



**EFEKTIVITAS FORMULASI BIONEMATISIDA CAIR BERBAHAN
AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN RIZOBAKTERI TERHADAP
POPULASI NEMATODA *Pratylenchus coffeae* PADA BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

Oleh :

**Ayu Nur Fitri
NIM 160210103049**

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.

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



**EFEKTIVITAS FORMULASI BIONEMATISIDA CAIR BERBAHAN
AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN RIZOBAKTERI TERHADAP
POPULASI NEMATODA *Pratylenchus coffeae* PADA BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

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

Oleh :
Ayu Nur Fitri
NIM 160210103049

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.

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

2020

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, hidayah, petunjuk, serta ampunan-Nya. Sholawat serta salam bagi baginda Rosulullah SAW yang selalu menjadi suri tauladan bagi seluruh alam. Saya persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih sayang kepada:

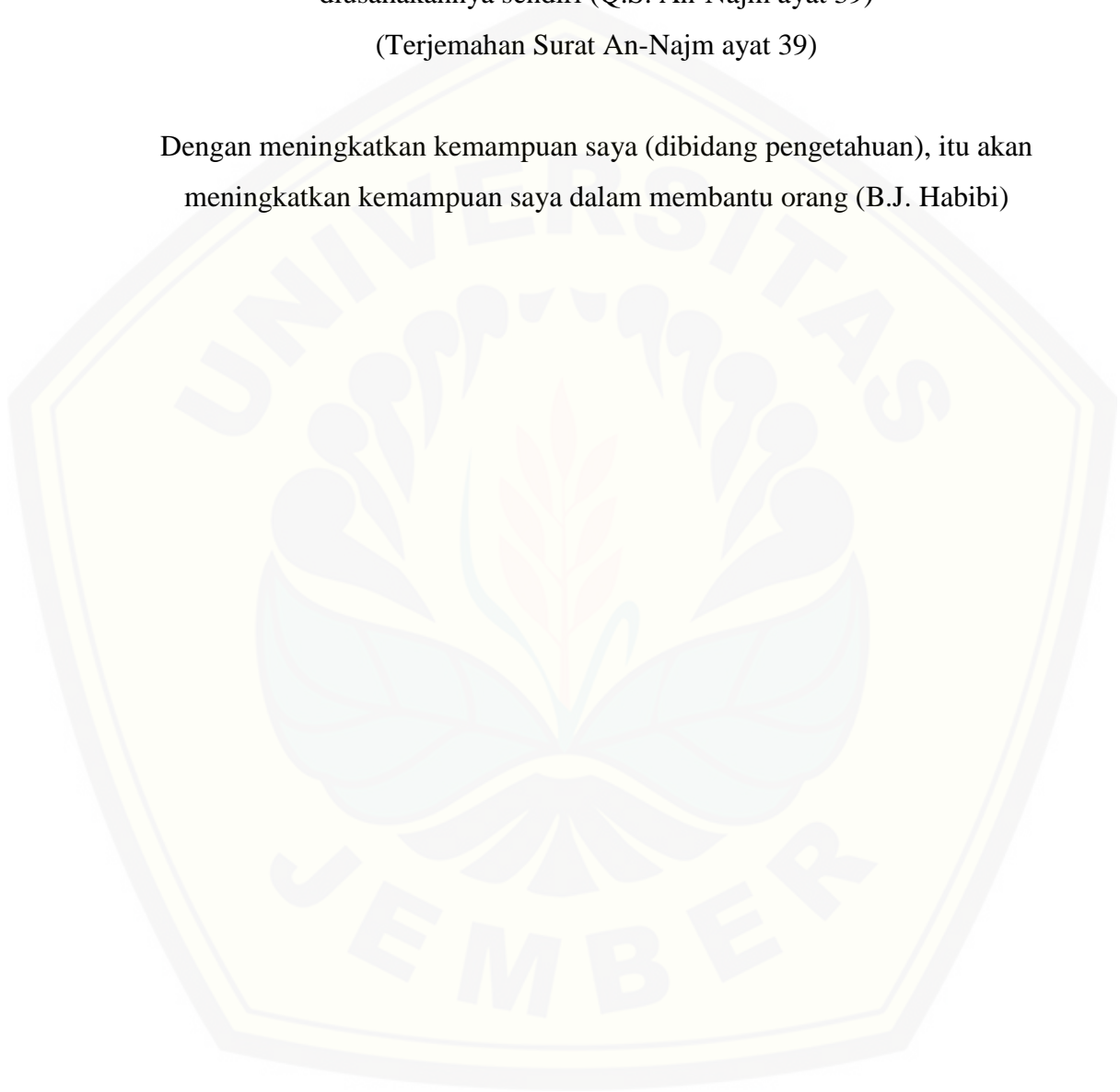
1. Ibunda tercinta Mardiyah, Ayahanda tercinta Ali Muhdor, dan Adik tersayang Deny Ali Furqon yang selalu memberikan kasih sayang yang sangat tulus, semangat bantuan, dan terutama doa tanpa henti yang selalu dipanjatkan demi kesuksesan saya.
2. Keluarga besar tersayang Pak Nasrupin, Ibu Wahyuni, Ibu Jami'yah, Mas Mulyadi, Mas Syarif, Mbah Askurik, Mbah Sumiyati, Mbah Suniyah, Mbah Umar, Mbah Patimah, dan semua sepupu saya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.
3. Guru saya saat SD, SMP, SMA, dan semua Dosen Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan pengalaman, yang berharga untuk perjalanan hidup saya.
4. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang menjadi kebanggaan saya.

MOTTO

Dan bahwa seorang manusia tidak akan memperoleh sesuatu selain apa yang telah diusahakannya sendiri (Q.S. An-Najm ayat 39)

(Terjemahan Surat An-Najm ayat 39)

Dengan meningkatkan kemampuan saya (dibidang pengetahuan), itu akan meningkatkan kemampuan saya dalam membantu orang (B.J. Habibi)



*Departemen Agama RI Al-Hikmah 2005. Al Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ayu Nur Fitri

NIM : 160210103049

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

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

Jember, Juli 2020

Yang Bersangkutan

Ayu Nur Fitri

NIM 160210103049

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS FORMULASI BIONEMATISIDA CAIR BERBAHAN
AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN RIZOBAKTERI TERHADAP
POPULASI NEMATODA *Pratylenchus coffeae* PADA BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

Oleh:

**Ayu Nur Fitri
160210103049**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P.
Dosen Pembimbing Anggota : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.**

PERSETUJUAN

**EFEKTIVITAS FORMULASI BIONEMATISIDA CAIR BERBAHAN
AKTIF BAKTERI ENDOFIT DAN RIZOBAKTERI TERHADAP
POPULASI NEMATODA *Pratylenchus coffeae* PADA BIBIT
KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

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

Oleh:

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Tempat dan Tanggal Lahir : Banyuwangi, 25 Januari 1998
Jurusan Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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 yang berjudul “Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks” ini telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

