



**PENGARUH BIONEMATISIDA PADAT ORGANIK DENGAN
KANDUNGAN BAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN
RIZOBAKTER TERHADAP POPULASI NEMATODA
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

Oleh
Yolanda Dhea Afelia
NIM 150210103021

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



**PENGARUH BIONEMATISIDA PADAT ORGANIK DENGAN
KANDUNGAN BAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN
RIZOBAKTER TERHADAP POPULASI NEMATODA
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana pendidikan (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

**Yolanda Dhea Afelia
NIM 150210103021**

Dosen Pembimbing I: Dr. Iis Nur Asyiah, S. P., M. P
Dosen Pembimbing II: Mochammad Iqbal, S. Pd., M.Pd

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



**PENGARUH BIONEMATISIDA PADAT ORGANIK DENGAN
KANDUNGAN BAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN
RIZOBAKTER TERHADAP POPULASI NEMATODA
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar sarjana pendidikan (S1) pada Progam Studi Pendidikan Biologi

Oleh

**Yolanda Dhea Afelia
NIM 150210103021**

Dosen Pembimbing I: Dr. Iis Nur Asyiah, S. P., M. P
Dosen Pembimbing II: Mochammad Iqbal, S. Pd., M.Pd

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

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang. Saya persembahkan skripsi ini dengan segenap kerendahan hati serta cinta dan kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Agus Siswanto dan Ibu Yuyun Lestari, saudara saya Noval Fandi Gusfian yang selalu memberikan doa dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember serta Guru saya pada saat TK, SD, SMP, dan SMA, yang dengan ikhlas memberikan ilmu, waktu, dan tenaga untuk membimbing, dan mendidik saya selama ini.
3. Almamater yang saya banggakan Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

MOTTO

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertaqwalah kepada Allah agar kamu beruntung” (Terjemahan Qs. Ali-Imran[4:200]¹)



¹ Departemen Agama RI. 2009. Al-Quran dan Terjemahannya. Jakarta

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yolanda Dhea Afelia

NIM : 150210103021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul:

“Pengaruh Bionematisida Padat Organik dengan Kandungan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet” adalah karya saya sendiri, kecuali dalam pengutipan substansi yang disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab terhadap keabsahan dan kebenaran isi yang terdapat di dalamnya dengan sikap dan etika ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 24 Juli 2019

Yang menyatakan,

Yolanda Dhea Afelia

NIM. 150210103021

SKRIPSI

**PENGARUH BIONEMATISIDA PADAT ORGANIK DENGAN
KANDUNGAN BAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN
RIZOBAKTER TERHADAP POPULASI NEMATODA
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET**

Oleh
Yolanda Dhea Afelia
NIM 150210103021

Dosen Pembimbing I : Dr. Iis Nur Asyiah, S. P., M. P
Dosen Pembimbing II : Mochammad Iqbal, S. Pd., M.Pd

PERSETUJUAN

PENGARUH BIONEMATISIDA PADAT ORGANIK DENGAN
KANDUNGAN BAHAN AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN
RIZOBAKTER TERHADAP POPULASI NEMATODA
Pratylenchus coffeae DAN PERTUMBUHAN BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan dan
mencapai gelar sarjana pendidikan (S1) pada Progam Studi
Pendidikan Biologi

Oleh:

Nama : Yolanda Dhea Afelia
NIM : 150210103021
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2015
Daerah Asal : Banyuwangi
Tempat, Tanggal Lahir : Banyuwangi, 06 Juli 1997

Disetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Bionematisida Padat Organik dengan Kandungan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Rabu, 24 Juli 2019

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji,

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Iis Nur Asyiah, S. P., M. P

NIP. 19730614 200801 2 008

Mochammad Iqbal, S. Pd., M.Pd

NIP. 19880120 201212 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Ir. Imam Mudakir., M. Si

NIP. 19640510 199002 1 001

Erlia Narulita, S. Pd., M. Si., Ph. D

NIP. 19800705 200604 2 004

Mengesahkan,

Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M. Sc., Ph. D

NIP. 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengaruh Bionematisida Padat Organik dengan Kandungan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet; Yolanda Dhea Afelia; Juli 2019; 69 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Nematoda *Pratylenchus coffeae* menyerang tanaman kopi pada bagian akar yang terutama adalah bagian serabut akar yang berfungsi menyerap unsur hara dan air. Serangan tersebut akan menimbulkan luka pada akar serabut yang kemudian membuat akar berubah menjadi kecoklatan dan busuk. Tanda serangan nematoda di atas permukaan tanah yaitu gangguan pertumbuhan tanaman sehingga tanaman kopi akan terlihat kerdil, menguningnya daun tertua yang kemudian daun akan rontok bahkan tanaman akan mati (Rahardjo,2012:167).

Pengendalian nematoda *P. coffeae* masih banyak menggunakan nematisida kimia yang dapat menyebabkan matinya agen bukan target, dan pencemaran lingkungan. Karena itu, perlu adanya penggunaan bahan yang lebih aman dalam mengendalikan nematoda parasit. Karena itu, perlu adanya penggunaan bahan yang lebih aman dalam mengendalikan nematoda parasit yaitu dengan menggunakan bakteri endofit dan rizobakter. Masyarakat sendiri belum begitu memahami tentang nematoda parasit pada tanaman sehingga perlu adanya penyampaian informasi tersebut secara ringkas dan jelas yaitu dengan menggunakan media leaflet. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi robusta serta pemanfaatannya sebagai leaflet.

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yaitu tahap persiapan yang meliputi persiapan media tanam, persiapan pupuk, persiapan bibit kopi robusta, persiapan nematoda *P. coffeae* untuk aplikasi. Tahap aplikasi lapang yaitu pengaplikasian bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit

dan rizobakter sebanyak 1 g/pot dan nematoda *P. coffeae* 50 ekor/pot pada setiap perlakuan. Pengaplikasian bionematisida padat organik dilakukan dengan menaburkannya disekitar perakaran tanaman, begitu pula dengan nematoda disiramkan diarea sekitar perakaran tanaman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan, masing-masing perlakuan terdapat 5 ulangan, setiap ulangan terdapat 4 subunit. Perlakuan dilakukan selama 16 minggu. Data dianalisis menggunakan uji ANOVA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter berpengaruh signifikan terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* pada bibit kopi robusta dengan nilai signifikansi ($p= 0,031$) dengan persentase penekanan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* sebesar 48-67% dibandingkan perlakuan E yaitu perlakuan kontrol. Perlakuan D (Kombinasi SK 15+BS+KB 1/1+KB 6/3+PD+KB 1/4) memberikan penurunan populasi nematoda terbaik yaitu sebesar 67%.

Bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri juga mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta yaitu berat basah tajuk ($p= 0,031$), berat basah akar ($p=0,023$), berat kering tajuk ($p=0,008$), berat kering akar ($p=0,021$), luas daun ($p= 0,000$), tinggi tanaman ($p= 0,000$), dan jumlah daun ($p= 0,001$). Sedangkan terhadap rasio berat kering tajuk akar tidak berpengaruh signifikan. Perlakuan A memberikan pengaruh paling baik pada berat basa akar, berat kering akar, dan jumlah daun bibit robusta. Rasio berat kering tajuk akar, dan berat kering tajuk terbesar yaitu yang diberi perlakuan B, dan A. Rerata pertumbuhan bibit robusta paling besar yang diberi perlakuan A, dan B yaitu rerata berat basah tajuk, luas daun, dan tinggi tanaman. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa perlakuan A, dan B memiliki pengaruh yang paling baik terhadap pertumbuhan bibit robusta.

Produk pendidikan berupa leaflet dengan judul “Nematoda parasit tanaman” layak digunakan sebagai sumber informasi bagi masyarakat dengan persentase kelayakan oleh ahli media sebesar 81,81% dan ahli materi sebesar 79,54%.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Bionematisida Padat Organik dengan Kandungan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. 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, Dosen Pembimbing I dan Ketua Proyek yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian ini, serta telah membimbing, meluangkan waktu, pikiran, perhatian, serta semangat dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Mochammad Iqbal, S. Pd., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Imam Mudakir, M. Si., dan Ibu Erlia Narulita, S. Pd., M. Si., Ph. D., selaku Dosen Penguji yang telah memberi saran dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember atas Ilmu dan semangat yang telah diberikan.
7. Orang Tua tercinta Bapak Agus Siswanto dan Ibu Yuyun Lestari, serta saudaraku Noval Fandi Gusfian terimakasih atas dukungan dan doanya.
8. Tim penelitian Dr. Iis Nur Asyiah, S. P., M. P., Mbak Ellena, Mbak Siti Rosida.

9. Saudara & kesayangan Datul Noviana, dan Dya Ayu Cahya timur yang selalu membantu, memberikan semangat, dan dukungan.
10. Sahabat yang selalu membantu, dan memberikan dukungan Della Mahda Y, Arina Firdaus, dan Siti Nuriga, Riza Fahlevia Sari, dan Oktavia violetta, Nanda Retno, Rivca Hardiani, Agustin Novita Sari.
11. Sadaura seperjuangan seluruh angkatan 2015 Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga bantuan, bimbingan, ilmu, semangat, dan doa yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Harapan penulis semoga dengan adanya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan yang membutuhkan. Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dalam rangka penyempurnaan skripsi ini.

Jember, 24 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

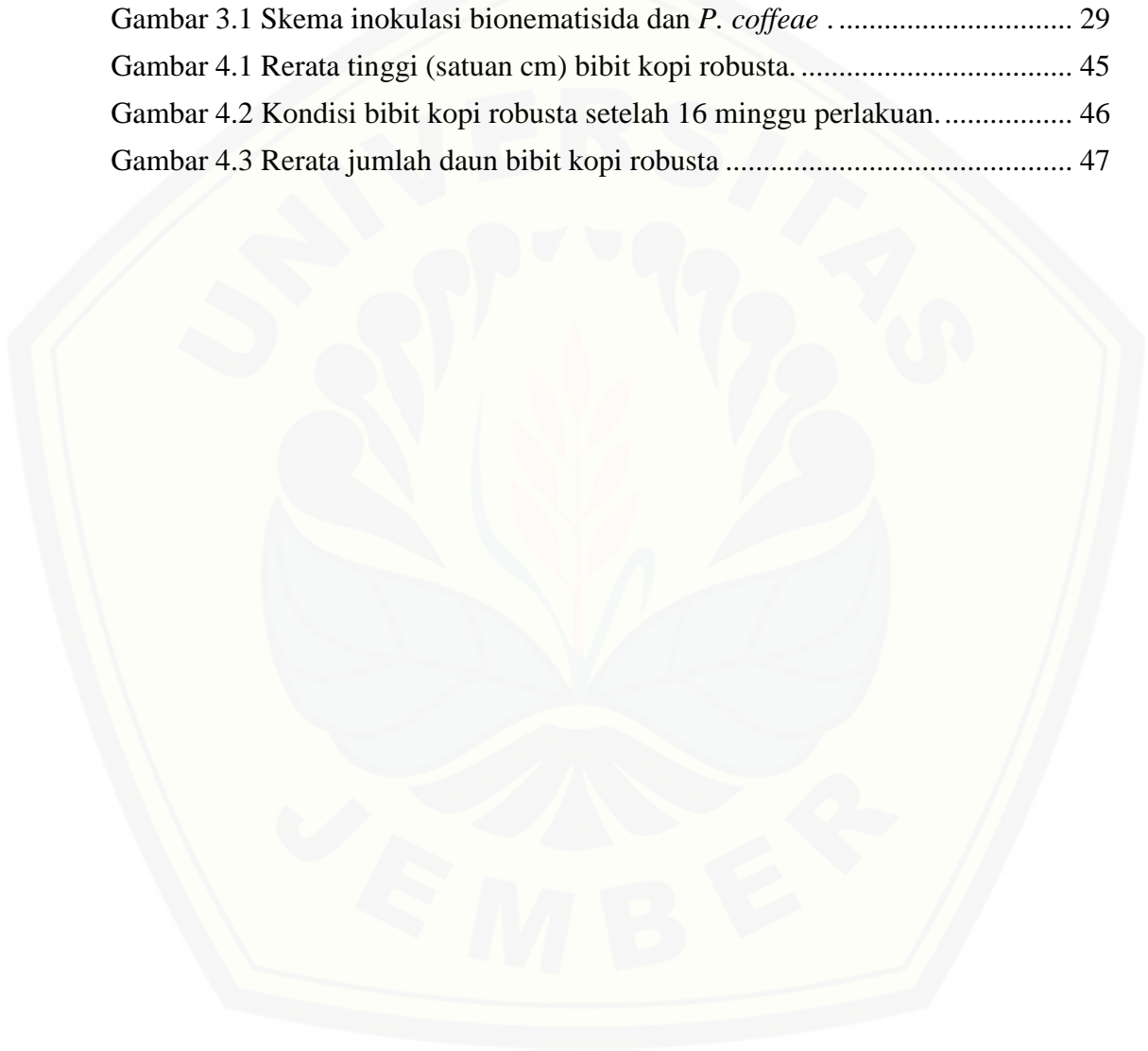
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Nematoda Parasit.....	7
2.1.1 Morfologi <i>Pratylenchus coffeae</i>	8
2.1.2 Klasifikasi <i>Pratylenchus coffeae</i>	9
2.1.3 Siklus Hidup <i>Pratylenchus coffeae</i>	10
2.1.4 Gejala Serangan <i>Pratylenchus coffeae</i>	11
2.2 Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	12
2.2.1 Morfologi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	12
2.2.2 Klasifikasi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	13
2.2.3 Syarat Tumbuh Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	13
2.2.4 Organisme Pengganggu Tanaman Utama Kopi Robusta	13
2.3 Bakteri Endofit.....	15
2.3.1 Bakteri Endofit Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman	15
2.3.2 Bakteri Endofit Sebagai Pengendali Hayati <i>P. coffeae</i>	15
2.4 Rizobakteria	16
2.4.1 Rizobakteria Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman.....	16
2.4.2 Rizobakteria Sebagai Pengendali Hayati <i>Pratylenchus coffeae</i>	17
2.5 Media Pembawa Organik (Gambut).....	18

2.5.1 Media Pembawa.....	18
2.5.2 Gambut.....	19
2.6 Leaflet.....	19
2.7 Kerangka Konseptual.....	21
2.8 Hipotesis.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2.1 Tempat Penelitian	23
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian	23
3.3.1 Variabel Bebas	23
3.3.2 Variabel Terikat	23
3.3.3 Variabel Kontrol	23
3.4 Definisi Operasional.....	24
3.5 Populasi dan Sampel.....	25
3.5.1 Populasi.....	25
3.5.2 Sampel	25
3.6 Desain Penelitian.....	25
3.7 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.7.1 Alat.....	26
3.7.2 Bahan	26
3.8 Prosedur Penelitian.....	26
3.8.1 Tahap Persiapan Dalam Penelitian	26
3.8.2 Persiapan Tanaman Uji	27
3.8.3 Ekstraksi Nematoda untuk Aplikasi	27
3.8.4 Perhitungan Nematoda untuk Aplikasi	28
3.8.5 Inokulasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan Formulasi Bakteri	28
3.8.6 Pemeliharaan Bibit Kopi Robusta.....	29
3.9 Parameter Yang Diamati	29
3.9.1 Tinggi Bibit Kopi Robusta (cm)	29
3.9.2 Jumlah Daun	29
3.9.3 Berat Basah Tajuk.....	30
3.9.4 Berat Kering Tajuk	30
3.9.5 Berat Basah Akar	30

3.9.6 Berat Kering Akar.....	30
3.9.7 Luas Daun.....	30
3.9.8 Jumlah Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	30
3.10 Penyusunan Leaflet.....	33
3.11 Analisis Data.....	34
3.11.1 Analisis Hasil Penelitian	34
3.11.2 Analisis Validasi Leaflet	34
3.12 Skema Alur Penelitian.....	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil Penelitian.....	38
4.1.1 Pengaruh Bionematisida terhadap Populasi Nematoda	38
4.1.2 Pengaruh Bionematisida terhadap pertumbuhan Kopi Robusta.....	39
4.1.3 Pengaruh Bionematisida terhadap Luas Daun Bibit Kopi Robusta .	42
4.1.4 Pengaruh Bionematisida terhadap Tinggi Bibit Kopi Robusta	43
4.1.5 Pengaruh Bionematisida terhadap Jumlah Daun Kopi Robusta.....	46
4.1.6 Hasil Uji Kelayakan Leaflet	48
4.2 Pembahasan.....	50
4.2.1 Pengaruh Bionematisida terhadap Populasi Nematoda.....	51
4.2.2 Pengaruh Bionematisida terhadap Pertumbuhan Kopi Robusta	52
4.2.3 Uji Kelayakan Leaflet	62
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi nematoda <i>P. coffeae</i>	9
Gambar 2.2 Siklus hidup nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	10
Gambar 2.3 Morfologi tanaman kopia yang terserang <i>P. coffeae</i>	11
Gambar 2.4 A: Tanaman kopi; B: Buah kopi; C: Bunga kopi.....	12
Gambar 3.1 Skema inokulasi bionematisida dan <i>P. coffeae</i>	29
Gambar 4.1 Rerata tinggi (satuan cm) bibit kopi robusta.	45
Gambar 4.2 Kondisi bibit kopi robusta setelah 16 minggu perlakuan.	46
Gambar 4.3 Rerata jumlah daun bibit kopi robusta	47

