *Bio.Res* 43:91-98
- Faccini G, Garzon S, Martines M, & Varela A. 2004. Evaluation of the effects of a dual inoculum of phosphate-solubilizing bacteria and *Azotobacter chroococcum*, in creolo potato (Papa “Criolla”) (*Solanum phureya*) var ‘YemadeHuevo’ <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/faccini.pdf>.

- Hafeez FY, Yasmin S, Ariani D, Rahman M, Zafar Y, & Malik KA. 2006. Plant growth promoting bacteria as biofertilizer. *Agron. Sustain. Dev* 26:143-150.
- Halupi dan Mulyadi. 2007. *Sebaran Populasi Nematoda Radopholus similis dan Pratylenchus coffeae pada Lahan Perkebunan kopi*. Pelita Perkebunan, 23, 176–183.
- Harni, R., Supramana, M. S. Sinaga, Giyanto, Supriadi. 2012. Mekanisme Bakteri Endofit Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus Brachyurus* Pada Tanaman Nilam. *Bul. Littro*. Vol. 23 (1): 102-114.
- Herman MAB, Nault BA, & Smart CD. 2008. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestations in New York. *Crop Protec.* 27: 996-1002.
- Husein, E., Saraswati, R., Hastuti, R.D., 2007. Rhizobacteria Pemacu Tumbuh Tanaman. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati* (1):191-210
- Jamaluddin, U. 2012. *Kopi arabika Gayo Sedang Panen*. <http://jamaluddin-usman.blogspot.com/2012/03/kopi-arabika-gayo-sedang-panen.html>. Diakses 18 Maret 2016
- Joo GJ, Kim YM, Kim JT, Rhee IK, Kim JH, & Lee IJ. 2005. Gibberellins-producing rhizobacteria increase endogenous gibberellins content and promote growth of red peppers. *J. Microbiol.* 43:510-515.
- Karnwal A. 2009. Production of indole acetic acid by fluorescent *Pseudomonas* in the presence of Ltryptophan and rice root exudates. *J. Plant Pathol.* 91:61-63.
- Kloeper, J.W. M.S. Reddy, R.R. Kabana, D.S. Kenney, N.K. Burelle, and N.M. Ochoa. 2007. Application for rhizobacteria in transplant production and yield enhancement. XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advance in Transplant Production and Stand Establishment Research. [www.actahort.org/books/631/631\\_28.htm](http://www.actahort.org/books/631/631_28.htm)
- Kumar, A.C. 1982. Studies on Nematodes in Coffee Soils of South India. 7. Histopathology and Host Parasitic Relationship of *Pratylenchus coffeae* and Two Species of Coffee. *J Coffee Res.* Vol. 12:23–30.
- Luc, M., Sikora RA, Bridge J. 1995. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agricultural*. London: CABI Institute of Parasitology.

- Maurhofer, M., Hase, C., Meuwly, P., Mettraux, J.P., & Defago, G. 1994. Introduction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrotis virus by root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO: influence of the *gacA* gene and of pyoverdine production. *Phytopathology*. 84: 139-146.
- Mehrvraz S & Chaichi MR. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and garin quality of barley. *American-Eurasian J.Agric. & Environ. Sci.* 3(6):855-860.
- Meynet. C.E, J.F. Pothier, Y.M. Loccoz, and C. Prigent-Combaret. 2011. The *Pseudomonas* Secondary Metabolite 2,4-Diacetyl-phoroglucinol Is a Signal Inducing Rhizoplane Expression of *Azospirillum* Genes Involved in Plant-Growth Promotian. *The American Phytopathological Society*. 24(2):271-284
- Minorsky PV. 2008. Pyrroloquinoline Quinone: A New Plant Growth Promotion Factor. *Plant Physiol*. 146: 323–324.
- Munif, A. 2003. *Prinsip-Prinsip Pengelolaan Nematoda Parasit Tumbuhan Di Lapangan Dalam Bahan Pelatihan. Identifikasi Dan Pengolahan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan*. Bogor.
- Mustika, I. dan Y. Nuryani. 2003. *Penyakit-penyakit Utama Tanaman yang Disebabkan Oleh Nematoda. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Makalah pada "Pelatihan Identifikasi dan Pengelolaan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan"*. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT)-HPT, Institut Pertanian Bogor, 26-29 Agustus 2009. 34 h
- Najiyati, S., dan Danarti. 1997. *Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Najiyati, S., Danarti. 2001. *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurmahayu, I. 2008. Hubungan Nematoda Parasit dengan Tingkat Keparahan Penyakit Layu MWP (*mealybug wilt of Pineapple*) Pada Nanas (*ananas comosus* l. Merr).



- Park M, Kim C, Yang J, Lee H, Shin W, Kim S, & Sa T. 2005. Isolation and characterization of diazotrophic growth promoting bacteria from rhizosphere of agricultural crop of Korea. *Micro. Res.* 160:127-133.
- Phukan, I., M. Madhab, M. Bordoloi, S.R. Sarmah, P. Dutta, R. Begum, A. Tanti, S. Bora, S.C. Nair, S. Rai, S. Debnath, and B.K. Barthakur. 2012. Exploitation of RPTT microbes of tea for improvement of plant growth and pest suppression: A novel approach. *Two and a Bud.* 59:69-2012
- PPKKI, 2008. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika Gayo*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
- Podile AR and Kishore K. 2006. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Penyunting Plant Associated Bacteria. Netherlands: Springer.
- Pujiriyanto. 2005. *Desain Grafis Komputer (Teori Grafis Komputer)*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Raharjo, Pudji. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ramamoorthy, V., R. Viswanathan, T. Raguchandr, V. Prakasam, and R. Samiyappan. 2001. Introduction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plant against pests and diseases. *Crop Protection* 20:1-11
- Rao NSS. 2007. *Mikroorganisme dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI Press.
- Saefudin dan Setiawan. 2006. Teknik Pembuatan *Leaflet* untuk Kegiatan Marketing Informasi di Perpustakaan. *Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian*. 1 (1): 546-552.
- Serfoji, P., Rajeshkumar, S. dan Selvaraj, T. 2010. Management of root-knot nematoda, *Meloidogyne incognita* on tomato cv Pusa Ruby. by using vermicompost, AM fungus, *Glomus aggregatum* and mycorrhiza helper bacterium, *Bacillus coagulans*. *Journal of Agricultural Technology* Vol. 6 (1): 37-45.
- Soedibyo. 1988. *Alam Sumber Kesehatan*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sulaeman, Suparto, Eviarti. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