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. 196405101990021001

Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd.
NRP. 760014635

Mengesahkan

Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19680802 199303 2 004

RINGKASAN

Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit Dan Rizobakteri Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks; Ayu Nur Fitri, 160210103049; 2020: 71 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Nematoda *Pratylenchus coffeae* merupakan salah satu jenis nematoda parasit yang menyerang tanaman kopi. Nematoda ini sangat berbahaya karena berdampak pada penurunan produksi sebesar 28,7%-78,4%. Upaya pengendalian yang banyak dilakukan masyarakat saat ini dengan bionematisida sintetik. Hal ini memberikan banyak dampak negatif bagi ekologi lingkungan sehingga perlu dilakukan upaya pengelolaan hama terpadu salah satunya dengan menggunakan kombinasi bakteri endofit dan rizobakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh empat jenis formulasi bionematisida cair dari bakteri endofit dan rizobakteri dalam mengendalikan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta dalam merangsang pertumbuhan tanaman. Penelitian ini juga menghasilkan buku nonteks “Potensi Mikroorganisme Dalam Pengendalian Hayati” sebagai media informasi bagi masyarakat.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan setiap perlakuan terdapat 5 ulangan dan setiap ulangan terdapat 4 sub ulangan. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2019 hingga Maret 2020 yang terdiri dari empat tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengaplikasian di lapang, pengamatan selama empat bulan serta tahap analisis setelah perlakuan. Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi tahap persiapan alat dan bahan, tahap persiapan tanaman dan media tanam, dan tahap persiapan nematoda *Pratylenchus coffeae*. Setelah tahap persiapan dilanjutkan dengan pengaplikasian bionematisida cair dan nematoda *Pratylenchus coffeae*. Kemudian dilakukan pengamatan selama empat bulan yang meliputi pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun hingga pada bulan ke empat dilakukan perhitungan berat basah dan berat kering akar serta tajuk. Tahap ini

dilakukan di empat tempat yaitu Laboratorium GeMBio (Genetika Mikrobiologi Bioteknologi) Pendidikan Biologi FKIP universitas Jember untuk pembuatan formulasi bionematisida cair. Empat jenis formulasi tersebut yaitu Formulasi A (*Pseudomonas diminuta* : *Bacillus subtilis* : *Bacillus* sp. (SK7) : *Bacillus* sp. (KB $\frac{1}{4}$) = 1:3:3:1), formulasi B (1:1:3:3), formulasi C (3:1:1:3), formulasi D (3:3:1:1). Kedua di Laboratorium Perumahan Istana Tidar untuk persiapan dan perhitungan nematoda. Ketiga yaitu di *Green House* Perumahan Istana Tidar untuk proses aplikasi serta perawatan sampel. Dan keempat yaitu di Laboratorium Zoologi Pendidikan Biologi Universitas Jember untuk proses pengovenan tajuk dan akar. Data penelitian ini kemudian dianalisis dengan menggunakan SPSS Versi 23 yaitu uji ANOVA dan uji lanjut LSD.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan formulasi menyebabkan perbedaan hasil dari segi penekanan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta dalam peningkatan pertumbuhan bibit kopi robusta. Keempat formulasi memiliki kemampuan yang efektif dalam menekan populasi nematoda *P. coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan tanaman. Persentase penekanan berkisar antara 57,43%-90,76%. Hal ini karena bakteri uji yaitu *Pseudomonas diminuta*, *Bacillus subtilis* dan *Bacillus* sp. merupakan kedua jenis genus yang mampu menghasilkan enzim kitinase. Enzim kitinase ini berfungsi untuk mendegradasi dinding sel patogen yang disusun oleh senyawa kitin seperti pada dinding sel nematoda *Pratylenchus coffeae*. Selain itu bakteri tersebut mampu menghasilkan senyawa yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dan hormon sitokinin.

Formulasi yang berpotensi paling tinggi terhadap penekanan nematoda *Pratylenchus coffeae* dan menghasilkan pertumbuhan paling besar yaitu formulasi D (3:3:1:1) dengan persentase penekanan sebesar 90,76%. Produk pendidikan berupa buku nonteks yang berjudul “Potensi Mikroorganisme Dalam Pengendalian Hayati” telah dinyatakan Sangat Layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat dengan persentase skor sebesar 88,70%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes selaku ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
3. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P. selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember sekaligus sebagai dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian dalam penulisan skripsi ini, serta telah memberikan kesempatan yang luar biasa untuk bergabung dalam kelompok Riset Nematoda.
4. Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. selaku dosen penguji utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
6. Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd. selaku dosen penguji anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
7. Semua dosen Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember atas semua ilmu yang telah diberikan selama saya menjadi mahasiswa.

8. Kedua Orang tua saya yang tidak berhenti memanjatkan doa terbaiknya serta selalu memberi dukungan baik moril dan finansial.
9. Mbak Ellena, Mbak Evi, dan Mas Fendi selaku teknisi laboratorium di Program Studi Pendidikan Biologi yang telah membantu dan memberi dukungan selama penelitian hingga penelitian ini selesai.
10. Mbak Reni, Mbak Cica, Mbak Oktavia dan para Anggota Penelitian Nematoda yaitu Yunike, Habibah, Farda, Chintya, Risna, Sylvia, dan Anisa yang telah memberikan semangat dan bantuan selama melakukan penelitian.
11. Para sahabat saya Tania Puji Anggraini, Jamilatul Hasanah, Nurma Dewi Maghfiroh, Ifa Dwi Pramaisari, Alamia Haque Insani, Umi Kulsum, Nita Audina Wardani, Rainia Adina Winda Rosa, Charina Nura Imawati, Nurul Maudatul Hasanah, Arina Zakiyah, dan Qurnia Indah Wahyuni yang selalu membantu, memberi dukungan serta motivasi.
12. Keluarga Besar KSR PMI Unit Universitas Jember dan teman seperjuangan Angkatan 24 KSR PMI Unit Universitas Jember yang telah memberi dukungan.
13. Seluruh teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2016 Universitas Jember yang selalu memberi dukungan.
14. Seluruh keluarga kos-kosan Pak Karsiman yaitu Sabrina, Caterin, Sarah, Febri, Ara, Ari, dan Intan.
15. Seluruh pihak yang mendukung penyelesaian penelitian skripsi ini, yang namanya tidak disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Jember, Mei 2020