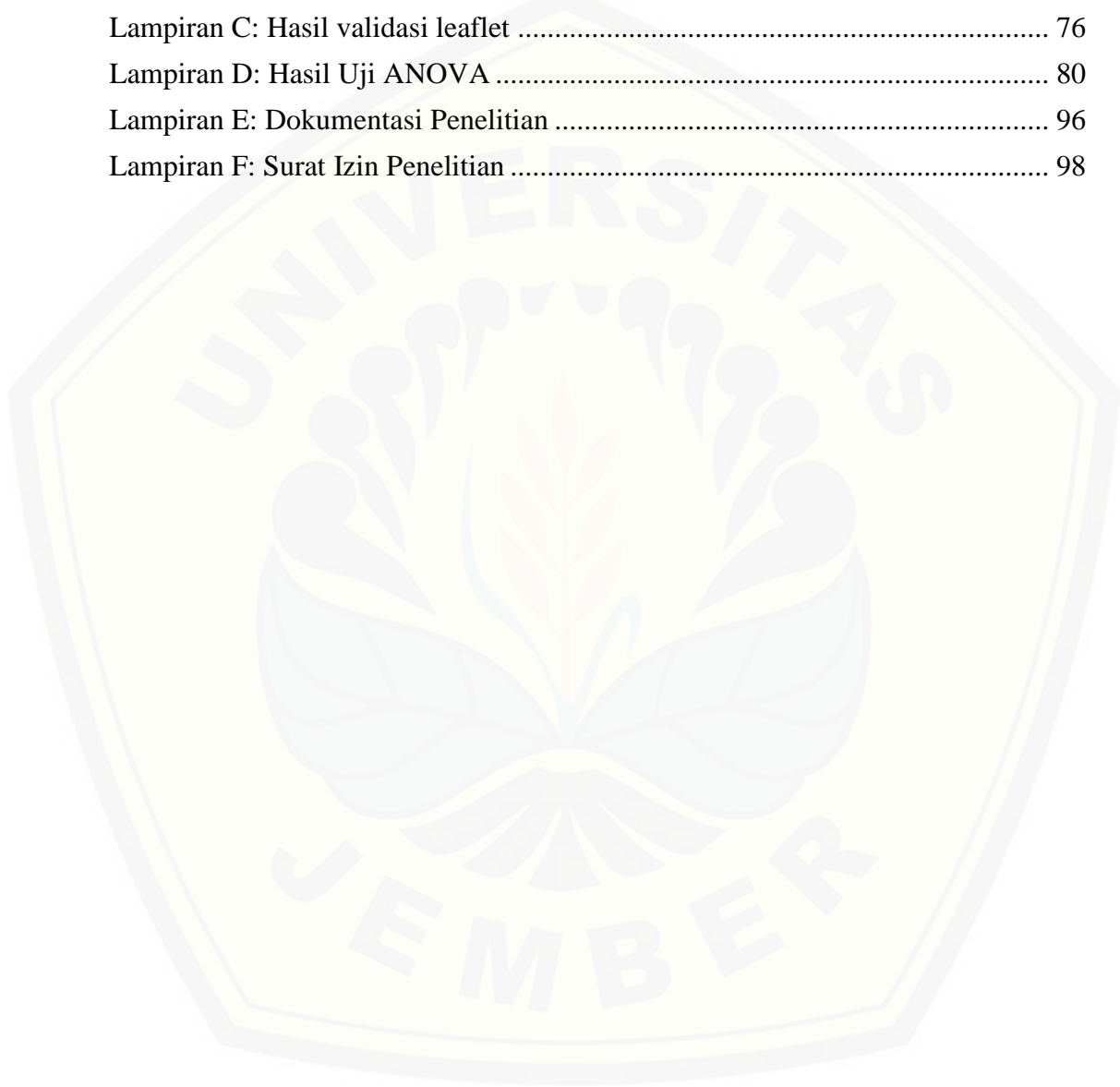


DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skor kategori leaflet	34
Tabel 3.2 Persentase kriteria kelayakan leaflet	36
Tabel 4.1 Pengaruh bionematisida terhadap populasi nematoda	38
Tabel 4.2 Pengaruh bionematisida terhadap berat basah tajuk dan akar...	40
Tabel 4.3 Pengaruh bionematisida terhadap berat kering tajuk dan akar..	41
Tabel 4.4 Pengaruh bionematisida terhadap luas daun kopi robusta	43
Tabel 4.5 Pengaruh bionematisida terhadap tinggi bibit kopi robusta.....	44
Tabel 4.6 Pengaruh bionematisida terhadap jumlah daun kopi robusta....	46
Tabel 4.7 Hasil validasi leaflet	48
Tabel 4.8 Desain dan isi leaflet sebelum dan sesudah revisi	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Matrik Penelitian	70
Lampiran B: Desain Tata Letak Unit Percobaan Penelitian	75
Lampiran C: Hasil validasi leaflet	76
Lampiran D: Hasil Uji ANOVA	80
Lampiran E: Dokumentasi Penelitian	96
Lampiran F: Surat Izin Penelitian	98



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi adalah salah satu tanaman yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Nilai ekonomis yang tinggi ini membuat tanaman kopi menjadi komoditas tanaman perkebunan sebagai devisa negara (Meiln, *et al.* 2017:1). Dari banyak jenis spesies yang ada terdapat dua spesies yang memiliki nilai ekonomis penting yaitu kopi arabika dan robusta (Permanasari, *et al.* 2018: 346). Kopi robusta mendominasi produksi kopi di Indonesia yang juga menjadi peringkat pertama ekspor kopi di dunia. Pada tahun 2012 sendiri ekspor kopi robusta dikatakan mengalami peningkatan sebanyak 1,6% setiap tahunnya serta kebutuhan kopi di Indonesia juga meningkat pada tahun 2014 sebesar 2,3% dan akan terus meningkat hingga tahun 2021 (Chandra, *et al.* 2013:10 ; Santosa, *et al.* 2016: 125).

Namun, peningkatan kebutuhan konsumsi kopi yang meningkat tidak dibarengi dengan produksinya. Perkebunan kopi Indonesia 96% adalah perkebunan kopi milik rakyat, dimana di Indonesia sendiri 79,21% di dominasi oleh kopi robusta yang mengalami produktifitas rendah dengan nilai 776 kg/ha apabila dibandingkan 1,5-2 ton/ha produktivitas potensial (Hasanah, *et al.* 2016:217). Produktifitas kopi yang menurun dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti luas lahan, pupuk, hama dan penyakit, serta bibit (Isyariansyah, *et al.* 2018:32).

Faktor utama yang menjadi masalah dalam produktifitas kopi di Indonesia yaitu akibat serangan nematoda patogen yang menyerang tanaman, nematoda yang menyerang tanaman ini mampu menyebar dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman yang sehat melalui kontak langsung, alat bertani, ataupun terbawa oleh manusia atau hewan (Indriyati, 2017:195). Nematoda parasit tanaman ini tergolong organisme pengganggu tanaman (OPT). Organisme ini telah banyak dilaporkan

sebagai parasit di tanaman perkebunan. Terdapat beberapa jenis nematoda parasit tanaman diantaranya yaitu *Meloidogyne*, *Radopholus*, dan *Pratylenchus*. Nematoda yang menyerang kopi robusta yaitu *Pratylenchus coffeae* (Harni, 2016:31).

Nematoda *Pratylenchus coffeae* menyerang tanaman kopi pada bagian akar yang terutama adalah bagian serabut akar yang berfungsi menyerap unsur hara dan air. Serangan tersebut akan menimbulkan luka pada akar serabut yang kemudian membuat akar berubah menjadi kecoklatan dan busuk. Tanda serangan nematoda di atas permukaan tanah yaitu gangguan pertumbuhan tanaman sehingga tanaman kopi akan terlihat kerdil, menguningnya daun tertua yang kemudian daun akan rontok bahkan tanaman akan mati (Rahardjo, 2012:167). Nematoda *Pratylenchus coffeae*, menimbulkan kerusakan pada kopi robusta dengan persentase penurunan produksi kopi sebesar 56,84%-57% bahkan sampai 78,4% (Mustika. 2005: 22; Hasanah, *et al.* 2016:217; Halimah, *et al.* 2016:63).

Persentase kerusakan yang disebabkan oleh nematoda parasit membuat penurunan produksi kopi yang sangat besar sehingga petani melakukan upaya pengendalian. Petani lebih memilih menggunakan nematisida sintetik yang dalam penggunaannya dianggap praktis serta cepat. Namun, penggunaan nematisida sintetik ini dapat menimbulkan berbagai permasalahan baru seperti pencemaran lingkungan, dan matinya organisme bukan target (Harni, 2016:36). Karena itu, perlu adanya penggunaan bahan yang lebih aman dalam mengendalikan nematoda parasit. Upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan berbagai cara seperti penggunaan jamur, dan bakteri (Asyiah, *et al.* 2015:30).

Pengendalian nematoda parasit menggunakan agen hayati yaitu bakteri endofit menjadi salah satu cara yang ramah terhadap lingkungan (Harni, *et al.* 2013:110). Bakteri endofit sendiri merupakan bakteri yang mampu membantu menjaga kesehatan tanaman dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri endofit ini berada di jaringan tanaman

dengan fungsi memfasilitasi pertukaran nutrisi dan enzim. Selain itu bakteri endofit juga membantu melarutkan fosfat dan memberikan nitrogen ke tanaman inangnya (Hassan, 2017:660). Selain bakteri endofit, rizobakter juga memiliki peran dalam pengendalian nematoda dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan akumulasi asam salisilat dan *pathogenesis related protein* (PR-protein). Rizobakter mampu meningkatkan fitohormon dan dapat membantu penyerapan nutrisi serta mencegah serangan patogen (Wijayanti, *et al.* 2017: 53).

Pengendalian nematoda *Partylenchus coffeae* menggunakan bakteri endofit sebelumnya telah dilakukan. Peneliti sebelumnya telah memperoleh hasil dimana bakteri endofit tercatat mampu menekan penetrasi *Partylenchus coffeae* sebesar 54,5% pada kopi (Asyiah, *et al.* 2018:159). Serta hasil pengendalian nematoda *Partylenchus coffeae* juga menggunakan rizobakteria yaitu *P. diminuta* dan *B. subtilis* telah terbukti mampu menekan populasi nematoda pada tanaman kopi sebesar 64,2% dan 71,3% (Asyiah, *et al.* 2015:30). Mikroorganismenya yang dikombinasikan dalam konsorsium mampu mengendalikan patogen dengan lebih efektif (Resti, *et al.* 2018:209).

Pengendali hayati perlu adanya peningkatan efektivitas dengan melakukan formulasi. Dalam formulasi diperlukan adanya media pembawa yang digunakan sebagai tempat hidup sel hidup atau mikroorganismenya sehingga dapat hidup dalam jangka waktu tertentu. Media pembawa perlu disterilisasi agar tidak terdapat organisme lain yang tidak diinginkan (Hutauruk, 2018:142). Media pembawa yang sesuai dengan pertumbuhan mikroorganismenya akan menentukan ketahanan efektivitas saat penyimpanan. Kriteria media pembawa yang baik adalah yang tidak beracun, mempunyai daya serap tinggi, dengan harga yang murah dan mudah didapatkan, serta mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganismenya (Djaenuddin, *et al.* 2018:112). Penggunaan gambut telah dilaporkan baik digunakan sebagai media pembawa organik, karena gambut selain mudah diperoleh dan murah, pada gambut juga terdapat

banyak zat organik sebagai cadangan makanan yang cukup untuk mikroorganisme (Ramdhan. 2017:61).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian guna meningkatkan efektivitas bakteri endofit dan rizobakteria sebagai pengendali nematoda *Partylenchus coffeae* pada tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*) yang dikonsorsiumkan menjadi bionematisida dan penggunaan media pembawa padat organik yaitu gambut.

Penyampaian informasi mengenai nematoda parasit tanaman perlu disebarluaskan melalui media informatif sehingga dapat diketahui oleh masyarakat. Oleh sebab itu, hasil dari penelitian ini akan dibuat leaflet yang dapat memberikan informasi yang sederhana, praktis dengan berisi informasi utama sehingga dapat tersampaikan dengan baik, serta diharapkan hasil penelitian bermanfaat bagi masyarakat.

Dengan demikian dilaksanakan penelitian dengan judul “Pengaruh Bionematisida Padat Organik Dengan Kandungan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter Terhadap Populasi Nematoda *Partylenchus coffeae* Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda *Partylenchus coffeae* pada bibit kopi robusta (*Coffea canephora*)?
- b. Bagaimana pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*)?
- c. Apakah leaflet tentang nematoda parasit tanaman layak dipergunakan sebagai media informasi bagi masyarakat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini yaitu:

- a. Menguji pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda *Partylenchus coffeae* pada bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).
- b. Menguji pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).
- c. Mengetahui kelayakan leaflet tentang nematoda parasit tanaman sebagai media informasi bagi masyarakat.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

- a. Bibit kopi yang digunakan adalah jenis bibit kopi robusta (*Coffea canephora*) klon Bp 936.
- b. Jenis nematoda yang dikendalikan adalah nematoda yang menyerang tanaman kopi yaitu nematoda *Partylenchus coffeae* dari semua fase yang diperoleh dari tanaman kopi yang terserang nematoda *Partylenchus coffeae*.
- c. Bakteri yang digunakan adalah bakteri endofit yang terdiri dari SK 7, SK 14, KB 1/1, KB 1/ 4, SK 15, KB 6/3. Serta rizobakter yaitu jenis *Psedumonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*.
- d. Media pembawa yang digunakan adalah media pembawa padat organik yaitu gambut.
- e. Leaflet yang disusun hanya sampai pada tahap validasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi akademik penelitian ini bisa menjadi sumber informasi baru tentang penggunaan bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter sebagai agen hayati serta dapat digunakan

sebagai acuan untuk penelitian yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan bionematisida padat organik dengan bakteri endofit dan rizobakter sebagai pengendali hayati.

- b. Bagi masyarakat bionematisida padat organik dengan kandungan bakteri endofit dan rizobakter memiliki manfaat sebagai agen hayati pengendali nematoda *Partylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman.
- c. Bagi peneliti penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dalam bidang pengendalian nematoda dengan pemanfaatan agen hayati yaitu bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter sebagai bentuk ramah lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nematoda Parasit

Nematoda berasal dari bahasa Yunani yang bermakna “benang” karena bentuk nematoda yang memanjang. Nematoda memiliki beberapa jenis habitat yaitu tanah, air, tumbuhan, hewan, dan manusia. Ukuran dari nematoda sendiri beraneka ragam dimana ukuran nematoda pada manusia dan hewan yang dapat dilihat secara normal dengan mata sedangkan nematoda pada tumbuhan berukuran mikroskopis. Nematoda patogen atau parasit yang menyerang tanaman dapat mengakibatkan penurunan hasil panen sebab serangan nematoda patogen tanaman dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan pada tanaman. Hal tersebut disebabkan karena nematoda pada tanaman dapat menyerang seluruh bagian tanaman, nematoda tanaman ada yang hanya menyerang bagian luar tanaman namun ada pula yang melakukan penetrasi pada jaringan (Indriyati. 2017:196). Nematoda nonparasit pada tanaman hanya memakan bakteri atau jamur yang melimpah di tanah, dan proses makan dari nematoda nonparasit ini mempermudah proses mineralisasi dan dekomposisi, sebab nematoda ini akan mendaur ulang nutrisi dari bakteri atau jamur tersebut menjadi lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Widowati, *et al.* 2014:25).

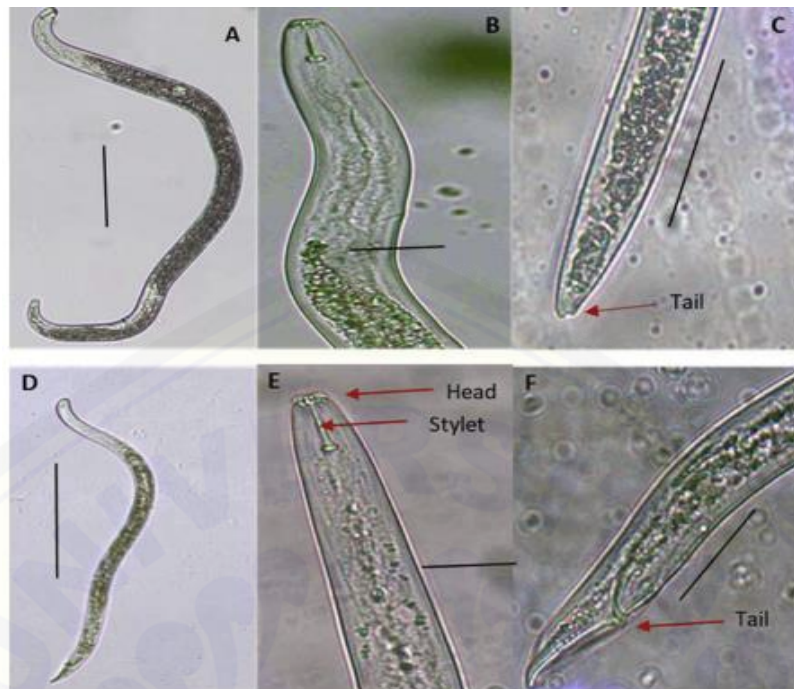
Terdapat 26 spesies nematoda parasit yang menyerang tanaman. Salah satu spesies nematoda yang menyerang tanaman adalah *Pratylenchus coffeae*. Nematoda ini menyerang bagian jaringan akar serabut kopi yang menyebabkan tanaman menguning dan mati. Nematoda *Pratylenchus coffeae*, menimbulkan kerusakan pada kopi robusta dengan persentase penurunan produksi kopi sebesar 56,84%-57% bahkan sampai 78,4% (Mustika. 2005: 22; Hasanah, *et al.* 2016:217; Halimah, *et al.* 2016:63).

2.1.1 Morfologi *Pratylenchus coffeae*

Tubuh dari nematoda ditutupi oleh kutikula. Lapisan tersebut adalah lapisan ekstraseluler dengan komponen yang terdiri dari kolagen kutikula yang bersifat fleksibel, kemudian terdapat epikutikula yang mengandung lemak atau lipid serta surface-coat yang kaya akan glikoprotein (Halimah, *et al.* 2016:65).

Lapisan tubuh nematoda ini setelah kutikula terdapat hypodermis atau otot longitudinal. Pada rongga tubuhnya terdapat cairan kental yang berfungsi sebagai hidrostatik. Sistem pencernaannya terdiri atas stylet, esofagus, dan rektum. Stylet berukuran sekitar 20 μm . Nematoda *Pratylenchus coffeae* ini merupakan jenis nematoda biseksual yang bereproduksi. Memiliki spermatheca yang berbentuk oval atau bulat yang berfungsi menampung spema (Luc, *et al.* 2005:25).

Nematoda *Pratylenchus coffeae* adalah nematoda cacing dengan bentuk memanjang dan stylet yang berada di bagian posterior, umumnya berukuran 0,5-0,7 mm (Bridge, *et al.* 2007:82). Nematoda *Pratylenchus coffeae* betina memiliki ukuran panjang tubuh 370-690 μm dan memiliki ukuran vulva sepanjang 76-83 μm . Nematoda *Pratylenchus coffeae* memiliki 450-700 μm dengan panjang testis 278,9 μm . Nematoda ini banyak hidup di daerah dengan suhu mulai dari 23 ° C sampai 38 ° C (Luambano, *et al.* 2018:5).



Sumber: (Luambano, *et al.* 2018:6)

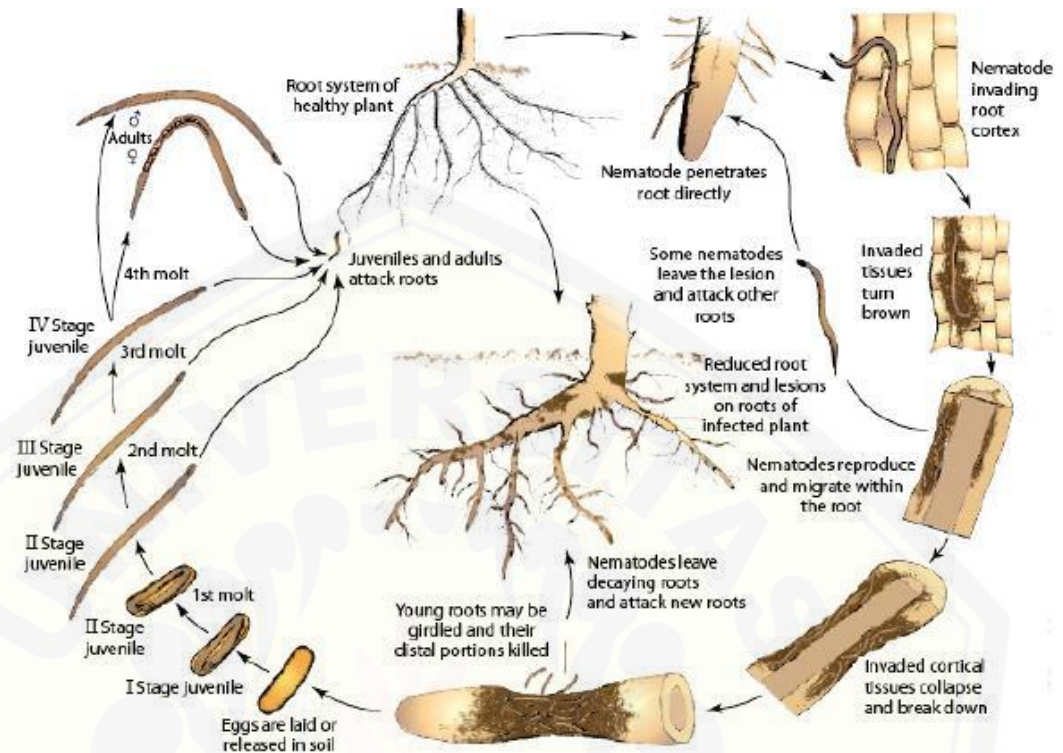
Gambar 2.1 Morfologi nematoda *P. coffeae* (40x). A: panjang perempuan; B: wilayah anterior betina dengan bagian kepala di ujung atas dan lebar badan penuh di bagian bawah; C: ujung ekor betina yang dipotong yang ditunjukkan oleh panah merah; D: Panjang jantan; E: wilayah anterior jantan dengan kepala di ujung atas dan stylet; F: ekor jantan dengan spikula yang ditunjuk oleh panah merah.