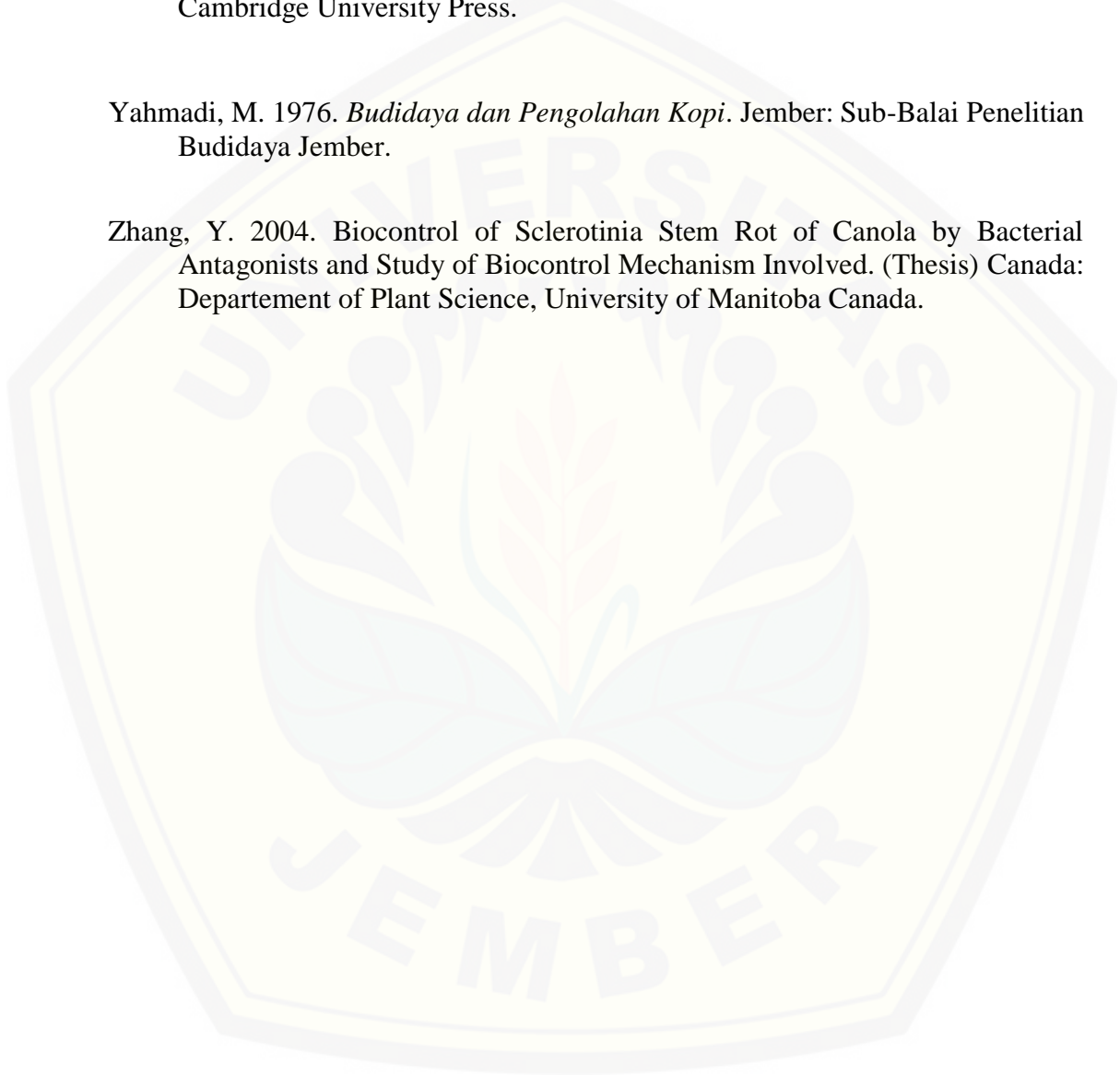
- Sulistiani, 2009. *Formulasi Spora Bacillus subtilis Sebagai Agens Hayati Dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Pada Berbagai Bahan Pembawa*. Skripsi IPB
- Thanh, D.T., L.T. Tarn., N.T. Hanh, N.H. Tuyen, Bharathkumar, Srinivasan, S.Y. Lee and K.S Park. 2009. Biological control of soilborne diseases on tomato, potato and black papper by selected RPTT in greenhouse and field in Vietnam. *Plant Pathology Journal* 25(3): 263-269
- Timmusk, S. 2003. Mechanism of Actions of the The Plant-Growth-Promoting Rhizo Bacterium *Paenibacillus polymixa* [Dissertation]. Uppsala, Sweden: Departement of Cell and Molecular Biology, Uppsala University.
- Tojlander, J. 2006. *Interaction between soil bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi*. Swedish university of agricultural science. Disertation.
- Vessey JK. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil* 255: 571-586
- Viveros OM, Jorquera MA, Crowley DE, Gajardo G, Mora ML (2010) Mechanisms and Practical Considerations Involved in Plant Growth Promotion by Rhizobacteria. *J Soil Sci Plant Nutr* 10: 293-319.
- Wahyudi, A.T. 2009. Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman: Prospeknya sebagai Agen Biostimulator & Biokontrol. *Nano Indonesia*. [www.nuance.com](http://www.nuance.com)
- Widodo, Kade G.A., Sudarsono, Ilyas S., 2006. Karakter Fisiologis dan Keefektifan Isolat Rhizobacteria Sebagai Agens Antagonis *Colletrichum capsici* dan Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai Kultura 41 (1): 28 – 34, March 2006.
- Wiryadi putra, S. & R. Hulupi. 1995. Uji Ketahanan Varietas Kopi Arabika Introduksi terhadap Nematoda *P. coffeae*. Makalah Konggres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Mataram, 25–27 September 1995, 8p.
- Wiryadi putra, S. dan O. Atmawinata. 1998. *Kopi (Coffea spp.) dalam: Pedoman Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Perkebunan*. Puslitbang Tanaman Industri Badan Litbang Pertanian. Deptan. Hal.53-59.

Wiryadiputra, Anggraini, Waluyo, dan Pujiastuti. 2010. *Pengaruh Ekstrak Biji Sirsak (Anona muricata) Terhadap Perkembangan Nematoda Pratylenchus coffeae Pada Tanaman Kopi Arabika*. Jurnal Pelita Perkebunan, 26 (3): 156-168.

Whitehead, A. G. 1998. *Plant Nematoda Kontrol*. CAB International, UK: Cambridge University Press.

Yahmadi, M. 1976. *Budidaya dan Pengolahan Kopi*. Jember: Sub-Balai Penelitian Budidaya Jember.

Zhang, Y. 2004. *Biocontrol of Sclerotinia Stem Rot of Canola by Bacterial Antagonists and Study of Biocontrol Mechanism Involved*. (Thesis) Canada: Departement of Plant Science, University of Manitoba Canada.