Penulis

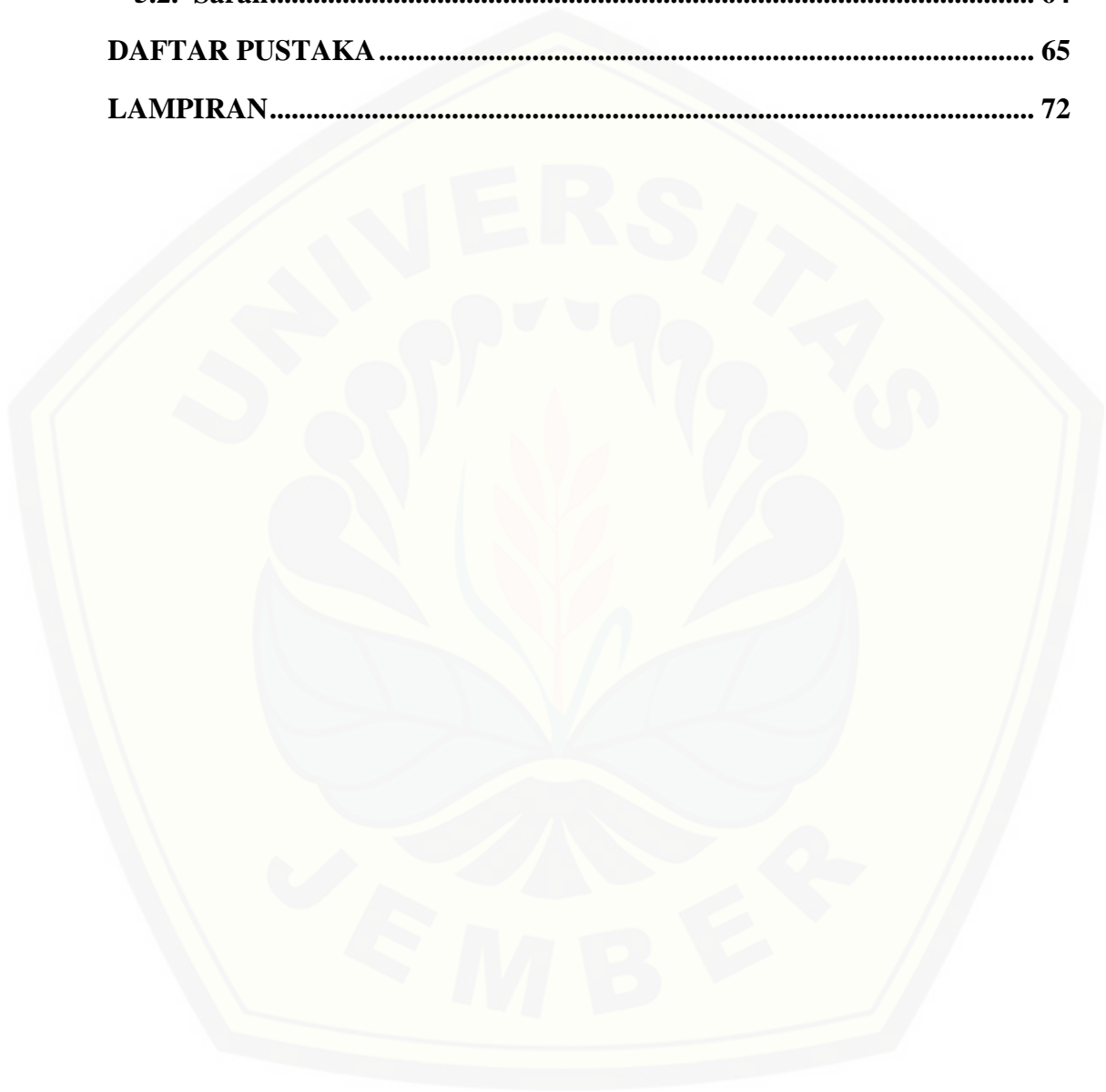
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PERSETUJUAN.....	vii
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
3.4. Latar Belakang	1
3.4. Rumusan Masalah.....	4
3.4. Batasan Masalah	4
3.4. Tujuan	4
3.4. Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	6
2.1.1. Klasifikasi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	6
2.1.2. Morfologi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	6
2.1.3. Siklus Hidup Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	7
2.1.4. Bioekologi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	7

2.1.5. Gejala Serangan Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	8
3.12. Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	8
2.2.1. Klasifikasi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	8
2.2.2. Morfologi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	9
2.2.3. Syarat Tumbuh Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	11
2.2.4. Organisme Pengganggu Tanaman pada Kopi Robusta serta Pengendaliannya	12
2.3 Bakteri Endofit	13
2.3.1. Bakteri Endofit sebagai Agen Hayati Nematoda Parasit	13
2.3.2. Bakteri Endofit Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman	14
2.4 Rizobakteri	15
2.5 Buku Nonteks	16
2.6 Kerangka Konseptual	17
2.7 Hipotesis	18
BAB 3. METODE PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2.1. Tempat Penelitian	19
3.2.2. Waktu Penelitian	19
3.3 Alat dan Bahan	19
3.4. Variabel Penelitian	20
3.4.1. Variabel Bebas	20
3.4.2. Variabel Terikat	20
3.4.3. Variabel Kontrol	20
3.5 Definisi Operasional	20
3.6 Uji Pendahuluan	21
3.7 Desain Penelitian	22

3.8	Prosedur Penelitian	23
3.8.1.	Tahap Persiapan	23
3.8.2	Penanaman Bibit Kopi Robusta	24
3.8.3	Pelabelan pada Pot Tanaman.....	24
3.8.4	Ekstraksi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	25
3.8.5	Perhitungan Nematoda Untuk Aplikasi.....	26
3.8.6	Inokulasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan Formulasi cair Bakteri Endofit dan Rizobakter.....	26
3.8.7	Pemeliharaan Tanaman Uji	26
3.9	Parameter Yang Diamati.....	26
1.	Tinggi Tanaman Uji (cm)	26
2.	Jumlah Daun	27
3.	Berat basah tajuk (g)	27
4.	Berat kering tajuk (g).....	27
5.	Berat basah Akar (g)	27
6.	Berat Kering Akar (g)	27
7.	Perhitungan Intensitas Kerusakan Akar (%).....	28
8.	Perhitungan Jumlah Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> setelah Perlakuan	29
9.	Pengamatan Pertumbuhan Tunas	31
10.	Pengamatan Faktor Abiotik (pH Tanah).....	31
3.10	Penyusunan Buku Non Teks	31
3.11	Analisis Data	32
3.11.1.	Analisis Data Penelitian	32
3.11.2.	Analisis Validasi Buku Non Teks	32
3.12.	Alur Penelitian.....	34
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1.	Hasil.....	35

4.2. Pembahasan	51
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.2. Kesimpulan	64
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	72



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Morfologi Nematoda <i>Pratylenchus coffee</i>	7
Gambar 2.2. Morfologi Organ Vegetatif Kopi Robusta	9
Gambar 2.3. Morfologi Organ Generatif Kopi Robusta	10
Gambar 2.4. Kerangka Konseptual	17
Gambar 3.1. Skema Pembuatan Bionematisida Cair	24
Gambar 3.2. Skema Inokulasi Perlakuan	26
Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian	34
Gambar 4.1 Morfologi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	35
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta	39
Gambar 4.3 Grafik Pertambahan Jumlah Daun Bibit Kopi Robusta	41
Gambar 4.4 Diagram Berat Kering dan Berat Basah Tajuk	44
Gambar 4.5 Diagram Berat Kering dan Berat Basah Akar	45
Gambar 4.6 Pertumbuhan Tunas Seri pada Bibit Kopi Robusta	45
Gambar 4.7 Pertumbuhan Tunas Legitim pada Bibit Kopi Robusta	46
Gambar 4.8 Kriteria Penskoran Akar	46
Gambar 4.9 Gejala Serangan Nematoda <i>P. coffeae</i> Bulan Ke 2	54
Gambar 4.10 Gejala Serangan Nematoda <i>P. coffeae</i> Bulan Ke 4	54
Gambar 4.11 Gejala serangan oleh Cendawan <i>Rizoctonia</i>	54
Gambar 4.12 Hama Kutu Tempurung (<i>Coccus viridis</i>)	55
Gambar 4.13 Hama Kutu Lamtoro (<i>Ferrisia virgata</i>)	55
Gambar 4.14 Hama Kutu Dompok (<i>Pseudococcus citri</i>)	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Matrik Penentua Skor Kerusakan Akar	28
Tabel 3.2.Rincian Kerangka Buku Nonteks.....	32
Tabel 3.3 Kriteria Validasi Buku Nonteks	32
Tabel 4.1 Hasil Analisis Rata-rata Perhitungan Populasi Nematoda <i>P. coffeae</i> ...	35
Tabel 4.2 Hasil Analisis Rata-rata Tinggi Bibit Kopi Robusta	36
Tabel 4.3 Hasil Analisis Rata-rata Jumlah Daun Bibit Kopi Robusta	38
Tabel 4.4 Hasil Analisis Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering	40
Tabel 4.5 Hasil Analisis Rata-rata Persentase Intensitas Kerusakan Akar	44
Tabel 4.6 Pengukuran pH Tanah	45
Tabel 4.7 Hasil Uji Validasi Buku Nonteks	47
Tabel 4.8 Komentar dan Saran Validator	47
Tabel 4.9 Hasil Perbaikan Buku Nonteks	49
Tabel 4.10 Hama dan Penyakit Yang Menyerang Perlakuan E	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Sampul Buku Nonteks	72
Lampiran 2. Isi Buku Nonteks	73
Lampiran 3. Hasil Penelitian	75
Lampiran 4. Hasil Analisis SPSS	94
Lampiran 5. Matriks Penelitian	115
Lampiran 6. Kegiatan Penelitian	118
Lampiran 7. Surat Rekomendasi Validasi	120
Lampiran 8. Hasil Penilaian Buku Nonteks	121