2.1.2 Klasifikasi *Pratylenchus coffeae*

Menurut ITIS (2018) klasifikasi nematoda *Pratylenchus coffeae*

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Superphylum	: Ecdysozoa
Phylum	: Nematoda
Class	: Chromadorea
Order	: Tylenchida
Family	: Tylenchida
Genus	: <i>Pratylenchus</i>
Species	: <i>Pratylenchus Coffeae</i>

2.1.3 Siklus Hidup *Pratylenchus coffeae*



Sumber: (Agrios. 2005)

Gambar 2.2 Siklus hidup Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Nematoda *Pratylenchus coffeae* meletakkan telurnya pada jaringan akar. Telur akan menetas dalam jangka waktu 6-8 hari dengan suhu 28⁰C dan suhu optimum yaitu 30⁰ C pada suhu ini siklus hidupnya menuju dewasa membutuhkan waktu 15 hari. Apabila suhu lingkungan dibawah 28-30⁰ C siklus hidup nematoda ini dari telur menjadi dewasa bisa sampai 27 hari. Nematoda *Pratylenchus coffeae* mampu bertahan hidup di luar inang selama 8 hari pada tanah yang lembab (Luc, *et al.* 2005: 553-554). Siklus hidup dari nematoda ini dimana nematoda betina dewasa yang menginfeksi akar menyebabkan nekrosis, nematoda betina bereproduksi melalui parthenogenesis, kemudian akan meletakkan telurnya pada jaringan akar atau tanah disekitarnya. Setelah masa telur atau J1 nematoda akan tumbuh menjadi J2 yang infeksi terhadap jaringan korteks akar tanaman yang akan terus tumbuh sampai J4. Pada fase J3 dan J4 akan mengalami pembentukan kelamin dan terbentuk nematoda betina

dewasa. Dalam siklus hidup nematoda semua fasenya bersifat parasit kecuali pada tahap J1 (Bridge, *et al.* 2007:11).

2.1.4 Gejala Serangan *Pratylenchus coffeae*

Nematoda *Pratylenchus coffeae* adalah nematoda parasit tumbuhan yang menyerang akar tanaman. Nematoda ini mampu melakukan pergerakan sehingga mudah menular pada tanaman yang sehat melalui kontak langsung ataupun terbawa oleh manusia atau hewan (Indriyati, 2017:196).

Nematoda *Pratylenchus coffeae* menyerang tanaman kopi pada bagian akar yang terutama adalah bagian serabut akar yang berfungsi menyerap unsur hara dan air. Serangan tersebut akan menimbulkan luka pada akar serabut yang kemudian membuat akar berubah menjadi kuning kemudian berubah kecoklatan seiring besarnya serangan yang ditimbulkan oleh nematoda *Pratylenchus coffeae* membuat seluruh jaringan pada akar akan rusak dan busuk. Tanda serangan nematoda di atas permukaan tanah yaitu gangguan pertumbuhan tanaman sehingga tanaman kopi akan terlihat kerdil, serta mengecilnya cabang, terjadi penurunan pertumbuhan, menguningnya daun tertua yang kemudian daun akan rontok bahkan tanaman akan mati (Rahardjo,2012:167; Asyiah, *et al.* 2015:31).



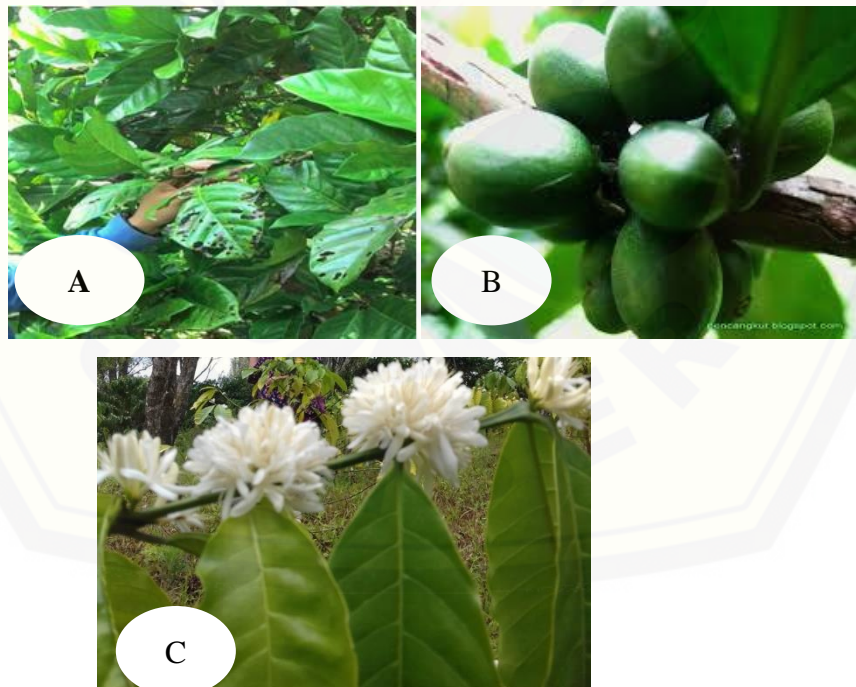
Sumber: (A. Halimah. 2016:17; B & C. Dokumentasi pribadi)

Gambar 2.3 Tanaman Kopi Terserang *P. coffeae* A: Akar kopi terserang *P.coffeae*; B: Akar kopi sehat; C: Bibit kopi yang daunnya menguning tanda awal terserang *P. coffeae*.

2.2 Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

2.2.1 Morfologi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Kopi tumbuh dengan proses perkecambahan, berupa perdu dan bunga berwarna putih dengan aroma wangi yang khas. Bunga dari tanaman kopi akan membentuk buah kopi. Bunga dari tanaman kopi terletak pada ketiak daun. Buah kopi terbagi menjadi tiga bagian dari yang terdalam yaitu bagian yang keras (*endocarp*), bagian daging buah yang memiliki rasa manis (*mesocarp*), dan bagian terluar kulit (*epicarp*). Biji kopi terbagi dari dua bagian dan dibungkus oleh kulit keras. Akar tanaman kopi di atas 30 cm dan perakaran kopi robusta akarnya tidak sedalam kopi arabika (Rahardjo. 2012:5). Fase vegetatif berubah menuju fase reproduktif yaitu saat terjadi proses pembungaan dan pembuahan pada tanaman kopi. Pada proses pembungaan di fase vegetatif ini akan terjadi perubahan fisiologis dan histologis pada bagian terminal dan lateral akan langsung menjadi reproduktif (Permanasari, *et al.* 2018:347).



Sumber: (A & B. Meiln, *et al.* 2017:5; C. Dokumentasi pribadi)

Gambar 2.4 ; A: Daun kopi; B: Buah kopi; C: Bunga kopi

2.2.2 Klasifikasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Berdasarkan ITIS (2018) kopi robusta diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Viridiplantae
Superdivision : Embryophyta
Division : Tracheophyta
Subdivision : Spermatophytina
Class : Magnoliopsida
Superorder : Asteranae
Order : Gentianales
Family : Rubiaceae
Genus : *Coffea*
Species : *Coffea canephora*

2.2.3 Syarat Tumbuh Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Kopi robusta tumbuh dengan baik dengan persentase 76% pada suhu lingkungan 19-22⁰C dan 28-32⁰C. Di wilayah dengan ketinggian 700-1200 m di atas permukaan laut, dengan curah hujan 1500-1750 mm dan 3500-400 mm/tahun (Qomaruddin, *et al.* 2018:9). Curah hujan yang optimum untuk pertumbuhan kopi yaitu 2000-3000 mm/tahun dan 2-3 bulan kering (Isyariansyah, *et al.* 2018:36). Peningkatan suhu lingkungan berpengaruh terhadap metabolisme tanaman seperti respirasi, pembungaan, dan fotosintesis yang berakibat pada penurunan produktivitas kopi dan kualitas dari kopi itu sendiri (Syakir, *et al.* 2018:81). Pertumbuhan kopi selaras dengan jumlah kandungan Ca, Mg, P, dan N total serta pH tanah. Unsur P yang ada pada tanah berfungsi sebagai pendukung pertumbuhan generatif dan kandungan N berperan dalam pembentukan berat dan bentuk biji norma (Randriani, *et al.* 2016:154).

2.2.4 Organisme Pengganggu Tanaman Utama Kopi Robusta

Kopi robusta mendominasi produksi kopi di Indonesia yang juga menjadi peringkat pertama ekspor kopi di dunia. Pada tahun 2012 sendiri ekspor kopi robusta dikatakan mengalami peningkatan sebanyak 1,6%

setiap tahunnya serta kebutuhan kopi di Indonesia juga meningkat pada tahun 2014 sebesar 2,3% dan akan terus meningkat hingga tahun 2021 (Chandra, *et al.* 2013:10 ; Santosa, *et al.* 2016: 125).

Namun, peningkatan kebutuhan konsumsi kopi yang meningkat tidak dibarengi dengan produksinya. Perkebunan kopi Indonesia 96% adalah perkebunan kopi milik rakyat, dimana di Indonesia sendiri 79,21% di dominasi oleh kopi robusta yang mengalami produktifitas rendah dengan nilai 776 kg/ha apabila dibandingkan 1,5-2 ton/ha produktivitas potensial (Hasanah, *et al.* 2016:217).

Produktivitas kopi yang menurun disebabkan karena adanya beberapa faktor, salah satunya adalah Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). OPT yang paling utama dalam menyerang tanaman kopi adalah hama (hama penggerek buah), nematoda parasit yaitu nematoda *Pratylenchus coffeae*, serta penyakit yang menyerang daun kopi yaitu karak daun kopi (Nainggolan, *et al.* 2015:1727). Berbagai cara yang dapat dilakukan dalam menanggulangi masalah tersebut terutama mengatasi nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* yaitu dengan menggunakan klon kopi tahan nematoda bagian bawah, penggunaan pestisida, serta penggunaan agen hayati seperti bakteri, dan jamur (Asyiah, *et al.* 2015:32). Pengendalian nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* pada tumbuhan kopi menggunakan agen hayati telah banyak dilaporkan. Seperti penggunaan bakteri endofit dan rizobakter. Peneliti sebelumnya telah memperoleh hasil dimana bakteri endofit tercatat mampu menekan penetrasi *Pratylenchus coffeae* sebesar 38,95% sampai 95,56% (Sholikhah. 2016: 36). Serta hasil pengendalian nematoda *Pratylenchus coffeae* juga menggunakan rizobakteria yaitu *P. diminuta* dan *B. subtilis* telah terbukti mampu menekan populasi nematoda pada tanaman kopi sebesar 71,3% (Asyiah, *et al.* 2015:30).

2.3 Bakteri Endofit

2.3.1 Bakteri Endofit Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman

Bakteri endofit adalah mikroba yang berada di dalam jaringan tanaman hidup pada seluruh siklus hidupnya tanpa menyebabkan kerugian substansi bagi tuan rumahnya. Bakteri endofit memasuki jaringan tanaman melalui zona akar dan dapat tersebar ke seluruh bagian tanaman (Jhosi, *et al.* 2018:2314). Bakteri ini dapat diperoleh dengan mengisolasi dari bunga, buah, akar, daun, dan batang tanaman (Harni, *et al.* 2013:110). Bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan adanya produksi hormon IAA oleh bakteri ini. Hormon IAA ini berperan dalam proses pertumbuhan akar tanaman sehingga meningkatkan daya serap mineral dan hara oleh tanaman, dimana peningkatan hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri endofit ini ditingkatkan oleh adanya peningkatan triptofan (Hassan. 2017:693).

Bakteri endofit didefinisikan sebagai bakteri yang memiliki efek positif bagi inangnya, contoh bakteri pengikat N₂. Bakteri ini telah diketahui memiliki manfaat yang sangat menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Adanya produksi fitohormon, meningkatkan ketersediaan mineral, memiliki aktivitas melarutkan fosfat, dan sumber nitrogen bagi tanaman. Bakteri endofit juga efektif dalam merangsang metabolisme sekunder tanaman dan meningkatkan produksi komponen fungsional (Mareque, *et al.* 2018:1).

2.3.2 Bakteri Endofit Sebagai Pengendali Hayati *Pratylenchus coffeae*

Bakteri endofit mampu mengendalikan patogen khususnya nematoda dengan cara awal yaitu dengan melakukan induksi ketahanan, kompetisi ruang, selanjutnya bakteri endofit memproduksi anti nematoda seperti phytoalexins yang mempengaruhi penetrasi nematoda pada inang, menekan reproduksi dan populasi dari nematoda. Bakteri ini unggul dalam mengendalikan nematoda karena mudah ditumbuhkan pada media buatan, tidak bersifat fitotoksik, tidak mudah mengalami kompetisi dengan mikroorganismen lain, lebih cepat mengurangi kerusakan akar, melakukan perbanyakan dengan menggunakan eksudat akar, serta mampu mengendalikan tanaman untuk merespon patogen (Harni. 2016:36).

Proses enzimatik dan antimikroba oleh bakteri endofit ini adalah cara endofit dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menekan pertumbuhan patogen. Bakteri endofit menghasilkan enzim selulosa, pektinase, xilanase, dan protease yang bertanggung jawab dalam proses hidrolitik. Proses hidrolitik ini yang membuat bakteri endofit mampu menginjeksi ke dalam jaringan akar tanaman sehingga terjadi simbiosis antara tanaman dengan bakteri endofit. Adanya simbiosis antara tanaman dengan bakteri endofit memberi perlindungan bagi tanaman inangnya dari serangan mikroorganisme patogen karena adanya dinding sel hidrolisis patogen (Hassan. 2017: 694)

Bakteri endofit berperan dalam menurunkan populasi nematoda, karena bakteri ini menghasilkan metabolisme sekunder yang bersifat nematisidal. Hasil metabolisme sekunder dari bakteri ini adalah enzim hidrolitik yang terdiri dari kitinase, protease, dan lipase yang aktivitasnya mampu mengendalikan nematoda dengan mekanisme antibiosis. Tubuh nematoda permukaannya terdiri dari kolagen kutikula serta epikutikula yang mengandung banyak lipid, serta *surface-coat* yang mengandung banyak glikoprotein. Bagian inilah yang menjadi sasaran utama enzim hidrolisis yang dimiliki oleh bakteri endofit. Enzim kitinase mampu menghambat penetasan telur nematoda, dan enzim lipase serta protease mendegradasi tubuh juvenil, serta telur nematoda (Halimah, *et al.* 2016:66).

2.4 Rizobakteria

2.4.1 Rizobakteria Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman

Pada rhizosfir mikroorganisme yang mendominasi adalah bakteri. Rizobakteria adalah bakteri yang berkopeten di rhizosfir yang mengkoloni akar tanaman dengan agresif. Rizobakteria ini banyak ditemukan memperbanyak diri serta membentuk koloni diberbagai ekosistem. Peran lainnya yaitu sebagai biokontrol yang mampu merombak bahan berbahaya bagi tanaman dengan hormon yang dihasilkannya (Widyati. 2017:56).

Rizobakteria yang membentuk koloni pada akar tanaman mampu memproduksi hormon pemacu pertumbuhan yaitu hormon IAA yang membuat

akar tanaman cepat pertumbuhannya serta memudahkan tanaman dalam memperoleh nutrisi serta zat hara dengan baik selain itu juga memiliki fungsi dalam menghambat penuaan daun, dan menghasilkan hormon giberelin yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan meristem daun dan antar buku bagian dalam, sitokinin yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan dengan pembelahan sel, serta etilen yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan buah dan pertumbuhan horizontal. Selain itu rizobakteria memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dan fiksasi nitrogen yang dapat digunakan tanaman. Hal tersebut didukung bahwa kelompok rizobakter jenis *Pseudomonas* dan *Bacillus* mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan batang tanaman (Mardiah, *et al.* 2016:33; Salamiah, *et al.* 2015:1454).

2.4.2 Rizobakteria Sebagai Pengendali Hayati *Pratylenchus coffeae*

Rizobakter juga memiliki peran dalam pengendalian nematoda dan meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan akumulasi asam salisilat dan *pathogenesis related protein* (PR-protein). Asam salisilat ini merupakan hormon pengendali tanaman untuk merespon patogen dimana penggunaan rizobakteria mampu meningkatkan kandungan asam salisilat yang memperkuat pertahanan tanaman dari serangan patogen (Wijayanti, *et al.* 2017: 53).

Jenis rizobakteria yang efektif untuk mengendalikan nematoda adalah jenis *Pseudomonas diminuta* yang mampu menghasilkan enzim protease dan senyawa *2,3-diacetylphoroglucinol* yang mampu menghambat penetasan telur, dan membunuh juvenil 2 dari *Melodogyne*, serta antibiotik tetrasiklin, oksitetrasiklin, dan penisilin. Selain jenis bakteri *Pseudomonas diminuta* terdapat rizobakteria jenis *Bacillus subtilis* yang menghasilkan antibiotik sebanyak lebih dari dua puluh empat jenis diantara antibiotik yang diproduksi oleh rizobakteria ini yang paling bersifat toksik terhadap nematoda yaitu golongan lipopeptidase. Kedua jenis rizobakteria mampu mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi sebesar 64,2% dan 71,3% (Asyiah, *et al.* 2015:33-37).

2.5 Media Pembawa Organik (Gambut)

2.5.1 Media Pembawa

Bahan pembawa atau media pembawa adalah tempat pembawa mikroorganisme atau sel hidup yang diinokulasikan kedalamnya dengan tujuan supaya tetap hidup dalam jangka waktu tertentu. Bahan pembawa sebelum digunakan perlu disterilisasi agar tidak terdapat mikroorganisme lain yang tumbuh dalam media pembawa tersebut (Hutauruk, 2018:142). Mikroorganisme sebagai agen pengendali hayati dalam proses penyimpanannya sering mendapati kendala yang membuat kemampuan mikroorganisme sebagai pengendali hayati menurun dalam mengendalikan penyakit tanaman. Kendala tersebut dapat diatasi dengan adanya media pembawa. Media pembawa yang aman bagi lingkungan serta sel mikroba yang berada di dalamnya dan dapat mempertahankan viabilitas mikroorganisme dalam mengendalikan penyakit tanaman saat disimpan dalam jangka waktu yang lama (Hutauruk, *et al.* 2016:62).