**Lampiran A. Desain Tata Letak Unit Percobaan Penelitian**

B.2.9	A.1.4	G.7.6	B.2.3	E.5. 9	C.3.6	E.5.4	D.4.8	E.5.6	E.5.8
G.7.5	G.7.1	G.7.1 0	A.1.1	F.6.5	F.6.9	E.5.2	F.6.7	C.3. 8	C.3. 5
A.1.3	A.1.2	B.2.8	F.6.8	E.5. 7	F.6.4	D.4. 6	E.5.3	C.3. 9	D.4. 7
B.2.1 0	B.2.6	A.1.8	C.3.7	F.6.3	E.5.5	F.6.6	C.3.1 0	D.4. 5	F.6.2
A.1.9	G.7.9	G.7.8	F.6.1 0	C.3. 3	D.4.1 0	D.4. 1	D.4.4	C.3. 2	E.5.1
G.7.7	A.1.1 0	A.1.6	D.4.9	C.3. 4	D.4.2	F.6.1	E.5.1 0	D.4. 3	C.3. 1
B.2.4	B.2.2	G.7.3	G.7.2	B.2. 5	G.7.4	A.1. 7	B.2.7	B.2. 1	A.1. 5

**Lampiran B.1** Lembar Penilaian dan Validasi Leaflet**”Formula Rhizobacteria dalam Limbah Blotong sebagai Pengendali Populasi *Pratylenchus coffeae* serta Pemacu Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)”****I. Identitas Peneliti**

Nama : Ervan Prasetyo  
NIM : 120210103084  
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
(FKIP) Universitas Jember

**II. Pengantar**

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada program studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember, penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Judul penelitian yang dilakukan penyusun adalah “Pengaruh Formula *Rhizobacteria* dalam Limbah Blotong terhadap Populasi *Pratylenchus Coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Leaflet*”.

Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam menilai produk *leaflet* dengan melakukan pengisian lembar uji validitas yang peneliti ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin oleh kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validitas uji produk edukatif yang sudah diajukan.

Hormat saya,

Peneliti

**I. Identitas Validator (Materi)**

Nama : .....

Alamat : .....

No. Telp/*Handphone* : .....

Pekerjaan : .....

**II. Keterangan Skor Penilaian**

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

**III. Petunjuk**

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom nilai yang telah disediakan.
2. Jika perlu adanya perbaikan atas produk ini, mohon memberikan revisi dan masukan pada bagian saran atau komentar dibagian akhir instrument penilaian ini.

**IV. Instrumen Penilaian *Leaflet***

No.	Indikator	Skor (S)			
		1	2	3	4
1	Materi yang disajikan aktual dan bermanfaat				
2	Materi yang disampaikan sesuai dengan keadaan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari				



Kesimpulan:

Dilihat dari semua aspek, apakah *leaflet* ini layak atau tidak layak untuk digunakan pada masyarakat?

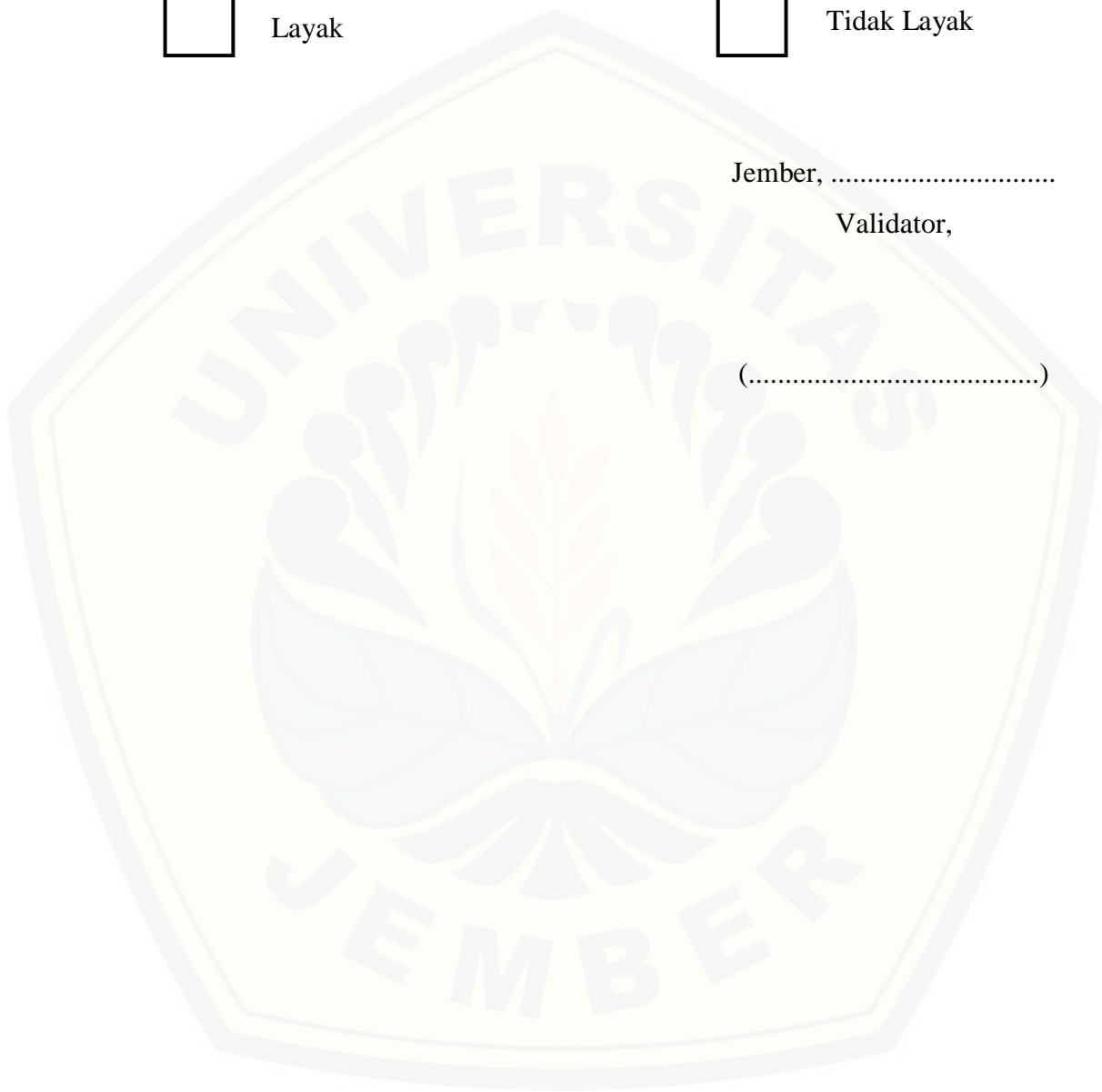
Layak

Tidak Layak

Jember, .....