BAB 1. PENDAHULUAN

3.4. Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara (Meiln *et al*, 2017). Kebutuhan kopi di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan (Santosa *et al.*, 2016). Hal ini ditandai dengan tumbuhnya kafe-kafe yang menjajakan minuman maupun kemasan kopi yang dapat meningkatkan konsumsi hasil olahan biji kopi nasional (Maulana *et al*, 2019). Selain meningkatkan nilai jual, munculnya kedai-kedai tersebut juga akan mendorong tumbuhnya ekonomi kreatif komoditi kopi, baik untuk pasar domestik maupun ekspor. Data *International Coffee Organization* (ICO) tahun 2016/2017 menunjukkan bahwa Indonesia menjadi negara dengan konsumsi kopi terbesar ke enam di dunia yaitu mencapai 4,6 juta kemasan 60 kg. Konsumsi ini meningkat sebesar 1,9% dari tahun sebelumnya (ICO, 2018).

Menurut Badan Statistik Perkebunan Indonesia pada tahun 2017 – 2019 bahwa pada tahun 2017 produksi kopi di Indonesia sebesar 717.962 ton (Ditjenbun, 2018). Produksi kopi tersebut belum mampu mengimbangi konsumsi kopi Indonesia yang setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal ini didukung oleh data dari Badan Statistik Perkebunan Indonesia bahwa pada tahun 2017 Indonesia masih melakukan Impor kopi sebesar 14.221 ton (Ditjenbun, 2018). Sehingga salah satu cara untuk meningkatkan produksi kopi di Indonesia agar mampu mengimbangi konsumsi kopi yang terus meningkat yaitu dengan penerapan teknik budidaya tanaman yang baik (Sianturi dan Wachjar, 2016). Kegiatan tersebut meliputi pembibitan, pembukaan dan persiapan lahan, penanaman penaung, persiapan tanam dan penanaman kopi, pemeliharaan, serta penanganan panen dan pasca panen (Prastoyo *et al*, 2010).

Kegiatan pemeliharaan tanaman dalam serangkaian teknik budidaya, juga menjadi faktor penting untuk meningkatkan produksi kopi. Kegiatan tersebut salah satunya pengendalian hama dan penyakit. Serangan hama dan penyakit

merupakan faktor pembatas dalam keberhasilan tanaman untuk tumbuh optimal. Serangan hama dan penyakit dapat terjadi pada benih, bibit, dan tanaman di lapang (Suharti *et al*, 2015). Penelitian tentang pengendalian hama dan penyakit haruslah terus dikembangkan sehingga Indonesia mampu mempertahankan ataupun meningkatkan hasil produksi kopinya.

Salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman kopi yang beberapa tahun terakhir mejadi fokus para peneliti untuk dilakukan pengendalian yaitu nematoda parasit. Menurut Campos & Villian (2005), terdapat beberapa genus nematoda yang sering menyebabkan masalah serius pada budidaya tanaman kopi yaitu *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, dan *Radopholus*. Khusus nematoda yang menyerang kopi robusta yaitu *Pratylenchus coffeae* (Harni, 2016). Menurut Mustika (2010), bahwa serangan *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi robusta menyebabkan penurunan produksi sebesar 28,7%-78,4%. Hal ini dikarenakan serangan nematoda parasit dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi serta status hara tanaman. Akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat, daun mengalami klorosis, dan kemudian akan menyebabkan kematian. Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen dan OPT lain seperti jamur, bakteri, dan virus (Mustika, 2005).

Upaya pengendalian nematoda parasit yang saat ini banyak digunakan oleh petani yaitu nematisida sintetik karena dianggap lebih cepat dan praktis. Pengendalian menggunakan nematisida sintetik memberikan beberapa dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, berbahaya bagi kesehatan, dan matinya organisme bukan target (Harni, 2016). Mengingat dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida sintetik, maka perlu dicari komponen Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang aman, efektif, dan murah untuk menyusun pengelolaan OPT pada tanaman perkebunan. Metode pengendalian biologi dan non-kimiawi saat ini banyak dikembangkan untuk komoditas perkebunan, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme.

Mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati yaitu berupa bakteri endofit yang dikolaborasikan dengan rizobakteri. Bakteri

endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman (*xylem* atau *phloem*), daun, akar, buah, dan batang. Bakteri ini mendapatkan makanan dari hasil metabolisme tanaman dan dapat memproteksi tanaman melawan herbivora, serangga, atau jaringan patogen (Putri *et al*, 2018). Sedangkan rizobakteri adalah mikroorganisme kompetitor yang dapat berperan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, siklus hara, pengendalian penyakit, dan sekaligus mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih (Mudi *et al*, 2018).

Penelitian pengendalian nematoda *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi sebelumnya telah dilakukan. Peneliti sebelumnya telah memperoleh hasil kombinasi bakteri endofit dan rizobakteri (*Pseudomonas diminuta*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. jenis SK7, dan *Bacillus* sp. jenis KB1/4) dengan perbandingan formulasi 1:1:1:1 dapat menekan populasi nematoda *P. coffeae* dengan persentase penekanan sebesar 72,85%. Penelitian tersebut juga menghasilkan bahwa formulasi bakteri endofit dan rizobakteri juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Violeta, 2019). Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu empat bakteri (*Pseudomonas diminuta*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus* sp. jenis SK7, dan *Bacillus* sp. jenis KB1/4) dalam bionematisida cair dikolaborasikan dalam empat perbandingan formulasi yang berbeda. Dengan demikian penelitian ini diharapkan mampu memberikan perbandingan formulasi bakteri yang optimum sehingga mampu memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan kopi maupun menekan populasi nematoda *P. coffeae*.