Media pembawa juga memiliki peranan selain menjaga viabilitas mikroorganisme tetapi juga melihat efektivitas dari mikroorganisme yang digunakan. Media pembawa mempermudah dalam proses pengampliasian mikroorganisme ke tanaman. Bahan pembawa atau media pembawa memiliki kriteria yaitu tidak bersifat toksik bagi mikroorganisme yang berada di dalamnya, mudah dihancurkan atau tidak keras, mudah disterilkan, memiliki daya absorpsi yang tinggi, kemampuan menahan air yang cukup tinggi, mengandung cadangan makanan bagi mikroorganisme, dan murah serta mudah diperoleh (Djaenuddin, *et al.* 2018:112). Telah disebutkan bahwa media pembawa harus mengandung cadangan makanan atau nutrisi bagi mikroorganisme sehingga dalam pembuatan pupuk hayati dengan bahan media pembawa perlu adanya unsur organik yaitu nitrogen, fosfor, karbon organik, kalium, dan unsur lainnya sehingga dapat dirubah menjadi unsur anorganik oleh mikroorganisme sehingga dapat dipergunakan oleh tanaman (Firdausi, *et al.* 2016:53).

2.5.2 Gambut

Gambut merupakan tanah yang berasal dari hasil penumpukan jaringan tumbuhan yang mengalami pelapukan sehingga diklasifikasikan dalam taksonomi histosol. Penumpukan sisa tumbuhan tersebut bisa mencapai 50 cm. Gambut sendiri memiliki sifat jenuh air. Penumpukan sisa tumbuhan ini disebabkan karena laju dekomposisi lebih lambat dibandingkan proses penumpukan bahan organik atau sisa tumbuhan yang tergenang dalam air dengan waktu yang lama. Tanah gambut memiliki struktur dengan pori-pori makro dan mikro yang terdapat di seratnya sehingga disebut memiliki tekstur terbuka. Pembentukan sisa tumbuhan menjadi gambut di dukung dengan adanya kondisi lingkungan yang memiliki sifat jenuh air yang tinggi disepanjang tahun sehingga kadar oksigen dalam tanah rendah, terjadi proses sedimentasi mineral dan dekomposisi secara terus-menerus, ketebalan penumpukan sisa tumbuhan, serta asamnya air pada lahan tersebut sehingga proses anaerob bakteri terhalang (Irma. 2018:171; Rahayu, *et al.* 2015:201).

Tanah gambut memiliki toleransi serta nutrisi yang tinggi untuk mikroorganisme sehingga gambut menjadi tempat tinggal serta sumber nutrisi bagi mikroorganisme yang berada di dalamnya (Choirunnisa, *et al.* 2017:91). Sehingga gambut digunakan sebagai bahan pembawa sel mikroorganisme, hal tersebut telah banyak dilaporkan bahwa gambut baik sebagai bahan pembawa dengan viabilitas tertinggi dan masa simpan selama 42 minggu setelah pupuk diproduksi (Djaenuddin, *et al.* 2018:112). Penggunaan bahan pembawa gambut ini dipilih karena murah, mudah diperoleh, dan mudah dalam pengaplikasiannya. Selain itu, gambut juga memiliki kandungan yang tidak bersifat racun, dan sumber karbon serta nutrisi yang mencukupi pertumbuhan mikroorganisme yang hidup di dalamnya (Hutauruk *et al.* 2016:64).

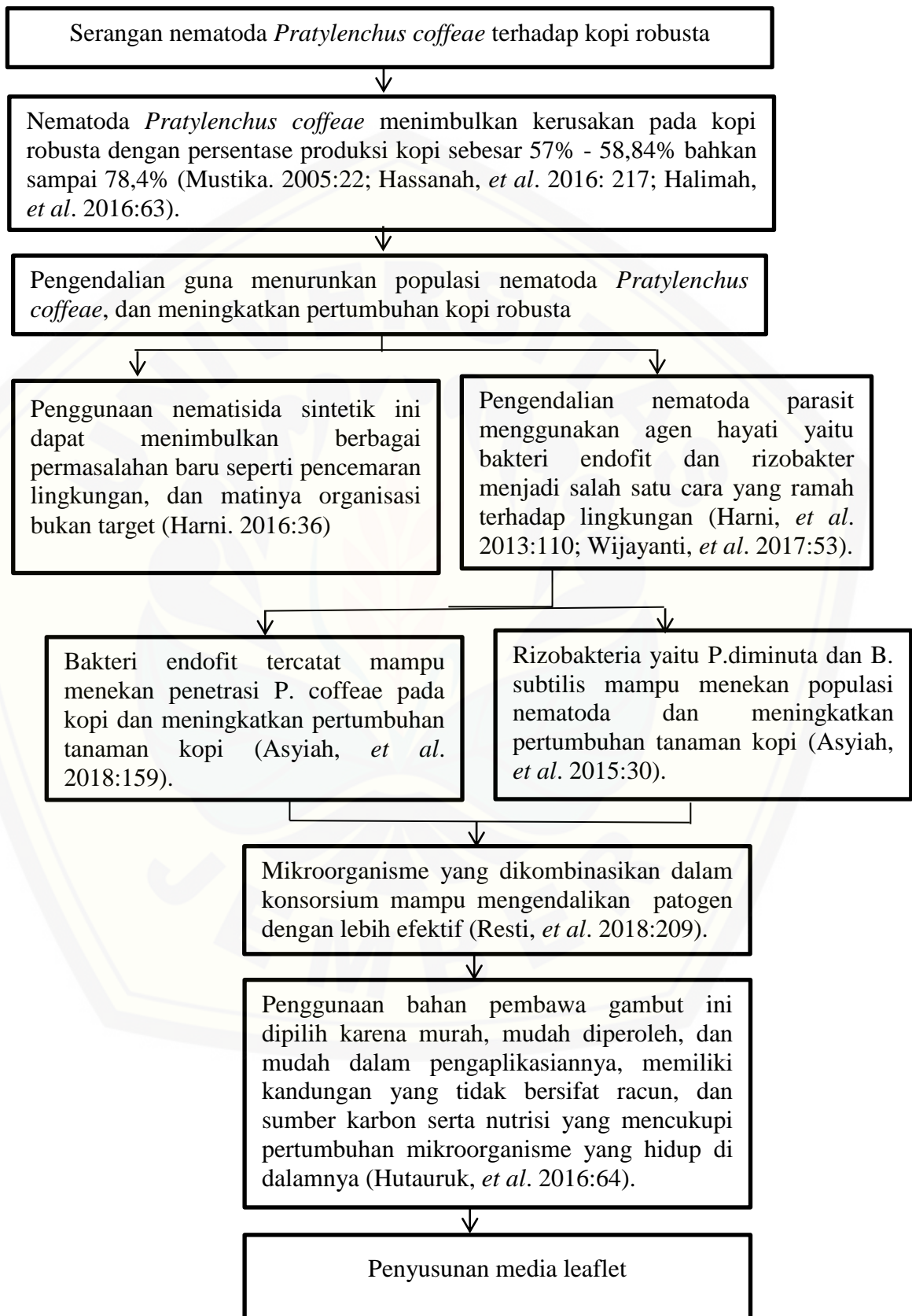
2.6 Leaflet

Pengkajian atau penelitian yang merupakan kegiatan dengan tujuan mendapatkan inovasi baru dalam pertanian, sehingga perlu dikomunikasikan kepada masyarakat untuk memperoleh manfaat yang lebih banyak. Penyampaian informasi memerlukan adanya media informasi yang tepat baik

dalam informasi yang memiliki sifat ilmiah prosding ataupun ilmiah populer seperti leaflet. Leaflet dalam rangka mengkomunikasikan tentang bidang pertanian mempunyai sasaran yaitu penyuluhan pertanian kepada masyarakat. Penggunaan media yang tepat dalam melakukan penyuluhan pertanian membantu penyuluh dalam penyampaian informasi sehingga sasaran dapat menerima informasi dengan baik dan mampu menerapkannya. Penggunaan media cetak leaflet yang berisi informasi dengan gambar dan foto yang menarik, serta disusun menggunakan bahasa ilmiah populer sehingga mudah difahami oleh sasaran (Kilmanun, *et al.* 2018; 135; Ruyadi, *et al.* 2017:36).

Leaflet merupakan satu lembar kertas dengan tulisan yang dicetak dan disertai gambar mengenai suatu masalah yang biasanya memiliki tujuan dan sasaran tertentu. Leaflet dapat digunakan sebagai media informasi dengan cara menempelkan pada papan pengumuman, dan memberikan leaflet langsung kepada sasaran. Leaflet ini memiliki ukuran 20 x 30 cm dengan terdiri atas 200-400 huruf disertai gambar. Tulisan pada leaflet harus memiliki ukuran yang mudah dibaca. Penggunaan leaflet sebagai media informasi memiliki keuntungan diantaranya yaitu dapat disimpan dalam jangka waktu lama sehingga dapat dibaca berulang-ulang, dapat dicetak ulang, jangkauan sasaran lebih banyak, dan dapat digunakan sebagai bahan diskusi dalam waktu yang berbeda, serta memiliki isi yang akurat (Nursalam, *et al.* 2008;220).

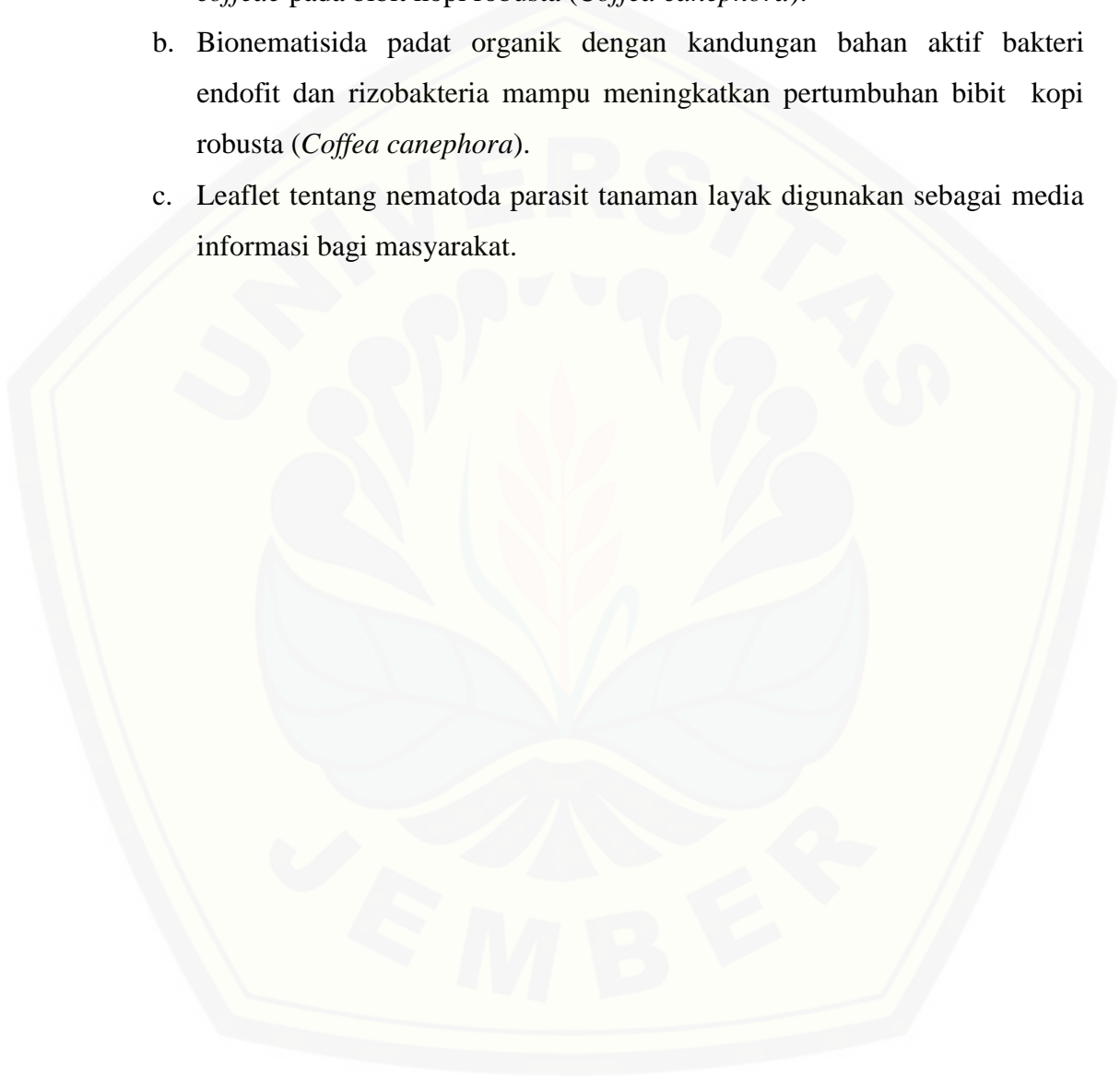
2.7 Kerangka Konseptual



2.8 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- a. Bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteria mampu menekan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* pada bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).
- b. Bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteria mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).
- c. Leaflet tentang nematoda parasit tanaman layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini adalah penelitian eksperimental pengaruh bionematisida padat organik dengan bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda (*Pratylenchus coffeae*) dan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*) dengan pembuatan media informasi leaflet.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Formulasi bakteri endofit dan rizobakteria serta persiapan media pembawa gambut dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA, Universitas Jember. Persiapan nematoda *Pratylenchus coffeae* serta inokulasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan bionematisida padat organik dengan bakteri endofit dan rizobakteria dilakukan di *Green house* Perumahan Istana Tidar, Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai 17 November 2018 sampai 10 Maret 2019.

3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Perbandingan formulasi bakteri endofit (SK 7, SK 14, KB 1/1, KB 1/4, SK 15, KB 6/3) dan rizobakteria (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) padat organik yang akan diinokulasikan pada bibit kopi robusta.

3.3.2 Variabel Terikat

Jumlah daun, tinggi tanaman (cm), berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar, berat kering akar, luas daun, rasio berat kering tajuk akar dan jumlah nematoda *Pratylenchus coffeae*.

3.3.3 Variabel Kontrol

- a. Media tanam yang digunakan sama yaitu pasir, kompos, dan tanah dengan perbandingan 1:1:1.

- b. Bibit kopi yang digunakan adalah bibit jenis kopi robusta klon BP 936 yang berumur 2 bulan yang berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember.
- c. Nematoda *Pratylenchus coffeae* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari akar kopi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember, Perkebunan Kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi, dan Perkebunan Kopi, Silo, Kabupaten Jember.
- d. Bionematisida yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah bionematisida bakteri endofit dan rizobakteria dengan media pembawa gambut.
- e. Air yang digunakan untuk menyiram bibit kopi diperoleh dari sumber air yang sama.

3.4 Definisi Operasional

- a. Nematoda *Pratylenchus coffeae* adalah nematoda parasit tumbuhan yang menyerang akar tanaman. Nematoda ini mampu melakukan pergerakan sehingga mudah menular pada tanaman yang sehat melalui kontak langsung ataupun terbawa oleh manusia atau hewan.
- b. Populasi nematoda adalah populasi nematoda yang meliputi jumlah nematoda yang dihitung dari sampel akar kopi dan tanah dalam penelitian.
- c. Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup pada jaringan tanaman dan bermanfaat bagi tanaman yang berkoloni pada jaringan tanaman. Bakteri endofit yang digunakan adalah SK 7, SK 14, KB 1/1, KB 1/4, SK 15, KB 6/3.
- d. Rizobakteria adalah bakteri yang berkopeten di rhizosfir yang mengkoloni akar tanaman dengan agresif serta memiliki kemampuan dalam mengendalikan nematoda. Rizobakteria yang digunakan adalah *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*.
- e. Bionematisida merupakan pengendali nematoda dengan menggunakan makhluk hidup baik mikroorganisme atau jamur.

- f. Pertumbuhan bibit kopi robusta meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah tajuk, berat kering tajuk, luas daun, berat basah akar, dan berat kering akar.

3.5 Populasi dan Sampel

3.5.1 Populasi

Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah seluruh bibit kopi robusta yang berada di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember.

3.5.2 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit kopi robusta berumur 2 bulan sejumlah 80 tanaman di *Green house* Perumahan Istana Tidar, Kabupaten Jember.

3.6 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Menggunakan 5 perlakuan dimana setiap perlakuan terdapat 5 ulangan dengan masing-masing ulangan terdapat 4 unit tanaman. Dalam penelitian ini menggunakan pengulangan dari masing-masing unit perlakuan. Inokulasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dilakukan saat bibit kopi robusta 1 minggu setelah transplanting. Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

- a. A = Kombinasi SK 7 + KB 1/1 + SK 14
- b. B = Kombinasi SK 14 + SK 7 + PD + KB 1 / 4
- c. C = Kombinasi KB 1/1 + SK 7 + BS + SK 15 + KB 6/3 + PD + KB 1/4
- d. D = Kombinasi SK 15 + BS + KB 1/1 + KB 6/3 + PD + KB 1/4
- e. E = Tanpa Kombinasi

Perlakuan ini diperoleh dari uji sinergisme dan formulasi yang dilakukan oleh Tim Peneliti Pengendali Nematoda Parasit Pendidikan Biologi Universitas Jember.

3.7 Alat dan Bahan Penelitian

3.7.1 Alat

Alat yang dipergunakan dalam melakukan penelitian ini yaitu gelas ukur (10 ml dan 50 ml), gelas beaker (500 ml dan 1000 ml), sentrifuge, mikroskop binokuler, *counting disk*, pot plastik, camera, saringan (250 μm , 100 μm , dan 50 μm), penggaris, timbangan analitik, lemari es, gunting, blender, pipet volume 10 ml, botol semprot, thermohigrometer, oven, corong, spatula, soil tester, spidol/bolpoint, kertas HVS.

3.7.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bibit kopi robusta berumur 2 bulan, gambut, CMC, sukrosa teknis, khamir, isolat bakteri SK 7, SK 14, SK 15, KB 1/1, KB 1/4, KB 6/3, *Pseudomonas diminuta*, *Bacillus subtilis*, medium *nutrien agar*, molase, lactogliserol, gliserin, medium NA, medium NB, media tanam, *aquadest*, air, alkohol 70%, aluminium foil, kertas kayu, karet, kertas label, kapas, dan *tissue*.

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Tahap Persiapan Dalam Penelitian

Tahap persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi persiapan media tanam dan persiapan pembuatan campuran pupuk.

a. Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan untuk menanam bibit kopi robusta dalam penelitian ini adalah tanah, kompos, dan pasir dengan perbandingan 1:1:1 yang dicampurkan dengan massa 500 gram.

b. Pembuatan campuran pupuk

- 1) Menyaring gambut hingga diperoleh butiran yang halus.
- 2) Menimbang sebanyak 50 gram.
- 3) Menambahkan nutrisi pada gambut yaitu 1 gram pepton, 0,5 gram CMC, 1,5 gram sukrosa teknis, dan 1 gram khamir (ekstra) untuk pertumbuhan bakteri sebelum dicampurkan.
- 4) Melakukan sterilisasi dengan memasukkan campuran pupuk ke dalam *standing pot* dan di autoclave selama 15 menit.

3.8.2 Persiapan Tanaman Uji

Pembibitan bibit kopi robusta dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember. Bibit kopi berumur 2 bulan di tempat pembibitan di transplantasi pada pot dengan media tanah, kompos, dan pasir dengan perbandingan 1:1:1 dan 1 minggu setelah transplanting bibit kopi robusta siap digunakan untuk melakukan pengujian.