Validator,

(.....)





**I. Identitas Validator (Media)**

Nama : .....

Alamat : .....

No. Telp/*Handphone* : .....

Pekerjaan : .....

**II. Keterangan Skor Penilaian**

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

**III. Petunjuk**

- Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom nilai yang telah disediakan.
- Jika perlu adanya perbaikan atas produk ini, mohon memberikan revisi dan masukan pada bagian saran atau komentar dibagian akhir instrument penilaian ini.

**IV. Instrumen Penilaian *Leaflet***

No.	Indikator	Skor (S)			
		1	2	3	4
1	Desain fisik dan pemilihan warna tiap bagian terlihat serasi.				
2	Kemenarikan <i>layout</i>				



Kesimpulan:

Dilihat dari semua aspek, apakah *leaflet* layak atau tidak layak untuk digunakan pada masyarakat?

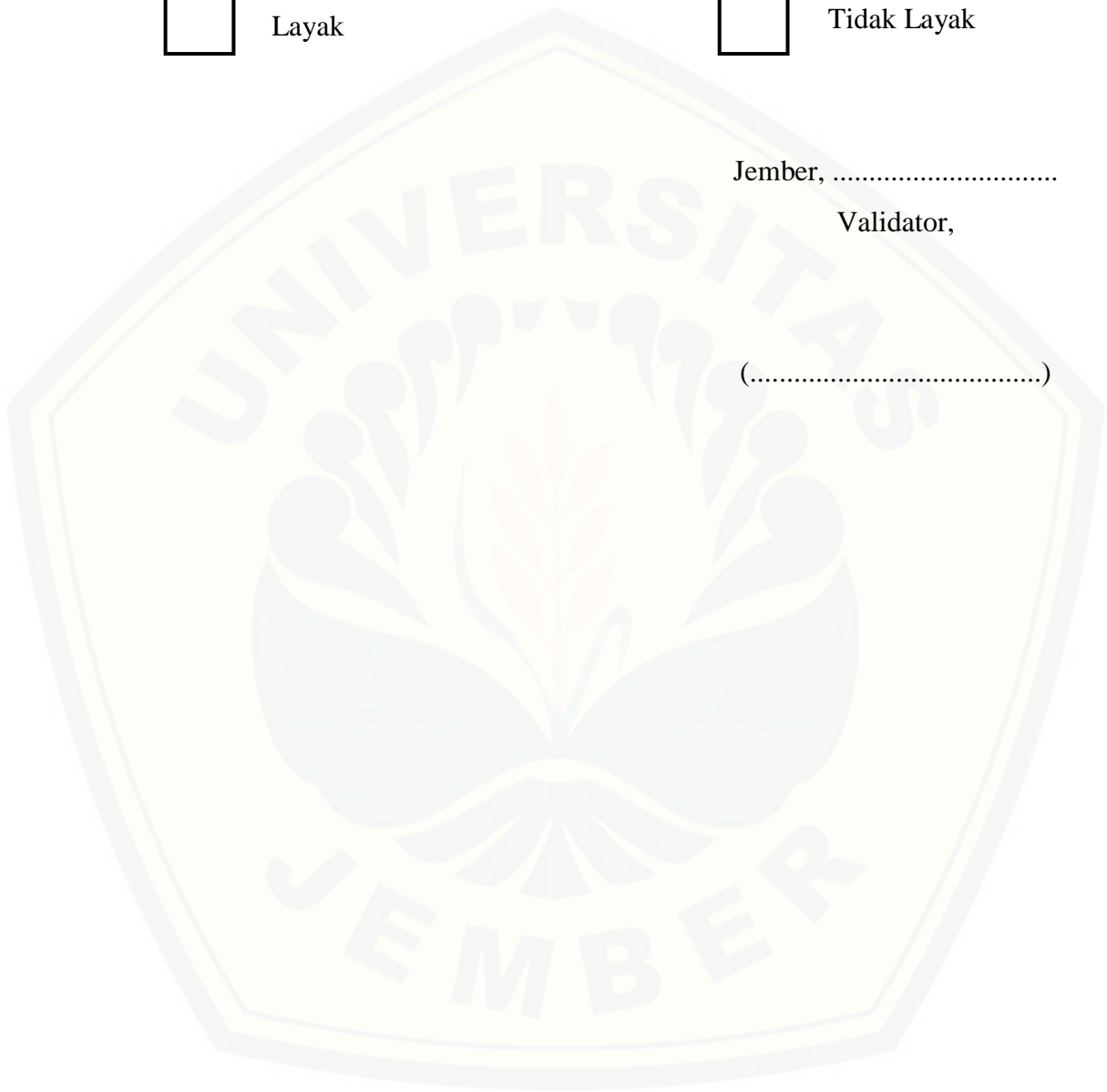
Layak

Tidak Layak

Jember, .....

Validator,

(.....)



**Lampiran B.2.** Hasil Validasi Leaflet















Lampiran C. Leaflet

### Keunggulan Formula Rhizobacteria dalam Limbah Blotong

Formula *Rhizobacteria* (kerapatan  $10^8$  + limbah blotong) mampu menurunkan populasi nematoda *P. coffeae* berkisar antara 46,2%-60,3%. Bakteri dalam formula *Rhizobacteria* dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman kopi untuk menghasilkan beberapa enzim diantaranya enzim peroksidase, asam salisilat, dan asam jasmonat. Enzim tersebut berperan penting dalam ketahanan tanaman terhadap patogen. Selain itu, formula *Rhizobacteria* dalam limbah blotong juga berfungsi sebagai PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) yang mampu memacu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Berikut merupakan gambar yang menunjukkan kondisi tanaman dan akar kopi yang terserang Nematoda *P. coffeae* (A) dan yang telah diberi formula *Rhizobacteria* dalam limbah blotong (B). Gambar tersebut jelas menunjukkan perbedaan kondisi tanaman kopi dan akarnya. Tanaman kopi yang terserang oleh nematoda berwarna coklat kehitaman dan serabut akarnya hampir habis, daun-daunnya juga menguning dan pucuk batangnya pendek, sedangkan tanaman kopi yang diberi perlakuan penambahan formula *Rhizobacteria* dalam limbah blotong memiliki akar yang lebih subur dan serabut akarnya lebih banyak kemudian kondisi daunnya juga segar dan tumbuh tinggi.

(A) (B)

### Formula Rhizobacteria dalam Limbah Blotong

+

"

### solusi tepat untuk pengendalian *Pratylenchus coffeae* serta pemacu pertumbuhan tanaman kopi

"

**ERVAN PRASETYO**

FORMULA RHIZOBACTERIA  
DALAM LIMBAH BLOTONG  
SEBAGAI PENGENDALI POPULASI  
*Pratylenchus coffeae*  
SERTA PEMACU PERTUMBUHAN  
BIBIT KOPI ARABIKA  
(*Coffea arabica* L.)