Pengetahuan masyarakat mengenai bionematisida cair dengan kandungan bakteri endofit dan rizobakteri untuk mengendalikan nematoda *P. coffeae* pada tanaman kopi, khususnya kopi robusta masih sangat sedikit. Sehingga masyarakat luas masih banyak menggunakan bionematisida sintetik untuk mengendalikan nematoda parasit. Oleh karena itu diperlukan sumber informasi yang dapat menjangkau semua kalangan masyarakat secara luas yaitu dalam bentuk buku nonteks. Buku ini diharapkan mampu menjadi dasar masyarakat sehingga mampu memilah upaya pengendalian yang tepat untuk kelangsungan sumber daya alam pada tahun-tahun mendatang.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukanlah penelitian yang berjudul “Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffeae canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks”.

3.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Apakah aplikasi formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri efektif mengendalikan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffeae canephora*)?
- b. Apakah buku nonteks dari hasil penelitian ini layak digunakan sebagai media informasi?

3.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan yang dibatasi adalah:

- a. Bibit kopi yang digunakan yaitu kopi robusta yang telah berumur 3 bulan.
- b. Nematoda yang digunakan yaitu nematoda yang menyerang tanaman kopi yaitu nematoda *Pratylenchus coffeae* dari semua fase yang diperoleh dari tanaman kopi yang terserang nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- c. Bakteri yang digunakan yaitu Rizobakter jenis *Pseudomonasdiminuta*, dan tiga bakteri endofit SK14 (*Bacillus subtilis*), SK7 (*Bacillus sp.*), KB^{1/4} (*Bacillus sp.*).
- d. Buku nonteks yang dihasilkan hanya sampai tahap validasi.

3.4. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menguji pengaruh formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).

- b. Menghasilkan buku nonteks yang layak digunakan sebagai media informasi untuk menyampaikan hasil penelitian ini kepada masyarakat.

3.4. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dalam bidang pengendalian nematoda dengan pemanfaatan agen hayati yaitu bionematisida cair dengan kandungan bahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri sebagai bentuk produk yang ramah lingkungan.
- b. Bagi peneliti lain yang melakukan penelitian sejenis, penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi penelitian mengenai nematisida yang lebih mendalam.
- c. Bagi masyarakat, penelitian ini bermanfaat untuk menambah informasi mengenai teknik pengendalian hama dan penyakit menggunakan agen pengendali hayati yang aman, mudah, serta dapat menjaga keseimbangan lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nematoda *Pratylenchus coffeae*

2.1.1. Klasifikasi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

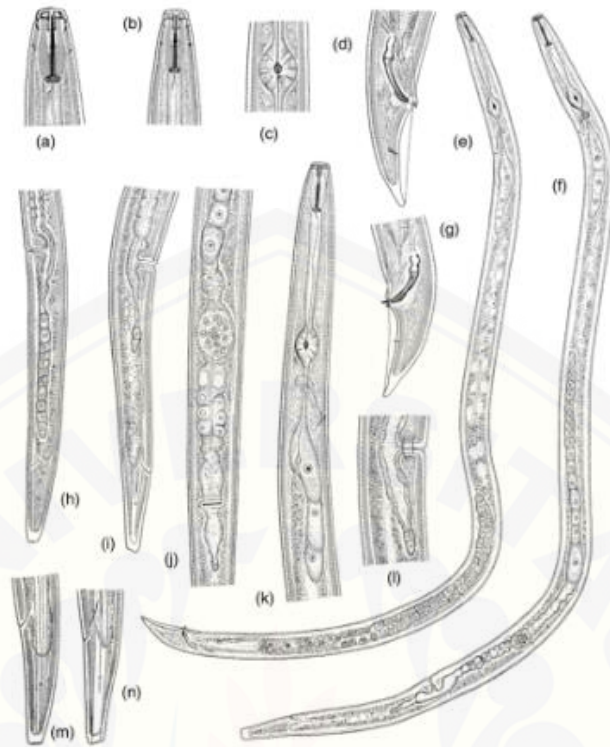
Menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) (2020), klasifikasi *Pratylenchus coffeae* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Infrakingdom	: Prostomia
Superphylum	: Ecdysozoa
Phylum	: Nematoda
Class	: Chromadorea
Order	: Tylenchida
Family	: Hoplolaimidae
Genus	: <i>Pratylenchus</i>
Spesies	: <i>Pratylenchus coffeae</i>

2.1.2. Morfologi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Nematoda *P. coffeae* merupakan cacing parasit yang menyerang akar tanaman kopi, bersifat mikroskopik, tubuhnya memanjang dan di lapisi oleh kutikula. *P. coffeae* merupakan nematoda yang memiliki ukuran lebar tubuh antara 40 μm hingga 160 μm , dengan panjang tubuh antara 0,4-0,7 mm, sedangkan diameter tubuhnya 20-25 μm (Agrios, 1997). Nematoda *P. coffeae* betina memiliki panjang ukuran tubuh 370-690 μm dan memiliki ukuran vulva sepanjang 76-83 μm . Sedangkan nematoda *P. coffeae* jantan memiliki panjang tubuh 450-700 μm dan panjang testis 278,9 μm (Luambano *et al.*, 2018).

Salah satu ciri yang dimiliki oleh kelompok nematoda parasit tanaman yaitu adanya Stylet yang terletak di bagian tubuh posterior. Stylet ini berfungsi sebagai alat untuk masuk ke dalam jaringan tanaman. Rata-rata ukuran stylet *P. coffeae* sekitar 15 μm dengan bentuk stylet knob yang membulat hingga bentuknya menjadi lebih menyempit (Nugrohorini, 2012).



Gambar 2.1. Morfologi Nematoda *Pratylenchus coffeae* (a) daerah labial betina (b) daerah labial jantan (c) Median bulb (d dan g) Ekor jantan; (e) Tubuh jantang secara keseluruhan; (f) Tubuh betina secara keseluruhan; (h dan i) bagian posterior betina; (j) Vulva betina terlihat dari samping; (k) Faring; (l) vulva; (m dan n) ekor betina (Sumber: Sikora *et al.*, 2018).

2.1.3. Siklus Hidup Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Siklus hidup *P. coffeae* terdiri atas telur, larva, dan dewasa. Siklus ini terjadi di dalam jaringan tanaman. Siklus tersebut memiliki waktu masing-masing, lama proses inkubasi telur yaitu 15-17 hari, lama perkembangan larva sampai dewasa yaitu 15-16 hari, sedangkan lama masa dewasa hingga meletakkan telur yaitu 15 hari (Samsi, 2019). Telur yang dihasilkan dari reproduksi betina di letakkan satu persatu atau berkelompok pada bagian tanaman yang terparasitir. Jumlah telur yang diletakkan bervariasi tergantung dari habitat dan jenis makanan.

2.1.4. Bioekologi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Cabanillas *et al.*, (1989) menyatakan bahwa kandungan lengas tanah berpengaruh terhadap perkembangan nematoda. Pada umumnya tingkat populasi *P.coffeae* pada musim kemarau yaitu pada bulan Mei – September rendah dan

mulai meningkat pada bulan Desember seiring dengan meningkatnya kelembaban tanah dan mulai tumbuhnya akar-akar serabut tanah kopi sehingga kondisi makanan melimpah (Wiryadiputra, 2002). Suhu yang ditoleransi oleh *P. coffeae* yaitu kurang dari 38°C, diatas 38°C nematoda tersebut akan mati. Suhu yang baik untuk nematoda *P. coffeae* melakukan reproduksi yaitu sekitar 27-30°C, puncak perkembangan akan terjadi setelah 7-8 bulan setelah serangan. Suhu tanah yang cocok yaitu 3,85-6 (Ploetz, 2003).