3.8.3 Ekstraksi Nematoda Untuk Aplikasi

Ekstrasi nematoda *P. coffeae* menggunakan metode Baermann yang dimodifikasi. Nematoda *P. coffeae* didapatkan dari proses ekstrasi akar kopi yang mengalami gejala serangan nematoda *P. coffeae*. Adapun langkah kerja ekstrasi nematoda yaitu sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan tanaman kopi yang terserang oleh nematoda *P. coffeae* dengan kriteria daun mengalami klorosis, tumbuhan tampak kerdil, dengan akar yang mulai menguning dan kecoklatan.
- b. Mengambil akar serabut tanaman kopi yang terserang nematoda *P. coffeae*.
- c. Membersihkan akar yang telah diambil dari tanah yang menempel yang kemudian mencuci dengan bersih.
- d. Menunggu akar kering dengan cara mengangin-anginkan.
- e. Memotong akar sepanjang 0,5 cm dengan gunting pangkas.
- f. Menimbang 10 gram akar yang telah dipotong-potong.
- g. Memasukkan akar pada beker plastik kemudian menambahkan air sebanyak 100 ml.
- h. Memasukkan akar dan air 100 ml tersebut ke dalam blender dan menghaluskannya dengan 2 kali, menghaluskan selama 15 detik.
- i. Menyaring hasil blenderan akar menggunakan saringan 40 mesh yang telah terpasang kertas *tissue* dan ring.

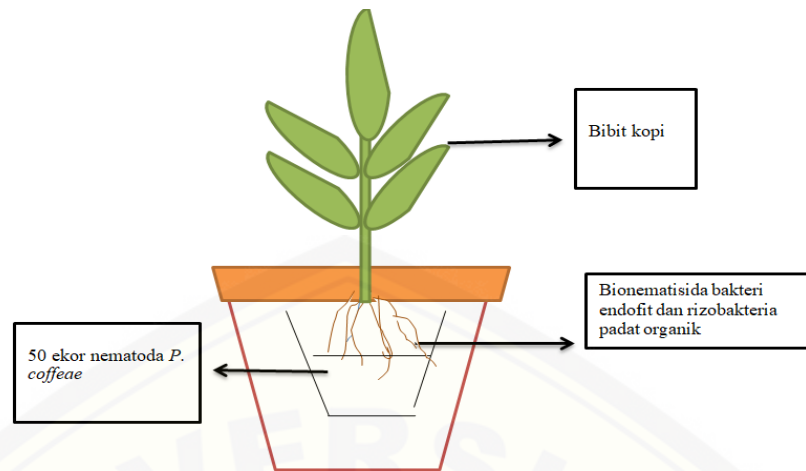
- j. Meletakkan saringan 40 mesh dengan hasil blenderan pada piringan alumunium dengan menambahkan 100 ml air, dan mengendapkan selama 24 jam.
- k. Menyaring air endapan menggunakan saringan yaitu 325 mesh (0,045 mm). Mengendapkan hasil saringan selama 1 jam.
- l. Mengurangi volume dengan selang plastik hingga 100 ml.
- m. Mengamati hasil atau menyimpan hasil dalam lemari pendingin.

3.8.4 Perhitungan Nematoda Untuk Aplikasi

Proses perhitungan nematoda *P. coffeae* dilakukan menggunakan mikroskop binokuler dengan menggunakan cawan penghitung, dengan cara menghitung berdasarkan jalur yang terdapat pada cawan penghitung searah jarum jam. Hasil perhitungan nematoda *P. coffeae* yang telah memenuhi jumlah yang diinginkan yaitu 50 ekor nematoda dalam setiap pot dimasukkan ke dalam botol.

3.8.5 Inokulasi *Pratylenchus coffeae* dan Formulasi Bakteri Pupuk Padat Gambut

Tahap inokulasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan formula bakteri padat organik pada tanaman bibit kopi robusta yang berusia 2 bulan dengan 1 minggu setelah transplantasi dilakukan dengan cara, pada media tanam yaitu diawali dengan inokulasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dengan menggali media tanaman hingga akar terlihat kemudian menyiramkan air yang berisi 50 ekor *Pratylenchus coffeae* , selanjutnya yaitu menutup bagian yang telah diinokulasi nematoda dengan sedikit tanah. Langkah selanjutnya adalah dilakukan inokulasikan bionematisida bakteri endofit dan rizobakter padat organik sebanyak 1 gram dan menutup dengan tanah kembali.



Gambar 3.1 Skema penempatan inokulasi *Pratylenchus coffeae* dan bionematisida bakteri endofit dan rizobakteria padat organik.

3.8.6 Pemeliharaan Bibit Kopi Robusta

Pemeliharaan bibit kopi robusta dilakukan dengan melakukan penyiraman dengan air selama 2 hari sekali. Melakukan pengemburan media tanam setiap 2 minggu sekali dengan mengaduk tanah.

3.9 Parameter Yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu:

3.9.1 Tinggi Bibit Kopi Robusta (cm)

Tinggi bibit kopi robusta diukur pada awal sebelum perlakuan kemudian setiap 2 minggu sekali selama 4 bulan setelah perlakuan. Pengukuran dilakukan mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh.

3.9.2 Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dihitung pada awal sebelum perlakuan kemudian setiap 2 minggu hingga bibit kopi robusta berumur 4 bulan setelah perlakuan. Daun yang dihitung adalah daun keseluruhan. Daun yang masih belum terbuka atau kuncup tidak masuk dalam hitungan.

3.9.3 Berat Basah Tajuk

Berat basah tajuk dilakukan penimbangan pada akhir penelitian saat bibit kopi berusia 4 bulan setelah perlakuan.

3.9.4 Berat Kering Tajuk

Berat kering tajuk dilakukan penimbangan pada akhir penelitian saat bibit kopi berumur 4 bulan setelah perlakuan. Berat kering diperoleh setelah bibit di oven dengan suhu 60 °C hingga kadar beratnya konstan.

3.9.5 Berat Basah Akar

Berat basah akar dilakukan pada akhir penelitian saat bibit kopi berumur 4 bulan setelah perlakuan untuk melihat pengaruh berat basah akar terhadap banyaknya jumlah nematoda.

3.9.6 Berat Kering Akar

Berat kering akar dilakukan pada akhir penelitian saat bibit kopi berumur 4 bulan setelah perlakuan. Berat kering akar diperoleh setelah bibit di oven dengan suhu 60 °C hingga kadar beratnya konstan.

3.9.7 Luas Daun

Perhitungan luas daun dilakukan pada akhir penelitian yaitu saat bibit berumur 4 bulan setelah perlakuan. Luas daun diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$LD = (LP \times BD) : BP$$

Keterangan:

LD: Luas daun (cm²)

LP: Luas pola (cm²)

BD: Berat daun (g)

BP: Berat pola (g)

3.9.8 Jumlah Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Perhitungan jumlah nematoda *P. coffeae* dilakukan pada akhir penelitian saat bibit kopi berumur 4 bulan setelah perlakuan. Perhitungan jumlah nematoda dilakukan menggunakan metode

Baermann yang dimodifikasi dan metode sentrifuge. Perhitungan nematoda ini diambil dari ekstraksi akar dan tanah.

Adapun cara ekstraksi populasi nematoda *P. coffeae* dari akar dan tanah yaitu:

Cara ekstraksi nematoda dari akar bibit kopi robusta:

- a. Mengambil akar serabut tanaman kopi
- b. Membersihkan akar yang telah diambil dari tanah yang menempel yang kemudian mencuci dengan bersih.
- c. Menunggu akar kering dengan cara mengangin-anginkan.
- d. Memotong akar sepanjang 0,5 cm dengan gunting pangkas.
- e. Menimbang 10 gram akar yang telah dipotong-potong.
- f. Memasukkan akar pada beker plastik kemudian menambahkan air sebanyak 100 ml.
- g. Memasukkan akar dan air 100 ml tersebut ke dalam blender dan menghaluskannya dengan 2 kali, menghaluskan selama 15 detik.
- h. Menyaring hasil blenderan akar menggunakan saringan 40 mesh yang telah terpasang kertas *tissue* dan ring.
- i. Meletakkan saringan 40 mesh dengan hasil blenderan pada piringan aluminium dengan menambahkan 100 ml air, dan mengendapkan selama 24 jam.
- j. Menyaring air endapan menggunakan dua saringan yaitu 325 mesh (0,045 mm). Mengendapkan hasil saringan selama 1 jam.
- k. Mengurangi volume dengan selang plastik hingga 100 ml.
- l. Melakukan perhitungan menggunakan mikroskop binokuler dengan *counting disk*.

Cara ekstraksi nematoda dari tanah sebagai berikut:

- a. Sampel tanah diambil sebanyak 100 g/pot dari panen.
- b. Menuangkan sampel tanah ke dalam saringan 1 mm yang dialasi piringan plastik, menambahkan air sebanyak 1 ml kemudian dihancurkan dengan tangan.

- c. Mengangkat saringan kemudian membersihkan kotoran yang melekat dengan air dalam botol semprotan.
- d. Menuangkan hasil saringan ke dalam gelas beaker sebanyak 500 ml.
- e. Mengendapkan larutan tanah dalam gelas beaker selama 30 detik, hasil endapan dituang ke dalam gelas beaker lain. kegiatan (e) dilakukan sebanyak 3 kali.
- f. Menyaring larutan yang diperoleh dari hasil (e) dengan saringan 325 mesh (0,045 mm), dan menuangkan hasil saringan ke dalam gelas beaker, selanjutnya diendapkan selama 1 jam.
- g. Mengurangi volume menggunakan selang plastik hingga volume 100 ml.
- h. Memasukkan hasil (g) ke dalam sentrifuge dengan ketinggian permukaan larutan sama.
- i. Memutar sentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 5 menit.
- j. Mengambil hasil sentrifuge yaitu endapan tanahnya sedangkan air yang berada di permukaan dibuang.
- k. Menuangkan gula $1,18 \text{ g/cm}^3$ ke dalam endapan tanah hasil (j) kemudian mengaduk hingga merata, tinggi larutan harus sama.
- l. Memutar sentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 3 menit.
- m. Mengambil hasil sentrifuge yaitu larutan gula yang berada di atas dan lapisan tanah di bawah dibuang.
- n. Menuangkan larutan gula hasil (m) ke dalam gelas beaker yang berisi 500 ml air, kemudian menyaring menggunakan 2 saringan 325 mesh (0,045 mm). Mengendapkan hasil saringan selama 1 jam.
- o. Mengurangi volume dengan selang plastik hingga diperoleh volume 100 ml.
- p. Mengamati hasil di bawah mikroskop binokuler dengan *counting disk*.
Cara perhitungan populasi nematoda sebagai berikut:
 - a. Menuang suspensi nematoda yang diperoleh dari ekstraksi ke dalam gelas beaker volume 100 ml.

- b. Mengaduk suspensi nematoda dengan menghisap dengan pipet dan menyembrotkan kembali sebanyak 3 kali.
- c. Meletakkan suspensi nematoda menggunakan pipet sebanyak 10 ml ke dalam cawan penghitung (*counting disk*).
- d. Menghitung populasi nematoda di bawah mikroskop binokuler dengan sesuai garis pada cawan penghitung searah jarum jam. Perhitungan dilakukan sebanyak 3 kali.
- e. Mengembalikan suspensi nematoda yang telah dihitung ke dalam gelas beaker.

Setiap pengambilan suspensi nematoda 10 ml sebelumnya dilakukan pengadukan terlebih dahulu hingga merata.

Perhitungan populasi nematoda dari 10 gram contoh akar, atau 100 ml tanah yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

P : Populasi nematoda setiap satuan contoh yang diambil.

P1, p2, p3 : Perhitungan setiap 10 ml suspensi nematoda dengan tiga kali ulangan 10:100 ml.

3.10 Penyusunan Leaflet

Penyusunan leaflet sebagai bacaan yang bertujuan untuk menyampaikan informasi pengetahuan mengenai bionematisida padat organik dengan bakteri endofit dan rizobakteria sebagai pengendali nematoda *P. coffeae* pada tanaman kopi robusta untuk masyarakat.

Terdapat beberapa tahapan dalam penyusunan leaflet ini mulai dari penentuan materi, desain, serta struktur penulisan leaflet. Leaflet yang disusun dan dirancang memiliki outline sebagai berikut:

- a. Pendahuluan yang berisi tentang serangan nematoda *P. coffeae* pada kopi robusta
- b. Isi dari leaflet yaitu tentang pengertian, manfaat, dan cara pengaplikasian bionematisida padat organik dengan bakteri endofit dan rizobakteri.

3.11 Analisis Data

3.11.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan dalam penelitian pengaruh bionematisida padat organik terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan kopi robusta ini peneliti menggunakan metode analisis data ONE-WAY ANNOVA dengan taraf kepercayaan 95% dilakukan analisis lanjut yaitu analisis LSD (*Least Significance Different*) dengan taraf 5 % untuk melihat perbedaan dari masing-masing perlakuan.

3.11.2 Analisis Validasi Leaflet

Leaflet ini ditujukan sebagai bacaan untuk masyarakat sebagai media yang informatif. Sampel yang digunakan dalam uji validasi ini yaitu kelompok yang mewakili berbagai keragaman masyarakat. Adapun kelompok masyarakat yang digunakan untuk uji validasi leaflet ini yaitu 2 orang dosen Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Jember. Penilaian leaflet ini menggunakan metode skoring dengan rentang skor 1-4 dimana nilai 4 menunjukkan nilai terbaik.

Tabel 3.1 Skor kategori leaflet

Kategori	Rentang skor
Kurang	1
Cukup	2
Baik	3
Sangat baik	4

(Diadaptasi dari Kantun, *et al.* 2015:136).

Nilai hasil pengambilan skor akan dikonversikan menjadi nilai persentase dengan persamaan

$$\text{Nilai kriteria} = \frac{F}{N \times I} \times 100\%$$

Keterangan:

F = Jumlah skor validator

N = Nilai skor tertinggi

I = Jumlah pertanyaan dalam lembar validasi.

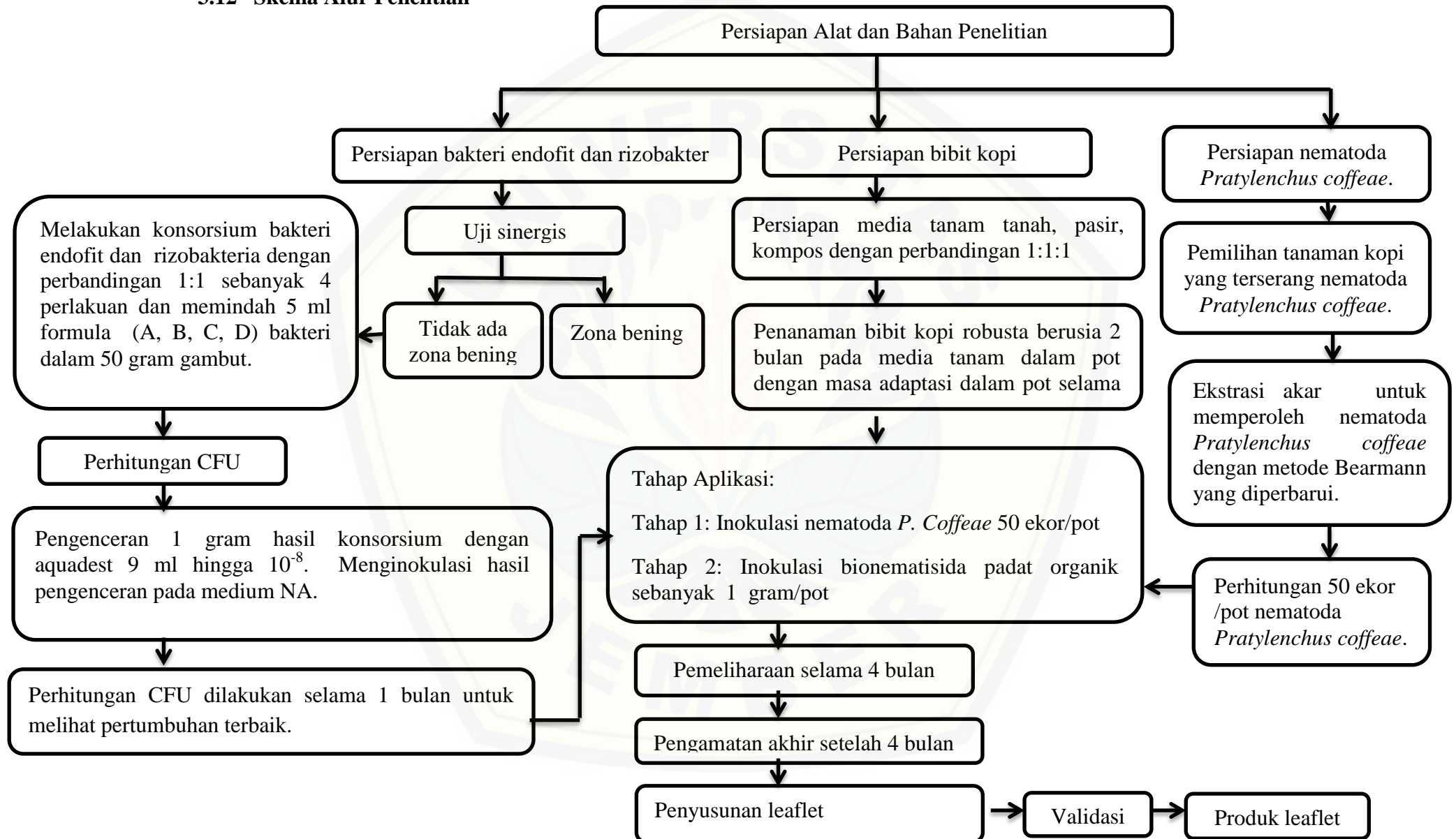
Hasil perhitungan persentase yang diperoleh kemudian dirubah menjadi data kuantitatif dengan kriteria validasi leaflet yang disajikan dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.2 Persentase kriteria kelayakan leaflet

Nilai	Kriteria	Keputusan
44 – 58%	Kurang Valid	Semua unsur tidak sesuai, terdapat banyak kekurangan dan perlu banyak perbaikan untuk dijadikan leaflet.
58,1 – 72%	Cukup Valid	Beberapa unsur masih terdapat kesalahan dalam penulisan ataupun isi sehingga perlu diperbaiki untuk dijadikan leaflet.
72,1 – 86%	Valid	Semua unsur sesuai meskipun masih terdapat beberapa kesalahan dan layak dijadikan leaflet.
100 – 86,1%	Sangat Valid	Semua unsur sangat sesuai, tidak terdapat kesalahan dan kekurangan. Sangat layak dijadikan leaflet.

(Diadaptasi dari Kantun, *et al.* 2015:137).