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

### *Pratylenchus coffeae*

Sejauh ini, *P. coffeae* adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Hal ini disebabkan nematoda tersebut ditemukan hampir di semua provinsi penghasil kopi, pada ketinggian antara nol sampai lebih dari 1.000 mdpl. Sedangkan saat ini Indonesia merupakan Negara ke-3 terbesar selaku Produsen Kopi di Dunia, salah satu produk terkemuka yang menjadi komoditi andalan yakni Kopi Arabika.

Nematoda ini mampu menginfeksi hingga akhirnya merusak akar tanaman kopi hingga mengalami kematian. Nematoda *P. coffeae* memakan jaringan korteks (kulit akar) tanaman kopi yang menyebabkan kulit akar serabut terluka, membusuk dan mati. Ciri khusus *P. coffeae* adalah adanya stylet pada bagian kepalanya, berfungsi sebagai alat penetrasi ke dalam jaringan tanaman dan kemudian memakan cairan di dalam sel.

*P. coffeae* bertelur di dalam jaringan akar. Daur hidupnya berkisar antara 45-48 hari dengan rincian sebagai berikut: inkubasi telur selama 15-17 hari, perkembangan larva hingga menjadi dewasa sekitar 15-16 hari dan perkembangan nematoda dewasa hingga meletakkan telur sekitar 15 hari.

Adanya serangan dari *P. coffeae* dapat membahayakan produksi Kopi Arabika di Indonesia. Oleh sebab itu perlu ada pengendalian terhadap nematoda parasit tersebut dengan pengendalian hayati menggunakan produk ramah lingkungan.

### Gejala Kerusakan *Pratylenchus coffeae*

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

### Formula Rhizobacteria dalam Limbah Blotong

RHIZOBACTERIA

Rhizobacteria merupakan sejenis bakteri yang hidup di sekitar perakaran tumbuhan. Beberapa bakteri yang termasuk dalam Rhizobacteria seperti bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*.

FORMULA RHIZOBACTERIA DALAM LIMBAH BLOTONG

Formula *Rhizobacteria* merupakan formulasi yang mengandung bakteri *P. diminuta* dan *B. subtilis* dengan bahan pembawa limbah padat berupa blotong yang menghasilkan senyawa tertentu dan bersifat racun terhadap nematoda parasit *P. coffeae* sehingga mampu menekan pertumbuhan dan menurunkan populasi Nematoda *P. coffeae*. Formula *Rhizobacteria* yang digunakan merupakan campuran dari bahan aktif rhizobacteria dengan kerapatan  $10^8$  dicampur dengan limbah blotong.

Perlu diketahui bahwa limbah blotong merupakan salah satu sampingan limbah pabrik gula yang dapat dijadikan bahan pupuk organik bagi tanaman. Baon (1994), menyatakan bahwa kandungan hara-hara tertentu di dalam blotong ternyata cukup tinggi dan menempatkan blotong lebih unggul daripada organik lainnya, sebab selain dapat memperbaiki sifat fisik tanah juga dapat sebagai sumber hara yang dapat menguntungkan tanaman. Blotong dapat menyumbangkan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg serta unsur hara mikro seperti Fe, Mn, Zn, Mo, dan B ke dalam tanah.

Lampiran D. Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
Pengaruh Formula <i>Rhizobacteria</i> dalam Limbah Blotong terhadap Populasi <i>Pratylenchus Coffeae</i> dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika ( <i>Coffea arabica</i> L.) serta Pemanfaatannya sebagai <i>Leaflet</i>	Rizosfer tumbuhan merupakan habitat berbagai spesies bakteri yang secara umum dikenal sebagai <i>rhizobacteria</i> . Kemampuan untuk memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, memproduksi senyawa siderofor dan hidrogen sianida (HCN), enzim kitinase, protease, dan selulase merupakan karakteristik <i>rhizobacteria</i> yang diinginkan (Zhang, 2004). Isolat <i>rhizobacteria</i> dapat	a. Adakah pengaruh formula <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong terhadap penurunan populasi <i>P. coffeae</i> dan peningkatan pertumbuhan bibit kopi Arabika? b. Berapakah dosis formula padat <i>rhizobacteria</i> yang terbaik dalam menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan	d. Menguji kemampuan formula <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong untuk menurunkan populasi <i>P. coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika. e. Mengetahui dosis bahan aktif pada formula <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong yang terbaik dalam menurunkan populasi <i>P.</i>	a. Variabel Bebas dalam penelitian ini adalah formula <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong yang diberikan ke bibit kopi Arabika. b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah jumlah populasi nematoda <i>P. coffeae</i> . Perhitungan <i>P. coffeae</i> berdasarkan nematoda parasit yang berada di	1. Tinggi bibit (cm), 2. Jumlah daun (helai), 3. Berat basah tajuk (gram), 4. Berat kering tajuk (gram), 5. Jumlah nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> , 6. Skor kerusakan akar	1. Untuk menganalisis data hasil penelitian, dipergunakan rancangan acak lengkap (RAL). 2. Untuk mengetahui formula cair <i>Rhizobacteria</i> dalam mengendalikan <i>Pratylenchus coffeae</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit Kopi Arabika ( <i>Coffea arabica</i> L.) dilakukan uji

	<p>berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman atau <i>plant growth promoting rhizobacteria</i> (PGPR) dan sebagai agen antagonis terhadap patogen tanaman (Timmusk, 2003).</p> <p>Berdasarkan hasil penelitian mengenai isolat <i>rhizobacteria</i> seperti <i>Pseudomonas</i> sp, <i>Bacillus</i> sp, dan <i>Sternothrophomona</i> sp. diketahui mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap organisme pengganggu dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil bawang merah (Ernita <i>et al.</i>, 2010). Ketahanan tanaman ini dipicu oleh agen</p>	<p>meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika?</p> <p>c. Apakah <i>leaflet</i> yang disusun berdasarkan data hasil uji formula <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong terhadap populasi <i>P. coffeae</i> dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (<i>C. arabica</i> L.) layak untuk digunakan.</p>	<p><i>coffea</i> dan meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika.</p> <p>f. Mengetahui <i>leaflet</i> yang disusun dari data hasil uji formula padat <i>rhizobacteria</i> dalam limbah blotong terhadap populasi <i>P. coffeae</i> dan pertumbuhan bibit kopi Arabika (<i>C. arabica</i> L.) layak dikembangkan atau tidak.</p>	<p>dalam akar dan tanah serta pertumbuhan bibit kopi arabika yang terdiri dari tinggi tanaman (cm), jumlah daun, berat basah tajuk, berat kering tajuk dan skor kerusakan akar.</p> <p>c. Variabel kontrol / kendali dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:</p> <p>a. Media tanam yang digunakan merupakan campuran dari tanah, pasir dan kompos.</p> <p>b. Bibit kopi yang digunakan adalah</p>		<p>anova dengan taraf signifikansi 95% (<math>p &lt; 0,05</math>).</p>
--	--	--	---	--	--	--