2.1.5. Gejala Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Mekanisme merusaknya nematoda *P. coffeae* pada tanaman kopi yaitu awalnya larva nematoda masuk ke dalam bagian akar yang masih lunak dengan cara mengeluarkan sekresi dari kelenjar esofagus, dan pada saat yang sama larva masuk ke dalam sel. Setelah sel akar rusak nematoda berpindah ke bagian korteks akar, menetap untuk berkembang biak (Dropkin, 1992).

Gejala serangan nematoda pada tanaman sulit diamati mengingat ukuran nematoda yang mikroskopik. Selain itu gejala serangan nematoda berjalan sangat lambat dan tidak spesifik, mirip atau bercampur dengan gejala kekurangan hara dan air, kerusakan akar dan pembuluh batang (Mustika, 2005). Serangan nematoda dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi serta status hara tanaman (Evans, 1992; Malakeberhan *et al.*, 1987). Akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun kuning klorosis, dan akhirnya tanaman akan mati. Gejala serangan nematoda yang tampak pada akar yaitu mula-mula akar berwarna kuning, kemudian berubah menjadi coklat, dan akar lateral membusuk (Hasanah *et al.*, 2018).

3.12. Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

2.2.1. Klasifikasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) (2020), klasifikasi kopi robusta adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta

Superdivision	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Asteranae
Order	: Gentianales
Family	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i> L
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> Pierre ex. A. Froehner

2.2.2. Morfologi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Morfologi kopi robusta terdiri atas organ vegetatif dan organ generatif. Organ vegetatif terdiri atas akar, daun, dan batang. Tanaman kopi robusta memiliki sistem perakaran tunggang yang bercabang (ramosus). Akar tunggang ini berbentuk kerucut panjang, tumbuh lurus ke bawah, bercabang-cabang banyak, dan cabangnya bercabang lagi, sehingga dapat memberi kekuatan yang lebih besar kepada batang (Tjitrosoepomo, 2009). Perakaran tanaman kopi relatif dangkal, lebih dari 90% dari berat akar terdapat pada lapisan tanah 0-30 cm (Najiati dan Danarti, 2012).



Gambar 2.2. Morfologi Organ Vegetatif Kopi Robusta. Morfologi Organ Vegetatif Kopi Robustaa (a) Kopi Robusta Dewasa (b) Kopi robusta berumur 5 Bulan (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

Daun kopi robusta berbentuk oval dengan ujung meruncing dan pangkal tumpul. Daun tumbuh pada batang, cabang, dan ranting. Pada bagian batang dan cabang daunnya tumbuh berselang seling, sedangkan pada bagian ranting daunnya tumbuh pada bidang yang sama. Daun kopi robusta cukup besar dengan panjang sekitar 20-35 cm dan lebar 8-15 cm, memiliki pertungan daun menyirip.

Batang kopi merupakan tumbuhan berkayu, tumbuh tegak ke atas, dan berwarna putih keabu-abuan. Pada batang, terdapat dua macam tunas yaitu tunas seri (Tunas reproduksi) yang selalu tumbuh searah dengan tempat tumbuh asalnya dan yang kedua tunas sekunder (tunas legitim) yang hanya dapat tumbuh sekali dengan arah tumbuh yang membentuk sudut nyata dengan tempat aslinya (Arief *et al.*, 2011). Tunas reproduksi dapat tumbuh menjadi cabang reproduksi (sifat ortotrop), sedangkan tunas sekunder bisa tumbuh menjadi cabang sekunder (sifat plagiotrop) (Muningsih *et al.*, 2018).



Gambar 2.3. Morfologi Organ Generatif Kopi Robusta (a) Biji kopi robusta yang telah masak (b) Biji kopi robusta yang belum masak (c) Bunga kopi robusta (Sumber: Salamah, 2019 (a dan b) dan Syakir, 2010 (c)).

Organ generatif kopi terdiri atas tiga bagian yaitu bunga, buah, biji. Bunga pada kopi robusta memiliki ciri yaitu berukuran kecil, mahkotanya berwarna putih dan berbau harum semerbak. Kelopak bunganya berwarna hijau. Apabila bunga sudah dewasa, kelopak dan mahkotanya akan membuka dan segera mengadakan penyerbukan kemudian akan terbentuk buah. Waktu yang diperlukan sejak terbentuknya bunga hingga buah menjadi matang kurang lebih 8-11 bulan, tergantung dari jenis dan faktor lingkungannya (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009).

Buah tanaman kopi terdiri dari kopi dari tiga lapisan yaitu lapisan kulit luar (exocarpium) dengan permukaan yang licin, lapisan kulit tengah (mesocarpium) yang terdiri atas daging buah, dan lapisan kulit dalam (endocarpium) yang berbatasan dengan ruang yang mengandung biji (Tjitrosoepomo, 2009). Buah kopi pada saat belum masak berwarna hijau dan pada saat sudah masak berwarna merah. Buah kopi umumnya mengandung dua butir biji. Biji kopi terdiri atas kulit biji dan lembaga. Secara morfologi, biji kopi berbentuk bulat telur, bertekstur keras, dan berwarna putih kotor (Najiati dan Danarti, 2012).

2.2.3. Syarat Tumbuh Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

1) Ketinggian Tempat

Kopi di Indonesia umumnya dapat tumbuh baik pada ketinggian di atas 700 m di atas permukaan laut (dpl) (Prastowo *et al.*, 2010). Kopi robusta tumbuh dengan baik pada persentase 76% pada suhu lingkungan 19-22°C dan 28-32°C. Ketinggian yang cocok untuk kopi robusta yaitu 700-1750 m dpl (Qomaruddin *et al.*, 2018). Ketinggian tempat penanaman akan berkaitan juga dengan cita rasa kopi.

2) Curah Hujan

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman kopi pada umumnya adalah 1500-2500 mm per tahun, dengan rata-rata bulan kering 1-3 bulan dan suhu rata-rata 15-25 derajat celcius (Puslitkoka, 2006). Menurut Qomaruddin *et al.* (2018) bahwa kopi robusta dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan 1500-1750 mm/tahun dan 3500-4000 mm/tahun. Peningkatan suhu berpengaruh terhadap metabolisme tanaman seperti respirasi, pembuangan, dan fotosintesis yang berakibat pada penurunan produktivitas dan kualitas kopi (Isyariansyah *et al.*, 2018).

3) Bahan Tanam

Saat ini petani masih banyak menggunakan bahan tanam dari biji yang berasal dari pohon yang memiliki buah yang lebat ataupun dari benih sapan. Hal inilah yang menjadi salah satu faktor penurunan produksi kopi. Salah satu upaya peningkatannya yaitu dengan perbaikan bahan tanam. Adapun klon-klon kopi

robusta yang dianjurkan adalah BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, dan SA 203 (Prastowo *et al.*, 2010).

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 biji (Randriani *et al.*, 2016). PH yang sesuai untuk kopi robusta yaitu 5,5-6,5 dengan kandungan bahan organik minimal 2%, dan kemiringan tanah maksimum 40% (BPPP, 2008).