3.12 Skema Alur Penelitian



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh bionematisida padat organik dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*) serta pemanfaatannya sebagai leaflet, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter berpengaruh signifikan terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dengan nilai signifikansi 0,031. Persentase penekanan populasi nematoda *P. coffeae* sebesar 48-67%. Perlakuan D (Kombinasi SK 15+BS+KB 1/1+KB 6/3+PD+KB 1/4) memberikan penurunan populasi nematoda terbaik yaitu sebesar 67%.
- b. Bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta secara signifikan yaitu berat basah tajuk ($p=0,031$), berat basah akar ($p=0,023$), berat kering tajuk ($p=0,008$), berat kering akar ($p=0,021$), luas daun ($p=0,000$), tinggi tanaman ($p=0,000$), dan jumlah daun ($p=0,0010$). Perlakuan yang memberikan pengaruh paling baik pada pertumbuhan bibit kopi robusta adalah perlakuan A dan B.
- c. Produk pendidikan berupa leaflet dengan judul “Nematoda parasit tanaman” layak digunakan sebagai sumber informasi bagi masyarakat dengan persentase hasil uji kelayakan oleh ahli media sebesar 81,81% dan ahli materi sebesar 79,54%.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas direkomendasikan penggunaan bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri sebagai pengendali nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology* (5th edition). Academic Press. San Diego, USA, 922p
- Agustian, A. Permata Sari, dan L. Maira. 2018. Aplikasi rhizobakteri pemacu pertumbuhan (RPT) dari akar titonia (*Tithonia diversifolia*) terhadap pertumbuhan stek melati (*Jasminum officinale*) pada ultisol. *Jurnal Solum*. 15(2): 75-82.
- Ali, M., A. Khoiri, dan K. Rachim. 2015. Pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) dengan pemberian beberapa jenis kompos. *Jurnal Agrotek*. 4(1): 1-7.
- Ardiyanto, F.M., A. S. Karyawati, dan S. M. Sitompul. 2017. Pengaruh frekuensi pemberian dan konsentrasi rhizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai sayur (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(11): 1762-1767.
- Asyiah, I.N., S. Wiryadiputra, I. Fauzi, dan R. Harni. 2015. Populasi *Pratylenchus coffeae* (Z.) dan pertumbuhan bibit kopi arabika akibat inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. dan *Bacillus subtilis* (C.). *Pelita Perkebunan*. 31(1): 30-40.
- Asyiah, I.N., Soekarto, M.Hoesain, M. Iqbal, R. Hindersah, E. Narulita, and I. Mudakir. 2018. The endophytic bacteria isolation as biological control agent of *Pratylenchus coffeae*. *Asian Jr. Of Microbial Biotech*. 20(1): 159-165.
- Bridge, J., J.L. Starr. 2007. *Plant Nematodes of Agricultural Importance*. London: Manson Publishing.
- Chandra, D., R. H Ismono, dan E. Kasymir. 2013. Prospek perdagangan kopi robusta Indonesia di pasar internasional. *JIIA*. 1(1): 10-15.
- Choirunnisa, D. Zul, N. W. Pratiwi. 2017. Formulasi mikroorganisme lignoselulotik asal tanah gambut desa Rimbo panjang, Kampar sebagai bioaktivator bentuk padat. *Jurnal Riau Biologi*. 2(2): 90-99.
- Damara, V., D. Gustomo, Z.. Kusuma, S. Prijono. Pengaruh aplikasi daun gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp) dan bakteri endofit diazotrof tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 1001-1007.
- Djaenuddin, N., Faesal, dan Syafruddin. 2018. Viabilitas dan efektivitas kombinasi bakteri dan cendawan dalam mendekomposisi biomas jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 2(2): 111-119.
- Firdausi, N., W. Muslihatin, dan T. Nurhidayati. 2016. Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat terhadap pH dan unsur hara fosfor dalam tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 2337-3520.

- Gusmaini, S. A. Aziz, A. Munif, D. Sopandie, dan N. Bermawie. 2013. Potensi bakteri endofit dalam upaya meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kandungan androga folid pada tanaman sambiloto. *Jurnal Liittri*. 19(4): 167-177.
- Halimah, D., 2016. Potensi Bakteri Endofit Asal Tanaman Kopi Untuk Pengendalian Nematoda Luka Akar *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Schuurmans Stekoven dan pemacu pertumbuhan tanaman. *Thesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Halimah, D., A. Munif, dan Giyanto. 2016. Potensi bakteri endofit *Ochrobactrum intermedium*-C939A31, *Klebsiella oxytoca*-C939A32, *Bacillus subtilis*-1308A32 asal tanaman kopi untuk mengendalikan nematoda luka akar *Pratylenchus coffeae*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(2): 62-68.
- Harni, R. 2016. Prospek pengembangan bakteri endofit sebagai agens hayati pengendali nematoda parasit tanaman perkebunan. *Perspektif*. 15(12): 31-49.
- Harni, R., dan Khaerati. 2013. Evaluasi bakteri endofit untuk pengendalian nematoda *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi. *Buletin RISTRI*. 4(2): 109-116.
- Hasanah, S., I. G. Swibawa, dan Solikhin. 2016. Populasi nematoda *Radopholus* dan *Pratylenchus* pada tanaman kopi robusta berbeda umur di Tanggamus, Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(3): 217-221.
- Hassan, S. E. 2017. Plant growth-promoting activities for bacterial and fungal endophytes isolated from medicinal plant of *Teucrium polium* L. *Journal of Advanced Research*. 8: 687-695.
- Hutauruk, D., D. Suryanto, dan E. Murni. 2016. Asal isolat bakteri kitinolitik *Bacillus* Sp. BK 17 pada media pembawa tanah gambut dan kompos janjang kelapa sawit dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* pada kecambah cabai. *Jurnal HPT Tropika*. 16(1): 61-70.
- Hutauruk, D. S. 2018. Potensi bakteri kitinolitik NR09 pada media pembawa dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium oxysporum* pada benih cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 4(2): 140-153.
- Indriyati, L. 2017. Inventarisasi nematoda parasit pada tanaman, hewan, dan manusia. *EnviroScientiae*. 13(3): 195-207.
- Irma, W. 2018. Pengaruh konversi lahan gambut terhadap ketahanan lingkungan di DAS Kampar Provinsi Riau Sumatera. *Jurnal Ketahanan Nasional*. 24(2): 170-191.
- Isyariansyah, M. D., D. Sumarjono, dan K. Budiraharjo. 2018. Analisis faktor-faktor produksi yang mempengaruhi produksi kopi robusta di Kecamatan

- Sumowono Kabupaten Semarang. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*. 2(1): 31-38.
- Joshi, S., A. V. Singh, and B. Prasad. 2018. Enzymatic activity and plants growth promoting potential of endophytic bacterial isolated from *Ocimum sanctum* and *Aloe vera*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(6): 2314-2326.
- Kantun, S., dan Y. S. Rahayu Budiawati. 2015. Analisis tingkat kelayakan bahan ajar ekonomi yang digunakan oleh guru di SMA Negeri 4 Jember. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*. 9(2): 129-146.
- Kilmanun, J.C., dan Serom. 2018. Peran media komunikasi dalam transfer teknologi mendukung pengembangan taman agroinovasi di Kalimantan Barat. *Jurnal Pertanian Agros*. 20(2): 134-139.
- Luambano, N. D., B. E. Kashando, M. M. Masunga, A. E. Mwenisongole, M. F. Mziray, J. E. Mbaga, R. M. Polini, D. M. Mgonjo. 2018. Status of *Pratylenchus coffeae* in banana-growing areas of Tanzania. *Physiological and Molecular Plant Pathology*: 1-8.
- Luc, M., R. A. Sikora, J. Bridge. 2005. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical Agriculture*. London. CABI Publishing.
- Mardiah, Syamsuddin, dan Efendi. 2016. Perlakuan benih menggunakan rizobakteria pemacu pertumbuhan terhadap pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Floratek*. 11(1): 25-35.
- Mareque, C., T. F. D. Silva, R. E. Vollu, M. Beracochea, L. Seldin, and F. Battistoni. 2018. The endophytic bacterial microbiota associated with sweet sorgum (*Sorghum bicolor*) is modulated by the application of chemical N fertilizer to the field. *International Journal of Genomice*. 11(55): 1-10.
- Meiln, A., Nasamsir, dan S. Riyanto. 2017. Tingkat serangan hama utama dan produksi kopi liberika tunggal komposit (*Coffea* sp.) di Kecamatan Bentara Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Media Pertanian*. 2(1): 1-9.
- Mugni. 2018. Pengaruh pemberian pupuk organik dan pupuk majemuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada lahan bekas tebangan hutan jati. *Jurnal Agros wagati*. 6(2): 757-773.
- Mustika, I. 2005. Konsepsi dan strategi pengendalian nematoda parasit tanaman perkebunan di Indonesia. *Jurnal Prespektif*. 4(1): 20-32.
- Nainggolan, H. B., D. Bakti, dan Marheni. 2015. Keanekaragaman jenis serangga pada pertanaman *Coffea arabica* L. setelah erupsi abu vulkanik gunung Sinabung di Kabupaten Karo. *Jurnal Agroteknologi*. 4(1): 1726-1734.
- Nursalam, dan F. Efendi. 2008. *Pendidikan dalam keperawatan*. Jakarta. Salemba Medika.

- Pangihutan, P. E., H. Yetti, dan Isnaini. 2017. Pengaruh pemberian ampas teh dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jom Fakultas Pertanian*. 4(2):1-11.
- Permanasari, P. N., K. P. Wicaksono. 2018. Aplikasi pyraclostrobin pada tanaman kopi robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal seminar nasional*. 2(1): 346-353.
- Priasmoro, Y. P., S. Y. Tyasmoro, N. Barunawati. 2017. Pengaruh pemberian plant growth promoting rizhobakteria (PGPR) dan pupuk kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(11): 1807-1815.
- Qomaruddin, A. Sukmono, A. L. Nugraha. 2018. Analisis kesesuaian lahan komoditas kehutanan dan perkebunan di wilayah Kabupaten Banjarnegara dengan metode *Matching*. *Jurnal Geodesi Undip*. 7(1): 1-13.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Rahayu W., P. Lisdiyanti, R. E. Pratama. 2015. Tanah gambut melalui uji triaksial consolidated undrained dan unconsolidated undrained. *Jurnal Teknik Sipil*. 22(3): 201-208.
- Ramdhan, M. 2017. Analisis persepsi masyarakat terhadap kebijakan restorasi lahan gambut di Kalimantan Tengah. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 4(1): 60-72.
- Randriani, E., Dani, H. Supriadi, dan Syafaruddin. 2016. Ekspresi fenotipik kopi robusta "Sidodadi" pada tiga ketinggian tempat. *Jurnal TIDP*. 3(3): 151-158.
- Resti, Z., E. Sulyanti, Reflin. 2018. Konsorsium bakteri endofit sebagai pengendali hayati *Ralstonia solanacearum* dan pemacu pertumbuhan tanaman cabai. *Biodiversity Indonesia*. 4(2). 208-214.
- Ruyadi, I., Y. Winoto, N. Komariah. 2017. Media komunikasi dan informasi dalam menunjang kegiatan penyuluhan pertanian. *Jurnal Kajian Informasi dan Perpustakaan*. 15(1): 35-48.
- Salamiah, R. Wahidah. 2015. Pemanfaatan *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) dalam pengendalian penyakit tungro pada padi lokal Kalimantan Selatan. *Biodiversity Indonesia*. 1(6): 1448-1456.
- Santosa, H. R., C. Suherman, S. Rosniawaty. 2016. Respons pertumbuhan tanaman kopi robusta (*Coffea robusta* L.) tercekam aluminium di lahan reklamasi bekas tambang batubara bervegetasi sengon (Periode *El Nino*). *Jurnal Agrikultura*. 27(3): 124-131.
- Solikhah, M. 2016. Potensi Bakteri Endofit Dari Lahan Kopi Yang Terserang *Radopholus similis* Terhadap Penetrasi *Pratylenchus coffeae* Serta

Pemanfaatannya Sebagai Leaflet. *Skripsi*. Jember: Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember.

Syakir, M., dan E. Surmaini. 2017. Perubahan iklim dalam konteks sistem produksi dan pengembangan kopi di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 36(2): 77-90.

Wahyuningsih, E., N. Herlina, dan S. Y. Tyasmoro. 2017. Pengaruh pemberian PGR (Plan growth promoting rizhobacteria) dan pupuk kotoran kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascatonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(4): 591-599.

Widowati. R., S. Indarti, dan B. Rahayu T.P. 2014. Sebaran genera nematoda nonparasit tumbuhan pada kopi arabika. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 18(1). 24-32.

Widyati, E. 2017. *Memahami Bisnis di Rhizosfir*. Yogyakarta. Deepublish Publisher.

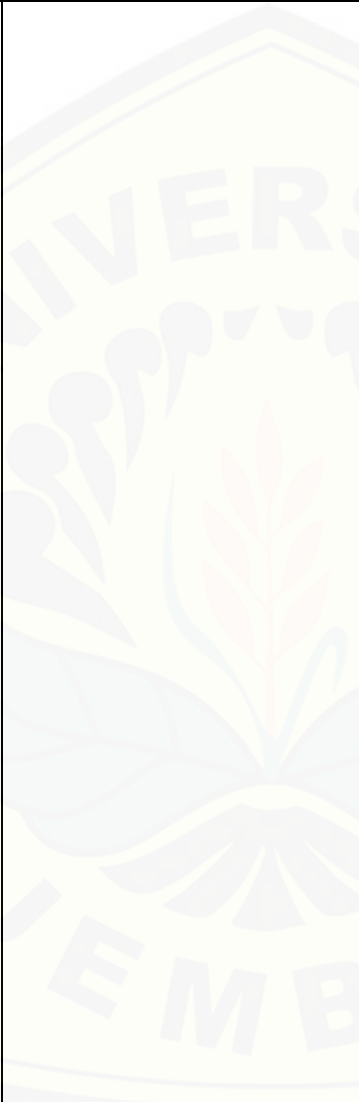
Wijayanti, K. S., B. T. Rahardjo, dan T. Himawan. 2017. Pengaruh rizobakteria dalam meningkatkan kandungan asam salsilat dan total fenol tanaman terhadap penekanan nematoda puru akar. *Jurnal Litbang Pertanian*. 9(2): 53-62.

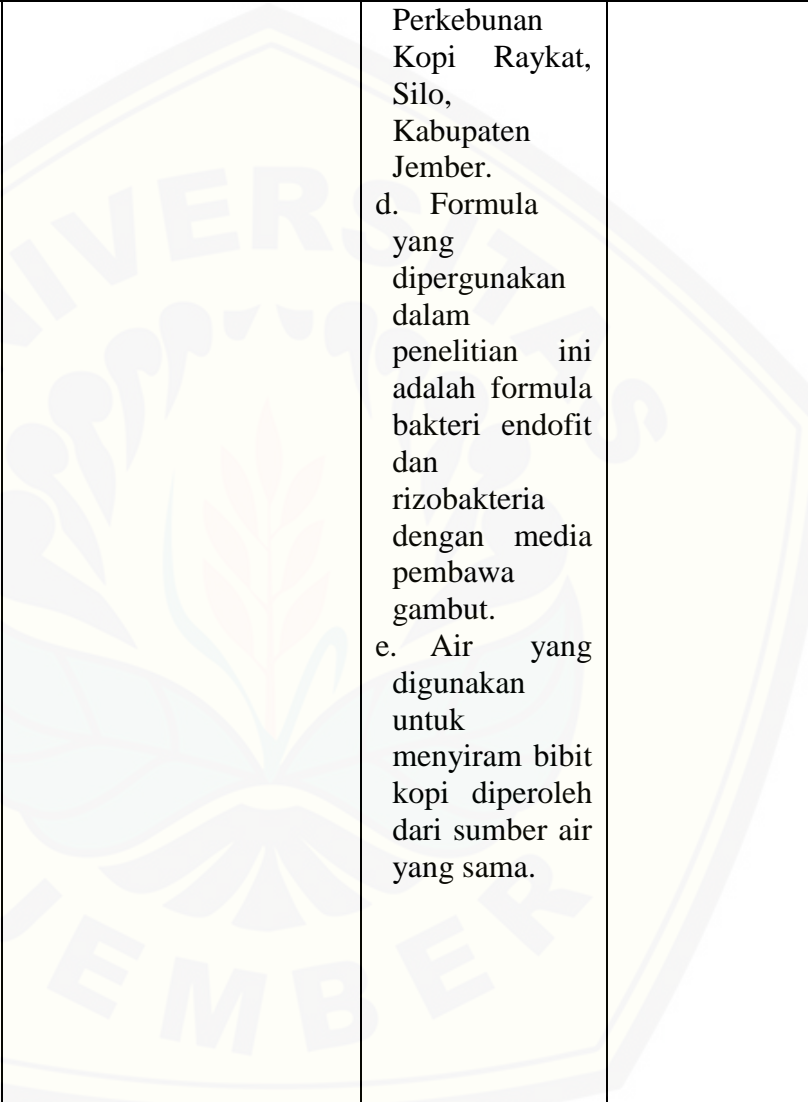
LAMPIRAN

Lampiran A: Matrik Penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metodologi Penelitian
Pengaruh Bionematisida Padat Organik Dengan Bahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter terhadap Populasi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dan Pertumbuhan bibit kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) Serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet.	<p>Kopi robusta mendominasi produksi kopi di Indonesia yang juga menjadi peringkat pertama ekspor kopi di dunia. Pada tahun 2012 sendiri ekspor kopi robusta dikatakan mengalami peningkatan sebanyak 1,6% setiap tahunnya serta kebutuhan kopi di Indonesia juga meningkat pada tahun 2014 sebesar 2,3% dan akan terus meningkat hingga tahun 2021 (Chandra, <i>et al.</i> 2013:10 ; Santosa, <i>et al.</i> 2016: 125).</p> <p>Perkebunan kopi Indonesia 96% adalah perkebunan kopi milik rakyat, dimana di Indonesia sendiri 79,21% di dominasi oleh kopi robusta yang</p>	<p>1. Bagaimana pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> pada bibit kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>)?</p> <p>2. Bagaimana pengaruh pemberian bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>)?</p>	<p>1. Variabel bebas Perbandingan formulasi bakteri endofit (SK 7, SK 14, KB 1/1, KB 1/4, SK 15, KB 6/3) dan rizobakteria (<i>Pseudomonas diminuta</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>) padat organik yang akan diinokulasikan pada bibit kopi robusta.</p> <p>2. Variabel terikat Jumlah daun, tinggi tanaman</p>	<p>1. Tinggi tanaman (cm). 2. Jumlah daun. 3. Berat basah tajuk. 4. Berat basah akar. 5. Berat kering tajuk. 6. Berat kering akar, 7. Luas daun 8. Jumlah nematoda</p>	<p>1. Data Primer Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan bibit kopi robusta dan jumlah nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>. 2. Data sekunder Diperoleh dari jurnal dan buku sebagai informasi pendukung untuk penelitian.</p>	<p>a. Jenis Penelitian Penelitian yang dilaksanakan ini adalah penelitian eksperimental dengan pembuatan media informasi buku ilmiah populer</p> <p>b. Tempat Penelitian Pusat Penelitian Kakao Indonesia, Jenggawah, Jember, Laboratorium Mikrobiologi FMIPA. UNEJ, dan <i>Green house</i></p>

	<p>mengalami produktifitas rendah dengan nilai 776 kg/ha apabila dibandingkan 1,5-2 ton/ha produktivitas potensial (Hasanah, <i>et al.</i> 2016:217). Produktifitas kopi yang menurun dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti luas lahan, pupuk, hama dan bibit (Isyariansyah, <i>et al.</i> 2018:32).</p> <p>Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>, menimbulkan kerusakan pada kopi robusta dengan persentase penurunan produksi kopi sebesar 56,84%-57% bahkan sampai 78,4% (Mustika. 2005: 22; Hasanah, <i>et al.</i> 2016:217; Halimah, <i>et al.</i> 2016:63).</p> <p>Pengendalian nematoda parasit menggunakan agen hayati yaitu bakteri endofit dan rizobakteria menjadi salah satu cara yang ramah terhadap lingkungan</p>	<p>3. Apakah leaflet tentang pengaruh bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap populasi nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dan pertumbuhan bibit kopi robusta (<i>Coffea canephora</i>) layak digunakan?</p>	<p>(cm), berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar, berat kering akar, luas daun, dan jumlah nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>.</p> <p>3. Variabel kontrol</p> <p>a. Media tanam yang digunakan sama yaitu pasir, kompos, dan tanah dengan perbandingan 1:1:1.</p> <p>b. Bibit kopi yang digunakan adalah bibit jenis kopi robusta klon BP 936 yang berumur 2</p>			<p>Perumahan Istana Tidar, Jember.</p> <p>c. Waktu Penelitian Waktu penelitian dilaksanakan bulan November 2018-April 2019.</p> <p>d. Analisis Data</p> <ul style="list-style-type: none"> - untuk analisis data digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan 5 ulangan, dan setiap ulangan terdiri dari 4 unit tanaman. - Analisis data yang digunakan dalam penelitian pengaruh bionematisida padat organik terhadap populasi
--	---	--	---	--	--	--