	<p>stimulan berupa <i>rhizobacteria</i>.                  Ketahanan tumbuhan dapat berkurang ketika diinfeksi oleh patogen yang bersifat virulen, karena patogen mampu mengatasi reaksi ketahanan tanaman (Widodo <i>et al.</i>, 2006). Produk pertanian seringkali mengalami penurunan kuantitas maupun kualitas hasil yang menyebabkan kurangnya daya saing di pasaran. Hal ini bisa disebabkan serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada produk tanaman dan adanya residu pestisida. Masalah OPT tidak timbul begitu saja dan sifatnya tidak</p>			<p>bibit kopi dengan jenis yang sama dan berasal dari tempat persemaian yang sama yaitu bibit kopi jenis Arabika yang berumur 2 bulan dan berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining , Kecamatan Jenggawah , Kabupaten Jember.                  c. Sumber nematoda <i>P. coffeae</i> yang</p>		
--	---	--	--	--	--	--

	<p>langsung mendadak. Ledakan OPT terjadi karena kombinasi antara faktor tanaman, OPT itu sendiri, dan lingkungan yang saling mendukung.</p> <p>Nematoda merupakan salah satu jenis organisme pengganggu tumbuhan (OPT) penting terutama di negara tropis termasuk Indonesia. Kerusakan tanaman karena nematoda parasit kurang disadari baik oleh para petani maupun para petugas yang bekerja di bidang pertanian di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh ukuran nematoda yang sangat kecil dan gejala utama serangan nematoda terdapat di dalam</p>			<p>digunakan dalam penelitian ini diambil dari sumber dan tempat yang sama yaitu dari akar tanaman kopi pada bedengan bibit tanaman kopi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining , Kecamatan Jenggawah , Kabupaten Jember dan berada dalam stadium</p>		
--	---	--	--	--	--	--

	<p>tanah. Gejala akibat serangan nematoda berupa pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun kuning klorosis dan akhirnya tanaman mati. Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau OPT lainnya seperti jamur, bakteri dan virus. Akibat serangan nematoda dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi produktivitas, dan kualitas produksi.</p> <p>Berdasarkan penelitian Wiryadiputra (1998) salah satu tanaman yang sering diserang nematoda adalah kopi, baik jenis Robusta maupun</p>			<p>juvenil dan dewasa yang sama.</p> <p>d. Sumber air penyiraman tanaman kopi yang digunakan merupakan sumber air dari tempat yang sama yakni air dari <i>Green House</i> Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining, Kecamatan Jenggawah, Kabupaten Jember.</p>		
--	---	--	--	--	--	--

	<p>Arabika. Terdapat dua jenis nematoda penting yang menyerang tanaman kopi khususnya kopi jenis Arabika yaitu nematoda parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> dan <i>Radopholus similis</i>. Hingga saat ini belum ada cara pengendalian yang ekonomis untuk tanaman kopi yang sudah terserang (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008).</p> <p>Sejauh ini, <i>P. coffeae</i> adalah nematoda yang paling umum dan membahayakan tanaman kopi di Indonesia. Hal ini disebabkan nematoda tersebut ditemukan hampir di semua provinsi penghasil kopi, pada</p>					
--	--	--	--	--	--	--



	<p>ketinggian antara nol sampai lebih dari 1.000 mdpl. Menurut Wiryadiputra (1995), di perkebunan kopi Robusta kerugian hasil yang disebabkan oleh <i>P. coffeae</i> dapat mencapai 78%, dengan rata-rata sekitar 57%. Di perkebunan kopi Arabika, <i>P. coffeae</i> menyebabkan kerugian total karena tanaman kopi dapat mati pada usia dua tahun. <i>P. coffeae</i> mampu menginfeksi akar tanaman inang pada fase juvenil dan dewasa. Kumar (1982) melaporkan bahwa akar kopi Arabika lebih mudah ditembus oleh <i>P. coffeae</i> dibandingkan</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>dengan kopi Robusta. Sekitar 10% dari nematoda efektif menembus akar dalam waktu empat sampai lima hari inokulasi, sementara hanya 3% dari nematoda menembus akar Robusta dalam waktu enam sampai delapan hari inokulasi.</p> <p>Melihat potensi kerusakan yang ditimbulkannya maka pengendalian <i>P. coffeae</i> mutlak diperlukan. Pengendalian <i>P. coffeae</i> di Indonesia saat ini, masih cenderung menggunakan nematisida kimia. Adanya kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>nematisida kimia menuntut adanya pengendalian <i>P. coffeae</i> secara biologis. Pengendalian biologis ini bertujuan menjadi pengendalian yang ramah lingkungan dan berdampak terhadap kualitas kopi yang sesuai dengan tuntutan konsumen seperti keamanan pangan, pelestarian lingkungan serta peningkatan kesejahteraan petani dan nilai sosial lainnya yang sesuai dengan ideologi <i>Green Economy</i>.</p> <p>Banyak hasil penelitian yang membuktikan bahwa <i>rhizobacteria</i> berpotensi sebagai agen hayati dalam pengendalian</p>					
--	---	--	--	--	--	--