2.2.4. Orgnisme Pengganggu Tanaman pada Kopi Robusta serta Pengendaliannya

Menurut Puslitkoka (2006), hama dan penyakit utama pada tanaman kopi adalah:

- 1) Nematoda parasit, yaitu *Pratylenchus coffeae* dan *Radhopholus similis*. Pengendalian yang disarankan yaitu menggunakan kimiawi seperti karbofuran ataupun tanaman tahan, seperti klon BP 961.
- 2) Hama penggerek buah kopi, yaitu *Hypothenemus hampei*. Untuk pengendaliannya yaitu melakukan pengaturan naungan agar pertanaman tidak terlalu gelap, dapat pula menggunakan parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* ataupun menggunakan tanaman yang masak serentak seperti USDA 762 dan BP 234 DAB BP 409 untuk robusta.
- 3) Kutu dompolan atau kutu putih *Planococcus citri*, yang disarankan dikendalikan dengan pengaturan naungan maupun cara kimia dengan insectisida propoksur (Poxindo 50 WP).
- 4) Kutu Hijau (*Coccus viridis*) atau kutu coklat (*Saesetia coffeae*), pengendalian yang disarankan dengan pemeliharaan dan pemupukan yang berimbang atau cara kimia menggunakan tepung sividol atau karbaril maupun penyemprotan insektisida (Anthio 330n EC).
- 5) Penggerek cabang *Xylosandrus* spp. yang dikendalikan dengan memotong cabang terserang, pemangkasan, dan pembakar ranting-ranting.
- 6) Penggerek batang merah *Zeuzera coffeae*, disarankan dikendalikan dengan memotong batang terserang maupun cara kimia dan biologis lainnya.

2.3 Bakteri Endofit

Bakteri endofit adalah bakteri yang mengkolonisasi pada jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit pada inangnya (Putri *et al.*, 2016). Bakteri endofit dapat masuk ke dalam jaringan tanaman umumnya melalui akar, namun bagian tanaman yang terpapar udara langsung seperti bunga, batang, daun (melalui stomata) dan kotiledon, juga dapat menjadi jalur masuk bakteri endofit (Purwanto *et al.*, 2018). Bakteri endofit yang telah masuk ke dalam tanaman dapat tumbuh hanya di satu titik tertentu atau menyebar ke seluruh bagian tanaman. Penyebaran tersebut melalui xylem (Zulkifli *et al.*, 2016). Mikroorganisme ini dapat tumbuh di dalam pembuluh vaskuler atau di ruang intersel (Zinniel *et al.*, 2002).

Menurut Bhore dan Sathisa (2010) menyatakan bahwa bakteri endofit pada satu tanaman inang umumnya terdiri atas beberapa genus dan spesies. Keragaman bakteri endofit dalam suatu tanaman dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan tanaman, khususnya kondisi tanah. Pada beberapa kasus, tanaman dengan jenis atau spesies yang sama memiliki bakteri endofit yang tidak selalu sama (Putri *et al.*, 2018).

2.3.1. Bakteri Endofit sebagai Agen Hayati Nematoda Parasit

Mekanisme bakteri endofit dalam mengendalikan nematoda di dalam akar adalah dengan menginduksi ketahanan, kompetisi ruang, dan menghasilkan metabolit anti nematoda (Sikora *et al.*, 2007; Bacon dan Hiton, 2007; Tian *et al.*, 2007).

1) Menginduksi Ketahanan

Mekanisme bakteri endofit dalam menginduksi ketahanan yaitu dengan menghasilkan senyawa *lipopolysacharida* (LPS). Senyawa ini bertindak sebagai senyawa penginduksi ketahanan pada akar (Reitz *et al.*, 2000). Akibat dari induksi ketahanan tersebut akan mempengaruhi proses fisiologi di dalam akar seperti mencegah proses makan nematoda, mencegah terbentuknya *feeding site*, menghambat penetrasi dan reproduksi nematoda (Sikora *et al.*, 2007).

Selain menghasilkan LPS mekanisme bakteri endofit dalam menekan perkembangan nematoda adalah menghasilkan senyawa fenolik seperti asam

silsilat dan peroksidase (Harni *et al.*, 2012; Harni dan Ibrahim, 2011; Harni dan Khaerati, 2013). Fenol merupakan senyawa aktif yang memegang peran penting terhadap penekanan mikroba termasuk nematoda parasit (Harni, 2016). Senyawa ini membuat suatu lingkungan yang toksik untuk perkembangbiakan nematoda.

2) Kompetisi Ruang

Mekanisme kompetisi ruang oleh bakteri endofit yaitu bakteri endofit mula-mula akan masuk ke dalam jaringan tanaman. Setelah berhasil masuk dalam jaringan inang, endofit akan menempati ruang antar dan intraseluler dan tidak meninggalkan ruang untuk patogen (Harni *et al.*, 2016). Endofit juga akan mendapatkan nutrisi yang disediakan oleh tanaman berupa eksudat/substansi sehingga tidak tersedianya nutrisi untuk patogen. Setelah kolonisasi bakteri endofit tanaman akan menghasilkan lignin yang akan memperkuat dinding sel sehingga patogen sulit untuk menginfeksi tanaman (Gao *et al.*, 2010).

3) Menghasilkan Metabolit Sekunder Anti Nematoda

Produksi metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri endofit biasanya terekspresi pada saat bakteri endofit belum masuk ke dalam jaringan tanaman. Mekanisme ini digunakannya untuk bertahan hidup pada saat bakteri berada di rizosfir. Metabolit yang dihasilkan bakteri endofit dapat berupa antibiotik, enzim, senyawa HCN, dan siderofer. Enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri endofit diantaranya kitinase, protease, dan selulase (Harni *et al.*, 2016). Ketiga enzim ini berfungsi untuk mendegradasi dinding sel patogen yang disusun oleh senyawa kitin seperti dinding sel cendawan, nematoda, dan serangga.

2.3.2. Bakteri Endofit Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman

Peran lain dari bakteri endofit selain sebagai agen pengendali biologi yaitu dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui aktivitasnya melarutkan fosfat dan memfiksasi nitrogen (Mursyalatiyus *et al.*, 2018). Hasil penelitian Lisnawati *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. mampu meningkatkan laju pertumbuhan dan penambahan jumlah daun, serta bobot basah dan bobot kering tanaman tembakau. Bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi seperti nitrogen, fosfat dan

mineral lainnya (Bacon dan Hinton, 2007). Peningkatan pertumbuhan tanaman juga disebabkan oleh adanya hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri endofit. Hormon IAA ini berperan dalam proses pertumbuhan akar tanaman sehingga meningkatkan daya serap mineral dan hara oleh tanaman, peningkatan hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri endofit ini ditingkatkan oleh adanya peningkatan triptofan (Hassan, 2017).

2.4 Rizobakteri

Rizobakteri merupakan suatu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit pada daerah rizosfer atau daerah perakaran (Elango *et al.*, 2013). Populasi mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam biasanya lebih banyak di bandingkan pada tanah bukan rhizosfer (Lynch, 1990 & Carlile *et al.*, 2001). Umumnya rizobakteri dikenal sebagai kelompok bakteri yang mampu memacu pertumbuhan tanaman atau disebut dengan istilah populer *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR merupakan kelompok bakteri heterogen yang ditemukan dalam kompleks rizosfer, permukaan akar, dan berasosiasi dalam akar, serta dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung ataupun tidak langsung (Joseph *et al.*, 2007; Yanti *et al.*, 2017).