	<p>(Harni, <i>et al.</i> 2013:110; Wijayanti, <i>et al.</i> 2017: 53).</p> <p>Peneliti sebelumnya telah memperoleh hasil dimana bakteri endofit tercatat mampu menekan penetrasi <i>Pratylenchus coffeae</i> sebesar 54,5% pada kopi (Asyiah, <i>et al.</i> 2018:159). Serta hasil pengendalian nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> juga menggunakan rizobakteria yaitu <i>P. diminuta</i> dan <i>B. subtilis</i> telah terbukti mampu menekan populasi nematoda pada tanaman kopi sebesar 64,2% dan 71,3% (Asyiah, <i>et al.</i> 2015:30). Mikroorganisme yang dikombinasikan dalam konsorsium mampu mengendalikan patogen dengan lebih efektif (Resti, <i>et al.</i> 2018:209).</p> <p>Perlu adanya peningkatan efektivitas pengendali hayati dengan melakukan formulasi. Dalam formulasi</p>		<p>bulan yang berasal dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember.</p> <p>c. Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari akar kopi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jenggawah, Kabupaten Jember, Perkebunan Kopi Kalibendo, Kabupaten Banyuwangi, dan</p>		<p>nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dan pertumbuhan kopi robusta ini peneliti menggunakan metode analisis data ONE-WAY ANNOVA dengan taraf kepercayaan 95% jika terdapat pengaruh dilakukan analisis lanjut yaitu analisis LSD dengan taraf 5 % untuk melihat perbedaan dari masing-masing perlakuan.</p>
--	--	---	---	--	---

	<p>diperlukan adanya media pembawa yang digunakan sebagai tempat hidup sel hidup atau mikroorganisme sehingga dapat hidup dalam jangka waktu tertentu. Media pembawa perlu disterilisasi agar tidak terdapat organisme lain yang tidak diinginkan (Hutauruk, 2018:142)</p> <p>Penggunaan bahan pembawa gambut ini dipilih karena murah, mudah diperoleh, dan mudah dalam pengaplikasiannya., memiliki kandungan yang tidak bersifat racun, dan sumber karbon serta nutrisi yang mencukupi pertumbuhan mikroorganisme yang hidup di dalamnya (Hutauruk <i>et, al.</i> 2016:64).</p> <p>Penyampaian informasi mengenai formula bakteri endofit dan rizobakter sebagai pengendali nematoda <i>Partylenchus</i></p>		<p>Perkebunan Kopi Raykat, Silo, Kabupaten Jember.</p> <p>d. Formula yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah formula bakteri endofit dan rizobakteria dengan media pembawa gambut.</p> <p>e. Air yang digunakan untuk menyiram bibit kopi diperoleh dari sumber air yang sama.</p>			
--	---	---	--	--	--	--

	<p><i>coffea</i> pada tanaman robusta (<i>Coffea canephora</i>) menggunakan media pembawa padat organik perlu disebarluaskan melalui media informatif sehingga dapat diketahui oleh masyarakat umum. Oleh sebab itu, hasil dari penelitian ini akan dibuat leaflet yang dapat digunakan sebagai bacaan masyarakat.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

Lampiran B: Desain Tata Letak Unit Percobaan Penelitian

C.4.4	A.4.4	D.2.3	B.2.2	D.4.3	C.1.3
B.1.4	A.4.3	B.1.3	D.3.4	C.1.1	B.5.3
B.3.3	D.5.2	C.4.3	A.1.3	A.5.4	C.4.2
A.1.1	C.5.4	D.4.2	A.1.4	B.3.1	B.4.4
C.4.1	C.1.2	D.3.2	D.1.4	D.2.2	C.3.4
A.5.1	C.1.4	C.2.2	C.3.3	D.5.3	C.2.3
D.1.3	A.3.3	D.5.4	C.5.1	B.2.1	A.2.4
D.3.1	A.5.2	B.5.1	A.4.2	B.4.2	D.4.4
A.2.3	A.2.2	C.3.1	D.2.1	D.1.2	A.3.4
A.3.2	A.5.3	B.3.2	B.2.3	B.1.1	B.3.4
C.3.2	C.5.3	B.1.2	B.2.4	A.4.1	D.2.4
D.4.1	C.5.2	A.3.1	C.2.1	D.1.1	A.2.1
B.5.4	A.5.2	C.2.4	A.1.2	B.4.1	D.3.3
D.5.1	B.4.3				

Keterangan:

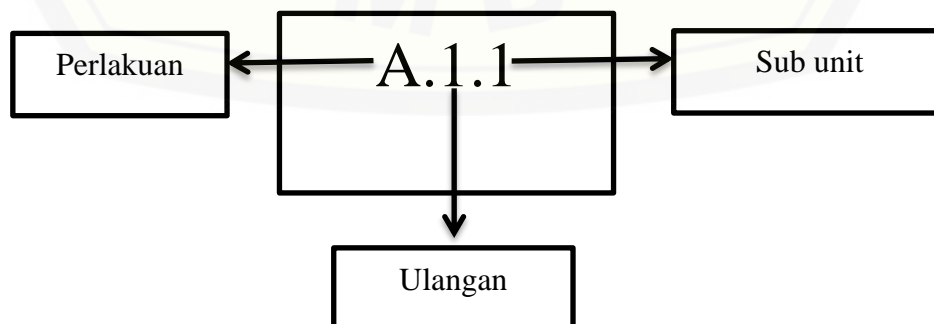
A = Kombinasi SK 7 + KB 1/1 + SK 14

B = Kombinasi SK 14 + SK 7 + PD + KB 1 / 4

C = Kombinasi KB 1/1 + SK 7 + BS + SK 15 + KB 6/3 + PD + KB 1/ 4

D = Kombinasi SK 15 + BS + KB 1/1 + KB 6/3 + PD + KB 1/ 4

E = Tanpa Kombinasi



Lampiran C: Hasil validasi leaflet
a. Validasi ahli materi

VI. Instrumen Penilaian

No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Materi bersifat Informatif untuk masyarakat			✓	
2	Materi yang dituliskan berisi sampul leaflet, unsur dasar, dan pembahasan				✓
3	Materi bersifat aktual serta bermanfaat			✓	
4	Materi merupakan karya asli (bukan hasil plagiat)				✓
5	Materi disajikan secara urut dan sistematis, dan mudah difahami			✓	
6	Ilustrasi yang digunakan sesuai dengan materi baik (gambar, foto, diagram/tabel)			✓	
7	Materi disajikan menggunakan bahasa ilmiah populer yang mudah dipahami masyarakat			✓	
8	Materi yang disajikan merupakan kebenaran keilmuan yang akurat			✓	
9	Materi merupakan pengembangan untuk menambah wawasan yang lebih luas			✓	
10	Bahasa yang digunakan sesuai (EYD, kata, kalimat, dan paragraf) tepat, dan jelas sehingga mudah dipahami masyarakat			✓	
11	Penyajian materi mengembangkan keterampilan, dan memberi motivasi untuk berinovasi			✓	
TOTAL SKOR					

(Diadaptasi dari: Kalitmanun, *et al.* 2018: 135; Ruyadi, *et al.* 2017:36; Nursalam, *et al.* 2008:220).

VII. Komentar

Leaflet sudah baik dan bagus, jelas tetapi pada paparan gambar kurang proporsional dan pada beberapa gambar halaman di manfaatkan di teks

Kesimpulan:

Dilihat dari semua unsur, apakah materi yang ada pada leaflet layak digunakan?

 Layak Tidak Layak

Jember,

Validator,


Vendi Gusublo, S.p.d.M.H.

b. Validasi ahli media

IV. Instrumen Penilaian

No	Indikator	Skor			
		1	2	3	4
1	Ukuran Leaflet sesuai dengan standar minimal leaflet 20 x 30 cm			✓	
2	Penggunaan ilustrasi, gambar, dan foto sesuai dengan materi yang dibahas			✓	
3	Kemenarikan layout			✓	
4	Kesinambungan transisi antar halaman				✓
5	Penggunaan variasi, ukuran, jenis dan bentuk huruf untuk materi dan judul			✓	
6	Jenis kertas yang digunakan sesuai standar minimal leaflet			✓	
7	Desain fisik dan pemilihan warna terlihat serasi			✓	
8	Penjelasan yang disajikan padat dan jelas			✓	
9	Bahasa yang digunakan terlihat etis, informatif, menggunakan bahasa ilmiah populer yang mudah difahami pembaca			✓	
10	Desain tidak menimbulkan masalah SARA				✓
11	Keruntutan penyajian sistematis				✓
TOTAL SKOR					

(Diadaptasi dari: Kalimanun, *et al.* 2018; 135; Ruyadi, *et al.* 2017:36; Nursalam, *et al.* 2008;220).

V. Komentar

• Sudah lebih baik dari yang pertama
 • Coba cek lagi jenis kertas yg pas digunakan untuk leaflet.

Kesimpulan:

Dilihat dari semua unsur, apakah materi yang ada pada leaflet layak digunakan?

Layak

Tidak Layak

Jember, Juli 2018

Validator,



Ika Lita N., S.Pd., M.Pd.

Lampiran D: Hasil Uji ANOVA

D.1 Hasil uji ANOVA pengaruh bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri terhadap populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

D 1.1 Akar

Descriptives

Pakar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	290,20	137,394	61,445	119,60	460,80	177	523
B	5	357,60	226,197	101,159	76,74	638,46	138	697
C	5	253,20	176,873	79,100	33,58	472,82	90	503
D	5	213,80	48,303	21,602	153,82	273,78	173	291
E	5	645,80	429,569	192,109	112,42	1179,18	303	1273
Total	25	352,12	269,869	53,974	240,72	463,52	90	1273

ANOVA

Pakar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	595148,240	4	148787,060	2,581	,069
Within Groups	1152756,400	20	57637,820		
Total	1747904,640	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pakar

LSD

(I) Populasi Nematoda	(J) Populasi Nematoda	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-67,400	151,839	,662	-384,13	249,33
	C	37,000	151,839	,810	-279,73	353,73
	D	76,400	151,839	,620	-240,33	393,13
	E	-355,600*	151,839	,030	-672,33	-38,87
B	A	67,400	151,839	,662	-249,33	384,13
	C	104,400	151,839	,500	-212,33	421,13
	D	143,800	151,839	,355	-172,93	460,53
	E	-288,200	151,839	,072	-604,93	28,53
C	A	-37,000	151,839	,810	-353,73	279,73
	B	-104,400	151,839	,500	-421,13	212,33
	D	39,400	151,839	,798	-277,33	356,13
	E	-392,600*	151,839	,018	-709,33	-75,87
D	A	-76,400	151,839	,620	-393,13	240,33
	B	-143,800	151,839	,355	-460,53	172,93
	C	-39,400	151,839	,798	-356,13	277,33
	E	-432,000*	151,839	,010	-748,73	-115,27
E	A	355,600*	151,839	,030	38,87	672,33
	B	288,200	151,839	,072	-28,53	604,93
	C	392,600*	151,839	,018	75,87	709,33
	D	432,000*	151,839	,010	115,27	748,73

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

D 1.2 Tanah

Descriptives

Ptanah

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	83,00	13,115	5,865	66,72	99,28	73	105
B	5	78,40	29,022	12,979	42,36	114,44	33	102
C	5	75,00	24,576	10,991	44,48	105,52	50	108
D	5	62,20	12,558	5,616	46,61	77,79	47	77
E	5	188,00	79,076	35,364	89,81	286,19	127	316
Total	25	97,32	59,408	11,882	72,80	121,84	33	316

ANOVA

Ptanah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	52587,440	4	13146,860	8,187	,000
Within Groups	32116,000	20	1605,800		
Total	84703,440	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Ptanah

LSD

(I) Populasi Nematoda	(J) Populasi Nematoda	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	4,600	25,344	,858	-48,27	57,47
	C	8,000	25,344	,756	-44,87	60,87
	D	20,800	25,344	,421	-32,07	73,67
	E	-105,000*	25,344	,001	-157,87	-52,13
B	A	-4,600	25,344	,858	-57,47	48,27
	C	3,400	25,344	,895	-49,47	56,27
	D	16,200	25,344	,530	-36,67	69,07
	E	-109,600*	25,344	,000	-162,47	-56,73
C	A	-8,000	25,344	,756	-60,87	44,87
	B	-3,400	25,344	,895	-56,27	49,47
	D	12,800	25,344	,619	-40,07	65,67
	E	-113,000*	25,344	,000	-165,87	-60,13
D	A	-20,800	25,344	,421	-73,67	32,07
	B	-16,200	25,344	,530	-69,07	36,67
	C	-12,800	25,344	,619	-65,67	40,07
	E	-125,800*	25,344	,000	-178,67	-72,93
E	A	105,000*	25,344	,001	52,13	157,87
	B	109,600*	25,344	,000	56,73	162,47
	C	113,000*	25,344	,000	60,13	165,87
	D	125,800*	25,344	,000	72,93	178,67

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

D 1.3 Total

Descriptives

P

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	373,20	137,525	61,503	202,44	543,96	250	598
B	5	436,00	239,959	107,313	138,05	733,95	171	790
C	5	328,20	197,372	88,267	83,13	573,27	140	611
D	5	276,00	55,906	25,002	206,58	345,42	226	368
E	5	833,80	506,597	226,557	204,78	1462,82	440	1589
Total	25	449,44	322,322	64,464	316,39	582,49	140	1589

ANOVA

P

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	992531,760	4	248132,940	3,307	,031
Within Groups	1500860,400	20	75043,020		
Total	2493392,160	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: P
LSD

(I) Populasi Nematoda Total	(J) Populasi Nematoda Total	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-62,800	173,255	,721	-424,20	298,60
	C	45,000	173,255	,798	-316,40	406,40
	D	97,200	173,255	,581	-264,20	458,60
	E	-460,600*	173,255	,015	-822,00	-99,20
B	A	62,800	173,255	,721	-298,60	424,20
	C	107,800	173,255	,541	-253,60	469,20
	D	160,000	173,255	,367	-201,40	521,40
	E	-397,800*	173,255	,033	-759,20	-36,40
C	A	-45,000	173,255	,798	-406,40	316,40
	B	-107,800	173,255	,541	-469,20	253,60
	D	52,200	173,255	,766	-309,20	413,60
	E	-505,600*	173,255	,009	-867,00	-144,20
D	A	-97,200	173,255	,581	-458,60	264,20
	B	-160,000	173,255	,367	-521,40	201,40
	C	-52,200	173,255	,766	-413,60	309,20
	E	-557,800*	173,255	,004	-919,20	-196,40
E	A	460,600*	173,255	,015	99,20	822,00
	B	397,800*	173,255	,033	36,40	759,20
	C	505,600*	173,255	,009	144,20	867,00
	D	557,800*	173,255	,004	196,40	919,20

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

D. 2 Hasil uji ANOVA pengaruh bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakter terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta.

D.2.1 Berat basah akar

Descriptives

Abasah

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	1,52420	,538892	,241000	,85508	2,19332	,864	2,099
B	5	1,28700	,564546	,252473	,58602	1,98798	,644	1,999
C	5	1,37640	,501625	,224333	,75355	1,99925	1,085	2,267
D	5	1,36400	,265777	,118859	1,03399	1,69401	1,153	1,815
E	5	,57180	,215567	,096405	,30414	,83946	,393	,862
Total	25	1,22468	,529260	,105852	1,00621	1,44315	,393	2,267

ANOVA
Abasah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,811	4	,703	3,594	,023
Within Groups	3,911	20	,196		
Total	6,723	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Abasah

LSD

(I) Berat basah akar	(J) Berat basah akar	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	,237200	,279693	,406	-,34623	,82063
	C	,147800	,279693	,603	-,43563	,73123
	D	,160200	,279693	,573	-,42323	,74363
	E	,952400*	,279693	,003	,36897	1,53583
B	A	-,237200	,279693	,406	-,82063	,34623
	C	-,089400	,279693	,753	-,67283	,49403
	D	-,077000	,279693	,786	-,66043	,50643
	E	,715200*	,279693	,019	,13177	1,29863
C	A	-,147800	,279693	,603	-,73123	,43563
	B	,089400	,279693	,753	-,49403	,67283
	D	,012400	,279693	,965	-,57103	,59583
	E	,804600*	,279693	,009	,22117	1,38803
D	A	-,160200	,279693	,573	-,74363	,42323
	B	,077000	,279693	,786	-,50643	,66043
	C	-,012400	,279693	,965	-,59583	,57103
	E	,792200*	,279693	,010	,20877	1,37563
E	A	-,952400*	,279693	,003	-1,53583	-,36897
	B	-,715200*	,279693	,019	-1,29863	-,13177
	C	-,804600*	,279693	,009	-1,38803	-,22117
	D	-,792200*	,279693	,010	-1,37563	-,20877

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

D 2.2 Berat kering akar

Descriptives

Akering

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	,61950	,186780	,083531	,38758	,85142	,371	,810
B	5	,54910	,226093	,101112	,26837	,82983	,324	,824
C	5	,56160	,207030	,092587	,30454	,81866	,401	,915
D	5	,59460	,141570	,063312	,41882	,77038	,487	,838
E	5	,24260	,108184	,048381	,10827	,37693	,138	,389
Total	25	,51348	,215673	,043135	,42445	,60251	,138	,915

ANOVA

Akering

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,474	4	,118	3,688	,021
Within Groups	,642	20	,032		
Total	1,116	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Akering

LSD

(I) Berat basah akar	(J) Berat basah akar	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	,070400	,113353	,542	-,16605	,30685
	C	,057900	,113353	,615	-,17855	,29435
	D	,024900	,113353	,828	-,21155	,26135
	E	,376900*	,113353	,003	,14045	,61335
B	A	-,070400	,113353	,542	-,30685	,16605
	C	-,012500	,113353	,913	-,24895	,22395
	D	-,045500	,113353	,692	-,28195	,19095
	E	,306500*	,113353	,014	,07005	,54295
C	A	-,057900	,113353	,615	-,29435	,17855
	B	,012500	,113353	,913	-,22395	,24895
	D	-,033000	,113353	,774	-,26945	,20345
	E	,319000*	,113353	,011	,08255	,55545
D	A	-,024900	,113353	,828	-,26135	,21155
	B	,045500	,113353	,692	-,19095	,28195
	C	,033000	,113353	,774	-,20345	,26945
	E	,352000*	,113353	,006	,11555	,58845

E	A	-,376900*	,113353	,003	-,61335	-,14045
	B	-,306500*	,113353	,014	-,54295	-,07005
	C	-,319000*	,113353	,011	-,55545	-,08255
	D	-,352000*	,113353	,006	-,58845	-,11555

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

D 2.3 Berat basah tajuk

Descriptives

bbtajuk

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	7,41900	2,905938	1,299575	3,81080	11,02720	3,319	11,020
B	5	6,74100	2,031794	,908646	4,21819	9,26381	4,409	9,435
C	5	5,13170	,971584	,434506	3,92532	6,33808	3,729	6,003
D	5	4,78510	1,613169	,721431	2,78209	6,78811	3,180	7,254
E	5	3,36760	1,876037	,838989	1,03819	5,69701	1,150	5,686
Total	25	5,48888	2,333035	,466607	4,52585	6,45191	1,150	11,020