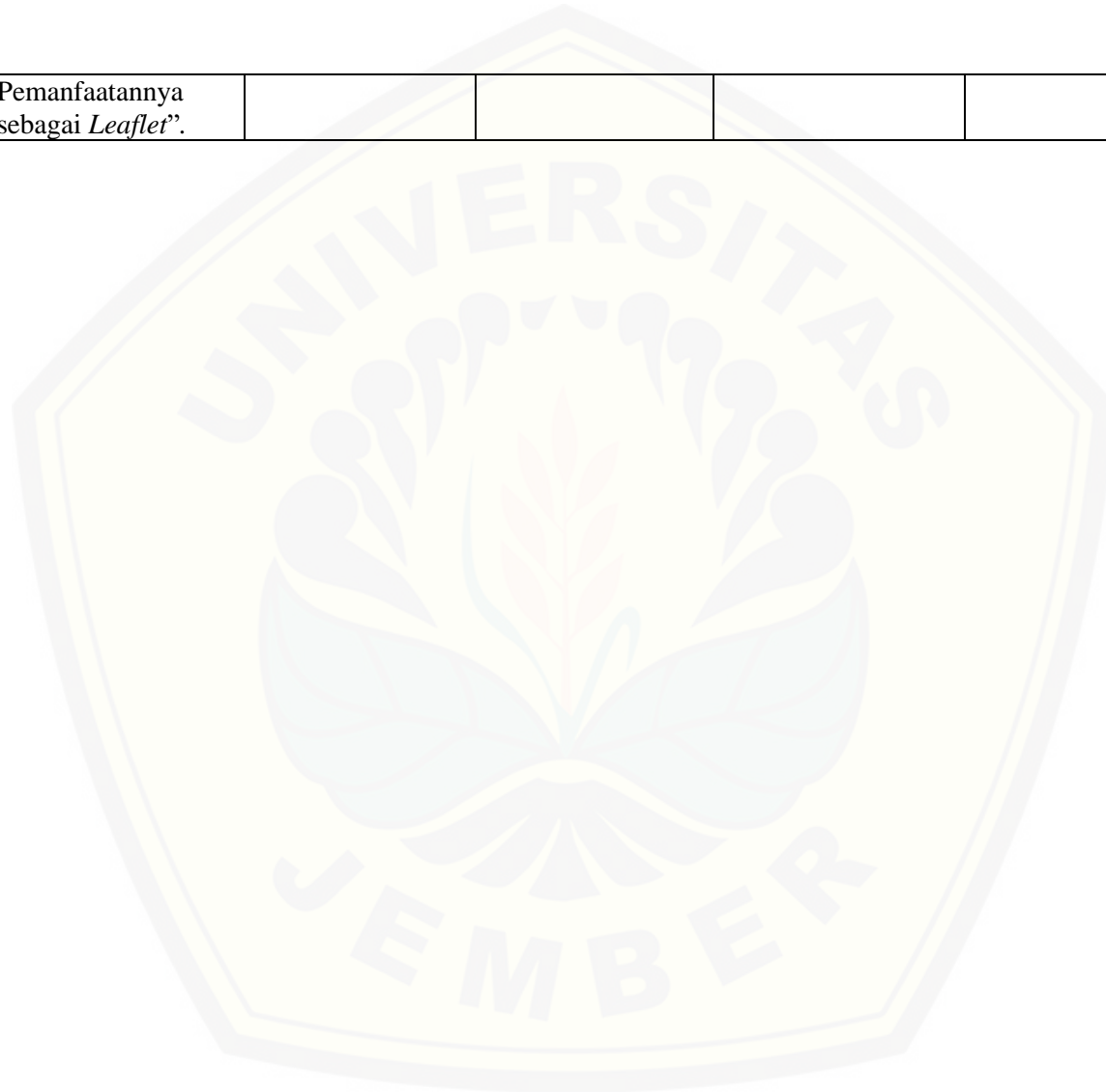
	<p>biologis. Salah satunya adalah penelitian Asyiah (2015) yang membuktikan bahwa isolat <i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i> memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi sekaligus mampu mengendalikan populasi nematoda parasit <i>P. coffeae</i> dengan baik. Bahkan kemampuan mengendalikan populasi nematoda <i>P. coffeae</i> mendekati nematisida karbofuran. <i>B. subtilis</i> pada kepadatan <math>10^8</math> cfu per bibit mampu menekan populasi <i>P. coffeae</i> dalam akar</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>bibit kopi sampai 71,3%, sedangkan perlakuan <i>P. diminuta</i> dosis <math>2.10^8</math> cfu/ bibit mampu menekan populasi nematoda <i>P. coffeae</i> sebesar 64,2%.</p> <p>Adanya potensi besar dari <i>rhizobacteria</i> yakni <i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i> dalam bentuk isolat masih perlu dikembangkan dalam bentuk yang aplikatif. Aplikasi <i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i> bisa dalam bentuk formula padat sehingga petani dapat mengaplikasikannya pada saat pemupukan. Untuk proses pengaplikasian isolat tersebut tentu dibutuhkan informasi mengenai dosis yang tepat dan</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>aman bagi tanaman kopi sehingga selain dapat mengendalikan nematoda juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi. Dosis yang tepat tentu saja akan memaksimalkan kerja metabolit sekunder dari isolat <i>rhizobacteria</i> sehingga efektif dalam mengendalikan nematode dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi.</p> <p>Pengetahuan tentang pengaruh formula <i>rhizobacteria</i> dalam libah blotong terhadap populasi nematoda, khususnya <i>P. coffeae</i> perlu disebarluaskan</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>kepada masyarakat luas khususnya para petani kopi. Kurangnya minat membaca dan keterbatasan waktu untuk mengakses informasi tersebut, maka diperlukan sumber informasi yang menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat salah satunya dalam bentuk <i>leaflet</i>.</p> <p>Berdasarkan latar belakang di atas maka, akan dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Formula <i>Rhizobacteria</i> dalam Limbah Blotong terhadap Populasi <i>Pratylenchus Coffeae</i> dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> L.) serta</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	Pemanfaatannya sebagai <i>Leaflet</i> ".					
--	--	--	--	--	--	--





**Lampiran E. Dokumentasi Penelitian**

Gambar 1. Blender untuk menghaluskan akar tanaman kopi



Gambar 2. Saringan mesh digunakan untuk menyaring nematoda hasil ekstraksi



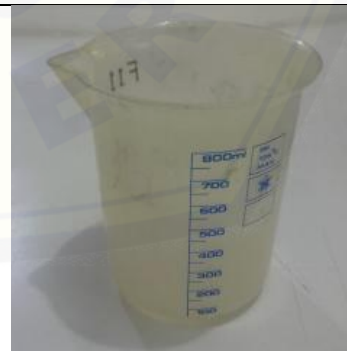
Gambar 3. Gunting yang digunakan untuk memotong akar tanaman



Gambar 4. Timbangan analitik untuk menimbang berat akar dan tajuk



Gambar 5. Sentrifuge yang digunakan untuk memisahkan nematoda dari akar atau tanah



Gambar 6. Beaker glass sebagai tempat hasil ekstraksi nematoda



Gambar 7. Saringan dan kain untuk ekstraksi metode baermann



Gambar 8. Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu ketika menghaluskan akar dan sentrifuge



Gambar 9. Oven untuk mengeringkan tajuk



Gambar 10. Autoclave untuk sterilisasi media tanam



Gambar 11. Shaker digunakan untuk menghomogenkan formula



Gambar 12. Erlenmeyer, gelas ukur, dan bunsen digunakan untuk formulasi



Gambar 13. Pembibitan benih kopi arabika selama 2 bulan



Gambar 14. Penanaman bibit kopi ke dalam pot dan pemberian perlakuan



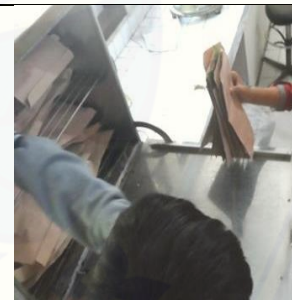
Gambar 15. Panen kopi dan pengukuran skor kerusakan akar