ANOVA

bbtajuk

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	52,079	4	13,020	3,315	,031
Within Groups	78,554	20	3,928		
Total	130,633	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: bbtajuk

LSD

(I) berat tajuk	(J) berat tajuk	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	,678000	1,253426	,595	-1,93660	3,29260
	C	2,287300	1,253426	,083	-,32730	4,90190
	D	2,633900*	1,253426	,048	,01930	5,24850
	E	4,051400*	1,253426	,004	1,43680	6,66600
B	A	-,678000	1,253426	,595	-3,29260	1,93660
	C	1,609300	1,253426	,214	-1,00530	4,22390
	D	1,955900	1,253426	,134	-,65870	4,57050
	E	3,373400*	1,253426	,014	,75880	5,98800
C	A	-2,287300	1,253426	,083	-4,90190	,32730
	B	-1,609300	1,253426	,214	-4,22390	1,00530
	D	,346600	1,253426	,785	-2,26800	2,96120
	E	1,764100	1,253426	,175	-,85050	4,37870

D	A	-2,633900*	1,253426	,048	-5,24850	-,01930
	B	-1,955900	1,253426	,134	-4,57050	,65870
	C	-,346600	1,253426	,785	-2,96120	2,26800
	E	1,417500	1,253426	,271	-1,19710	4,03210
E	A	-4,051400*	1,253426	,004	-6,66600	-1,43680
	B	-3,373400*	1,253426	,014	-5,98800	-,75880
	C	-1,764100	1,253426	,175	-4,37870	,85050
	D	-1,417500	1,253426	,271	-4,03210	1,19710

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

D 2.4 Berat kering tajuk

Descriptives

bktajuk

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	2,63800	1,089413	,487200	1,28531	3,99069	1,002	3,964
B	5	2,75690	1,038882	,464602	1,46696	4,04684	1,782	4,303
C	5	2,15350	,652823	,291951	1,34291	2,96409	1,583	3,197
D	5	1,61310	,569055	,254489	,90652	2,31968	1,159	2,519
E	5	,92260	,349275	,156201	,48892	1,35628	,328	1,253
Total	25	2,01682	1,002398	,200480	1,60305	2,43059	,328	4,303

ANOVA

bktajuk

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,563	4	2,891	4,606	,008
Within Groups	12,552	20	,628		
Total	24,115	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: bktajuk

LSD

(I) berat tajuk	(J) berat tajuk	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-,118900	,501046	,815	-1,16406	,92626
	C	,484500	,501046	,345	-,56066	1,52966
	D	1,024900	,501046	,054	-,02026	2,07006
	E	1,715400*	,501046	,003	,67024	2,76056

B	A	,118900	,501046	,815	-,92626	1,16406
	C	,603400	,501046	,243	-,44176	1,64856
	D	1,143800*	,501046	,034	,09864	2,18896
	E	1,834300*	,501046	,002	,78914	2,87946
C	A	-,484500	,501046	,345	-1,52966	,56066
	B	-,603400	,501046	,243	-1,64856	,44176
	D	,540400	,501046	,294	-,50476	1,58556
	E	1,230900*	,501046	,023	,18574	2,27606
D	A	-1,024900	,501046	,054	-2,07006	,02026
	B	-1,143800*	,501046	,034	-2,18896	-,09864
	C	-,540400	,501046	,294	-1,58556	,50476
	E	,690500	,501046	,183	-,35466	1,73566
E	A	-1,715400*	,501046	,003	-2,76056	-,67024
	B	-1,834300*	,501046	,002	-2,87946	-,78914
	C	-1,230900*	,501046	,023	-2,27606	-,18574
	D	-,690500	,501046	,183	-1,73566	,35466

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

D.2.5 Rasio berat kering tajuk akar

Descriptives RarioAT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	4,17154	1,128487	,504675	2,77034	5,57274	2,703	5,387
B	5	5,20640	1,274391	,569925	3,62403	6,78877	3,703	6,883
C	5	3,98460	1,024523	,458181	2,71249	5,25671	2,777	5,369
D	5	2,77200	1,035665	,463163	1,48605	4,05795	1,990	4,541
E	5	4,07840	1,936415	,865991	1,67402	6,48278	2,309	7,340
Total	25	4,04259	1,443789	,288758	3,44662	4,63855	1,990	7,340

ANOVA RarioAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,951	4	3,738	2,131	,115
Within Groups	35,078	20	1,754		
Total	50,029	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RarioAT
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-1,034860	,837592	,231	-2,78205	,71233
	C	,186940	,837592	,826	-1,56025	1,93413
	D	1,399540	,837592	,110	-,34765	3,14673
	E	,093140	,837592	,913	-1,65405	1,84033
B	A	1,034860	,837592	,231	-,71233	2,78205
	C	1,221800	,837592	,160	-,52539	2,96899
	D	2,434400*	,837592	,009	,68721	4,18159
	E	1,128000	,837592	,193	-,61919	2,87519
C	A	-,186940	,837592	,826	-1,93413	1,56025
	B	-1,221800	,837592	,160	-2,96899	,52539
	D	1,212600	,837592	,163	-,53459	2,95979
	E	-,093800	,837592	,912	-1,84099	1,65339
D	A	-1,399540	,837592	,110	-3,14673	,34765
	B	-2,434400*	,837592	,009	-4,18159	-,68721
	C	-1,212600	,837592	,163	-2,95979	,53459
	E	-1,306400	,837592	,135	-3,05359	,44079
E	A	-,093140	,837592	,913	-1,84033	1,65405
	B	-1,128000	,837592	,193	-2,87519	,61919
	C	,093800	,837592	,912	-1,65339	1,84099
	D	1,306400	,837592	,135	-,44079	3,05359

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

D.2.6 Luas Daun

Descriptives

ld

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	610,2410	195,98797	87,64848	366,8898	853,5922	328,47	831,81
B	5	456,3752	82,84748	37,05052	353,5065	559,2439	338,27	529,17
C	5	399,4250	62,09270	27,76870	322,3267	476,5233	328,49	481,08
D	5	400,5898	80,50593	36,00335	300,6285	500,5511	289,85	486,31
E	5	90,6520	45,41564	20,31049	34,2610	147,0430	36,80	160,13
Total	25	391,4566	198,35300	39,67060	309,5805	473,3327	36,80	831,81

ANOVA

ld

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	713556,782	4	178389,196	15,465	,000
Within Groups	230697,103	20	11534,855		
Total	944253,885	24			

Multiple Comparisons
Dependent Variable: Id
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	153,86580*	67,92600	,035	12,1746	295,5570
	C	210,81600*	67,92600	,006	69,1248	352,5072
	D	209,65120*	67,92600	,006	67,9600	351,3424
	E	519,58900*	67,92600	,000	377,8978	661,2802
B	A	-153,86580*	67,92600	,035	-295,5570	-12,1746
	C	56,95020	67,92600	,412	-84,7410	198,6414
	D	55,78540	67,92600	,421	-85,9058	197,4766
	E	365,72320*	67,92600	,000	224,0320	507,4144
C	A	-210,81600*	67,92600	,006	-352,5072	-69,1248
	B	-56,95020	67,92600	,412	-198,6414	84,7410
	D	-1,16480	67,92600	,986	-142,8560	140,5264
	E	308,77300*	67,92600	,000	167,0818	450,4642
D	A	-209,65120*	67,92600	,006	-351,3424	-67,9600
	B	-55,78540	67,92600	,421	-197,4766	85,9058
	C	1,16480	67,92600	,986	-140,5264	142,8560
	E	309,93780*	67,92600	,000	168,2466	451,6290
E	A	-519,58900*	67,92600	,000	-661,2802	-377,8978
	B	-365,72320*	67,92600	,000	-507,4144	-224,0320
	C	-308,77300*	67,92600	,000	-450,4642	-167,0818
	D	-309,93780*	67,92600	,000	-451,6290	-168,2466

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

D. 2.7 Tinggi tanaman

Descriptives

TO

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	13,9500	1,47267	,65860	12,1214	15,7786	12,75	16,25
B	5	12,9700	1,42241	,63612	11,2038	14,7362	10,75	14,50
C	5	10,8000	3,27586	1,46501	6,7325	14,8675	7,50	16,25
D	5	12,5500	1,85742	,83066	10,2437	14,8563	10,50	15,25
E	5	15,7000	1,30384	,58310	14,0811	17,3189	14,00	17,00
Total	25	13,1940	2,46248	,49250	12,1775	14,2105	7,50	17,00

ANOVA

T0

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	65,239	4	16,310	4,063	,014
Within Groups	80,293	20	4,015		
Total	145,532	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: T0

LSD

(I) tinggi tanaman	(J) tinggi tanaman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	,98000	1,26723	,448	-1,6634	3,6234
	C	3,15000*	1,26723	,022	,5066	5,7934
	D	1,40000	1,26723	,282	-1,2434	4,0434
	E	-1,75000	1,26723	,183	-4,3934	,8934
B	A	-,98000	1,26723	,448	-3,6234	1,6634
	C	2,17000	1,26723	,102	-,4734	4,8134
	D	,42000	1,26723	,744	-2,2234	3,0634
	E	-2,73000*	1,26723	,044	-5,3734	-,0866
C	A	-3,15000*	1,26723	,022	-5,7934	-,5066
	B	-2,17000	1,26723	,102	-4,8134	,4734
	D	-1,75000	1,26723	,183	-4,3934	,8934
	E	-4,90000*	1,26723	,001	-7,5434	-2,2566
D	A	-1,40000	1,26723	,282	-4,0434	1,2434
	B	-,42000	1,26723	,744	-3,0634	2,2234
	C	1,75000	1,26723	,183	-,8934	4,3934
	E	-3,15000*	1,26723	,022	-5,7934	-,5066
E	A	1,75000	1,26723	,183	-,8934	4,3934
	B	2,73000*	1,26723	,044	,0866	5,3734
	C	4,90000*	1,26723	,001	2,2566	7,5434
	D	3,15000*	1,26723	,022	,5066	5,7934

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

Descriptives

T8

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	27,4000	3,71904	1,66320	22,7822	32,0178	21,90	31,20
B	5	25,6900	1,60562	,71805	23,6964	27,6836	23,90	27,50
C	5	23,2200	2,46896	1,10415	20,1544	26,2856	20,70	27,10
D	5	24,0200	1,68100	,75176	21,9328	26,1072	22,35	25,90
E	5	17,8000	1,75357	,78422	15,6227	19,9773	16,00	20,50
Total	25	23,6260	3,96574	,79315	21,9890	25,2630	16,00	31,20

ANOVA
T8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	263,828	4	65,957	11,610	,000
Within Groups	113,623	20	5,681		
Total	377,451	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: T8

LSD

(I) tinggi tanaman	(J) tinggi tanaman	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	1,71000	1,50747	,270	-1,4345	4,8545
	C	4,18000*	1,50747	,012	1,0355	7,3245
	D	3,38000*	1,50747	,036	,2355	6,5245
	E	9,60000*	1,50747	,000	6,4555	12,7445
B	A	-1,71000	1,50747	,270	-4,8545	1,4345
	C	2,47000	1,50747	,117	-,6745	5,6145
	D	1,67000	1,50747	,281	-1,4745	4,8145
	E	7,89000*	1,50747	,000	4,7455	11,0345
C	A	-4,18000*	1,50747	,012	-7,3245	-1,0355
	B	-2,47000	1,50747	,117	-5,6145	,6745
	D	-,80000	1,50747	,601	-3,9445	2,3445
	E	5,42000*	1,50747	,002	2,2755	8,5645
D	A	-3,38000*	1,50747	,036	-6,5245	-,2355
	B	-1,67000	1,50747	,281	-4,8145	1,4745
	C	,80000	1,50747	,601	-2,3445	3,9445
	E	6,22000*	1,50747	,001	3,0755	9,3645
E	A	-9,60000*	1,50747	,000	-12,7445	-6,4555
	B	-7,89000*	1,50747	,000	-11,0345	-4,7455
	C	-5,42000*	1,50747	,002	-8,5645	-2,2755
	D	-6,22000*	1,50747	,001	-9,3645	-3,0755

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

D.2.8 Jumlah daun

Descriptives

JD0

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A	5	7,20	1,924	,860	4,81	9,59	5	10
B	5	5,00	2,449	1,095	1,96	8,04	2	8
C	5	5,20	1,095	,490	3,84	6,56	4	7
D	5	4,60	,548	,245	3,92	5,28	4	5
E	5	2,40	,894	,400	1,29	3,51	1	3
Total	25	4,88	2,108	,422	4,01	5,75	1	10

ANOVA

JD0

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58,640	4	14,660	6,108	,002
Within Groups	48,000	20	2,400		
Total	106,640	24			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: JD0

LSD

(I) jumlah daun	(J) jumlah daun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	2,200*	,980	,036	,16	4,24
	C	2,000	,980	,055	-,04	4,04
	D	2,600*	,980	,015	,56	4,64
	E	4,800*	,980	,000	2,76	6,84
B	A	-2,200*	,980	,036	-4,24	-,16
	C	-,200	,980	,840	-2,24	1,84
	D	,400	,980	,687	-1,64	2,44
	E	2,600*	,980	,015	,56	4,64
C	A	-2,000	,980	,055	-4,04	,04
	B	,200	,980	,840	-1,84	2,24
	D	,600	,980	,547	-1,44	2,64
	E	2,800*	,980	,010	,76	4,84

D	A	-2,600*	,980	,015	-4,64	-,56
	B	-,400	,980	,687	-2,44	1,64
	C	-,600	,980	,547	-2,64	1,44
	E	2,200*	,980	,036	,16	4,24
E	A	-4,800*	,980	,000	-6,84	-2,76
	B	-2,600*	,980	,015	-4,64	-,56
	C	-2,800*	,980	,010	-4,84	-,76
	D	-2,200*	,980	,036	-4,24	-,16

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

Descriptives

JD8

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					A	5		
B	5	8,80	1,643	,735	6,76	10,84	7	11
C	5	8,40	2,074	,927	5,83	10,97	7	12
D	5	8,20	1,643	,735	6,16	10,24	7	10
E	5	4,20	2,168	,970	1,51	6,89	2	7
Total	25	7,96	2,685	,537	6,85	9,07	2	13

ANOVA

JD8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	100,560	4	25,140	6,945	,001
Within Groups	72,400	20	3,620		
Total	172,960	24			

Multiple Comparisons
Dependent Variable: JD8
LSD

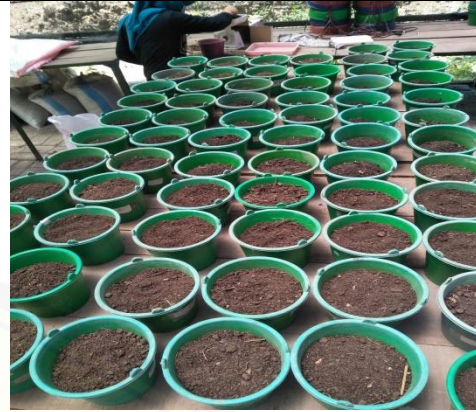
(I) jumlah daun	(J) jumlah daun	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	1,400	1,203	,258	-1,11	3,91
	C	1,800	1,203	,150	-,71	4,31
	D	2,000	1,203	,112	-,51	4,51
	E	6,000*	1,203	,000	3,49	8,51
B	A	-1,400	1,203	,258	-3,91	1,11
	C	,400	1,203	,743	-2,11	2,91
	D	,600	1,203	,623	-1,91	3,11
	E	4,600*	1,203	,001	2,09	7,11
C	A	-1,800	1,203	,150	-4,31	,71
	B	-,400	1,203	,743	-2,91	2,11
	D	,200	1,203	,870	-2,31	2,71
	E	4,200*	1,203	,002	1,69	6,71
D	A	-2,000	1,203	,112	-4,51	,51
	B	-,600	1,203	,623	-3,11	1,91
	C	-,200	1,203	,870	-2,71	2,31
	E	4,000*	1,203	,003	1,49	6,51
E	A	-6,000*	1,203	,000	-8,51	-3,49
	B	-4,600*	1,203	,001	-7,11	-2,09
	C	-4,200*	1,203	,002	-6,71	-1,69
	D	-4,000*	1,203	,003	-6,51	-1,49

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

Lampiran E: Dokumentasi Penelitian



Persiapan bibit kopi robusta



Persiapan media tanam



Proses pemindahan bibit ke media tanam.



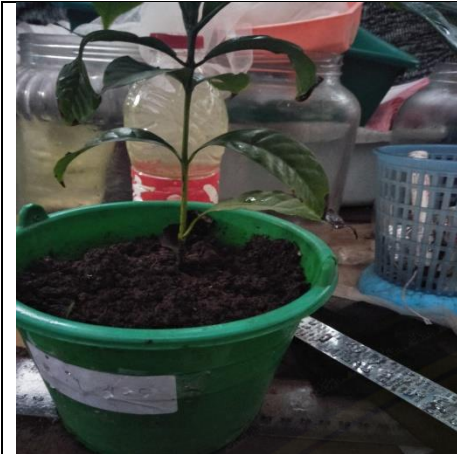
Pengambilan akar kopi robusta yang terserang *P. coffeae* dan diblender.



Aplikasi nematoda *P. coffeae* 50 ekor/pot.



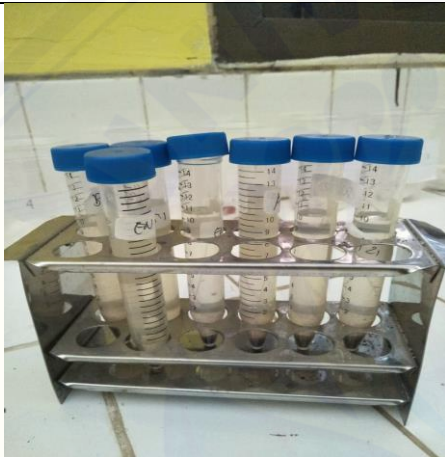
Aplikasi bionematisida padat organik dengan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri sebanyak 1 g/pot.



Pengamatan jumlah daun dan tinggi



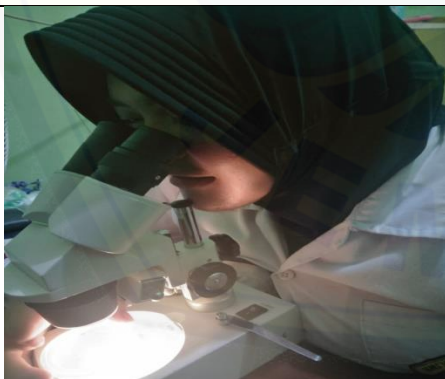
Pembongkaran tanaman dan pengambilan 100 g tanah untuk di ekstrak.



Prose persiapan sentrifuge untuk ekstraksi nematoda pada tanah



Proses ekstraksi nematoda pada akar dengan metode Bermann




Proses perhitungan populasi nematoda dengan mikroskop binokuler



Proses penimbangan berat kering

Lampiran F: Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 7 4 2 8 /UN25.1.5/LT/2018
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:



Nama : Yolanda Dhea Afelia
NIM : 150210103021
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi

Berkenaan dengan penyelesaian penelitian tugas akhir "Pengaruh Bionematisida Padat Organik dengan Bakteri Endofit dan Rizobakter terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* dan Pertumbuhan Tanaman Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephara*)".

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukannya.

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

Dekan
Dekan I,



Dr. Suratno, M.Si
NIP 19670625 199203 1 003