Gambar 16. Pengukuran jumlah daun dan tinggi akhir tanaman kopi



Gambar 17. Menimbang tajuk dan akar



Gambar 18. Mengeringkan tajuk dalam oven



Gambar 19. Mencuci akar agar terpisah dari sisa media tanam



Gambar 20. Proses Pemotongan akar untuk ekstraksi



Gambar 21. Proses ekstraksi tanah



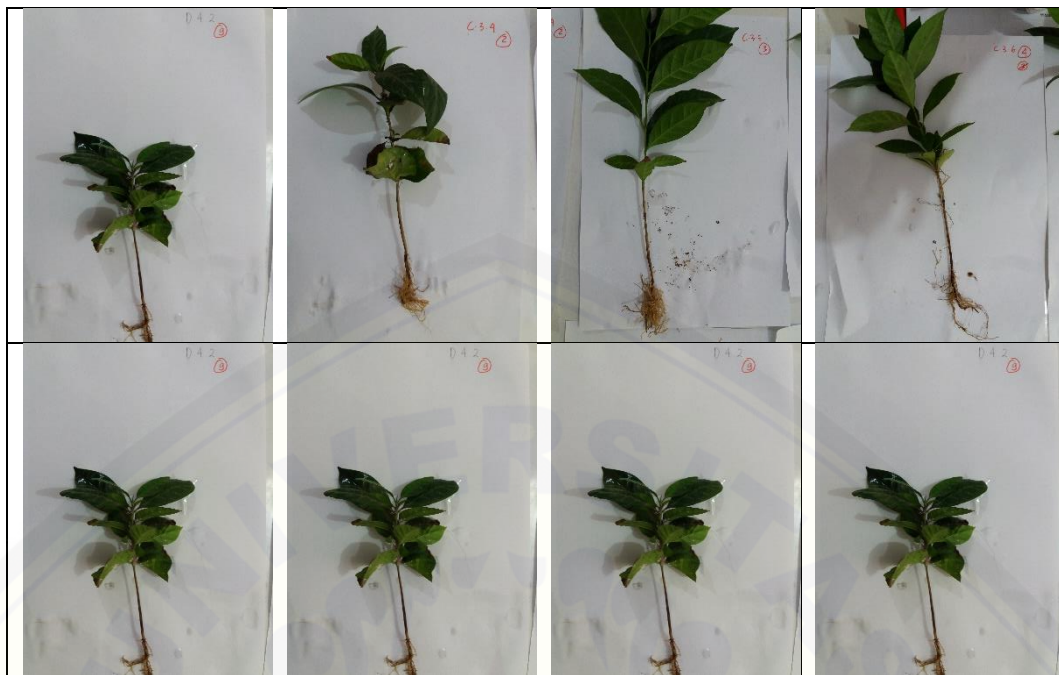
Gambar 22. Ekstraksi akar dengan metode bearmann



Gambar 23. Ekstraksi akar dan tanah menggunakan metode sentrifuge



Gambar 24. Perhitungan nematoda hasil ekstraksi akar dan tanah




Sample Bibit Kopi Arabika yang telah diberi perlakuan



Sample Akar Kopi Arabika yang telah diberi perlakuan

## LAMPIRAN F. Analisis Kandungan Unsur Hara


## F.1 Hasil Analisis Tanah dan Blotong

		KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI POLITEKNIK NEGERI JEMBER <b>LABORATORIUM TANAH</b> Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68121 Telp.(0331) 333532 pes.128, Fax. (0331) 333531	
<b>LAPORAN ANALISIS</b>			
Nomer : 10 /Lab Tanah/VIII/2015			
Tanggal Masuk	:	11 Agustus 2015	
Pengirim	:	Luthfiyatul H	
Alamat	:	FKIP Biologi UNEJ	
Tanggal Selesai	:	14 Agustus 2015	
Jenis Sampel/jumlah	:	A. Tanah / 1 Sample B. Blotong / 1 Sample C. Molase (Tetes) / 1 Sample	
<b>HASIL ANALISIS</b>			
<b>A. Tanah</b>			
NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1	N - Total	%	0,24
2	P - Total	mg/ 100 g	16,7
3	P - Tsd	ppm	14,65
4	K - Tsd	ppm	79,82
5	C - Org	%	2,39
6	C/N Ratio	-	9,95
<b>B. Blotong</b>			
NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA
1	N - Total	%	1,89
2	P - Total	mg/ 100 g	24,7
3	K <sub>2</sub> O	%	1,58
4	C - Org	%	29,09

**F.2 Hasil Analisis Molase****C. Molase / Tetes**

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

Jember, 14 Agustus 2015  
Kepala Laboratorium Tanah



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

## LAMPIRAN G. Surat Izin Penelitian



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

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

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

JEMBER

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

Ketua Peneliti/NIP/NIDN : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P/197306142008012008  
 Anggota Peneliti/NIP/NIDN : 1. Dr. Rita Harni, M.Si/  
 2. Dr. Ir. Reginawanti Hindersah/  
 3. Dwi Suci Rahayu, S.P., M.Si/  
 Mahasiswa Terlibat/NIM : 1. Danti Prellasita S/120210103004  
 2. Ellena Lilipaly F.L/120210103005  
 3. Qurrotul A'yuni/120210103001  
 4. Wulan Anggraeni/120210103048  
 5. Lutfiatul Hasanah/120210103077  
 6. Ervan Prasetyo/120210103084  
 7. Rizka Haqi Abadi/120210103100  
 Fakultas / Jurusan : FKIP  
 Alamat : Jl. Kalimantan No. 37, Jember Telp. 0331-339385 / Fax. 0331-337818  
 Judul Penelitian : Optimalisasi Peranan Mikoriza (*Glomus sp.* dan *Gigaspora sp* Dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus Coffeae* (>80%) dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah Pada Tanaman Kopi dengan Penambahan Mycorrhiza Helper Bacteria (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* dan Phosphate Solubilizing Bacteria (*P. Mallei* dan *B. Mycoides*)  
 Lokasi Penelitian : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember  
 Lama Penelitian : 09 April 2015 – 30 November 2015

maka kami mohon dengan hormat bantuan Saudara untuk memberikan ijin kepada Dosen yang bersangkutan untuk melaksanakan kegiatan penelitian sesuai dengan judul di atas.

Demikian atas kerjasama dan bantuan Saudara disampaikan terima kasih.

Ketua,

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

Tembusan Kepada Yth. :

1. Dosen ybs
2. Arsip