Fungsi Rizobakteri dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi menjadi tiga kategori, yaitu (i) sebagai pemacu atau perangsang pertumbuhan (*Biostimulants*) dengan mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tubuh (fitohormon) seperti *Indole Acetic Acid* (IAA), giberelin, sitokinin, dan etilen dalam lingkungan akar; (ii) sebagai penyedia hara (*Biofertilizers*) dengan menambah N₂ dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah; dan (iii) sebagai pengendali patogen berasal dari tanah (*Bioprotectants*) dengan cara menghasilkan senyawa atau metabolit anti patogen seperti siderophore, β -1-3-glukonase, kitinase, antibiotik, asam silsilat, fenol, dan sianida (Tenuta, 2006; Cattelan *et al.*, 1999; Kloeper, 1993; Maatoke, 2017:6, Wijayanti *et al.*, 2017).

Rizobakter juga berfungsi untuk menginduksi ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan (Salinitas tinggi, pH rendah, dan keterbatasan unsur hara)

(Pudjiwati *et al.*, 2019). Mekanisme rizobakter dalam menginduksi ketahanan adalah dengan mengkolonisasi jaringan tanaman sehingga tanaman terstimulasi memproduksi senyawa yang berperan untuk ketahanan tanaman (Breedt *et al.*, 2017; Furlan *et al.*, 2017; Rubin *et al.*, 2017).

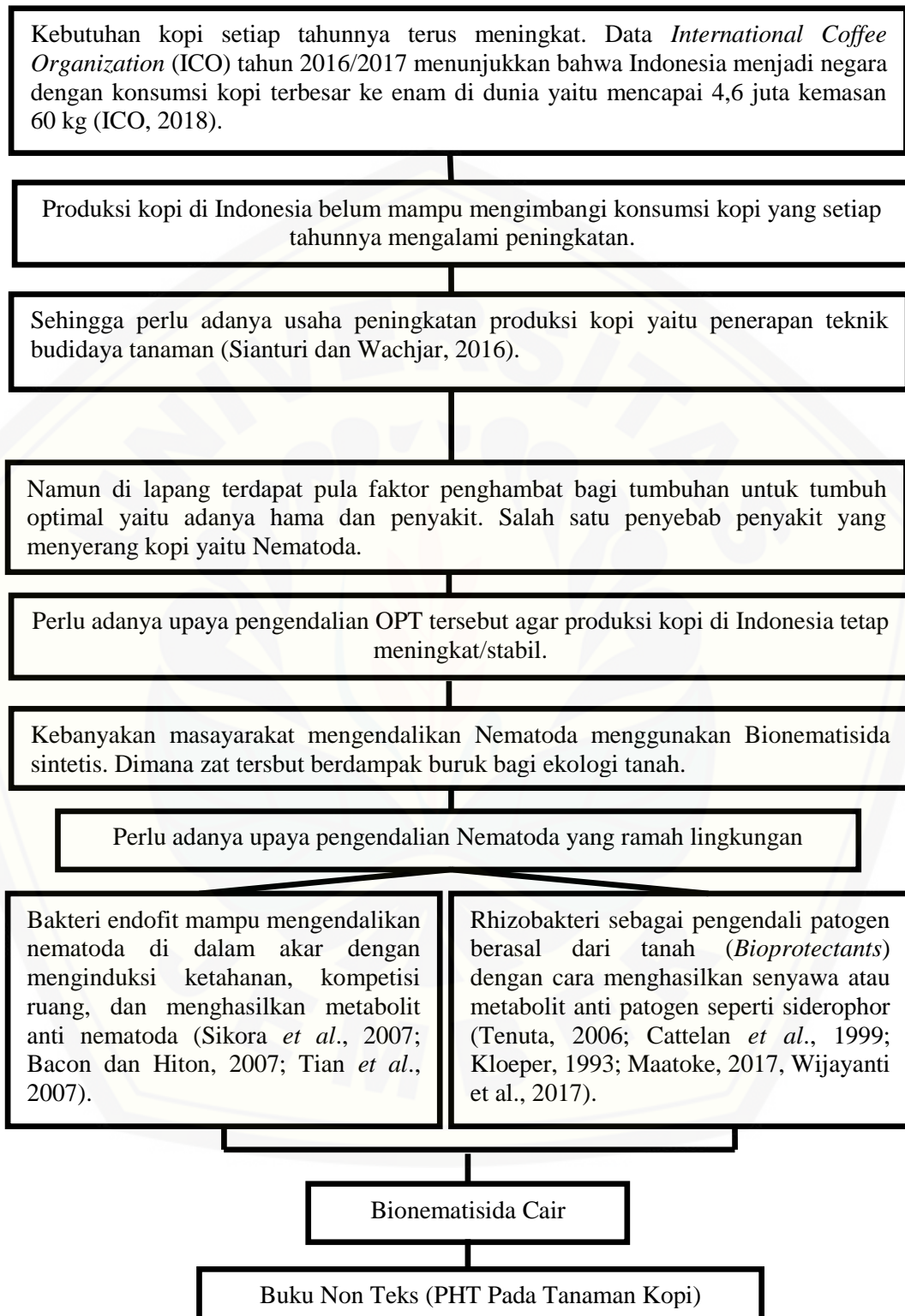
Kelompok Rizobakteri jenis *Pseudomonas sp.* dan *Bacillus sp.* dapat mengeluarkan asam-asam organik, seperti asam formiat, asetat, dan laktat yang bersifat melarutkan bentuk-bentuk fosfat yang sukar larut menjadi fosfat yang tersedia bagi tanaman (Kang *et al.*, 2007; Chaiharn *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Park *et al.*, 2009; Merhab *et al.*, 2010). Fosfat yang tersedia bagi tanaman bisa dalam bentuk organik maupun anorganik (Sutriati *et al.*, 2014).

2.5 Buku Nonteks

Buku nonteks merupakan sebuah buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun instansi pendidikan, akan tetapi buku tersebut bukan merupakan buku pegangan utama yang digunakan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Artinya isi dari buku nonteks tidak sesuai dengan silabus pembelajaran peserta didik. Seperti halnya buku teks, buku nonteks ini juga memiliki fungsi yakni dapat meningkatkan pengetahuan (*Knowledge*) dan menambah wawasan pembaca tentang ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni (Widyaningrum, 2015).

Di dalam buku nonteks tidak terdapat soal atau latihan yang digunakan untuk mengetahui kemampuan belajar atau pemahaman pembacanya terhadap bacaan. Buku nonteks tidak menggunakan evaluasi, latihan, ulangan, bentuk lembar kerja siswa, atau bentuk-bentuk lainnya yang mengukur pemahaman terhadap bacaan (Depdiknas, 2008). Buku nonteks sebelum dilakukan publikasi perlu adanya tahapan validasi dari segi materi, dari segi media, dan juga dari segi pembacanya. Buku nonteks dikatakan layak berdasarkan kriteria pusat perbukuan pada tahun 2013.

2.6 Kerangka Konseptual

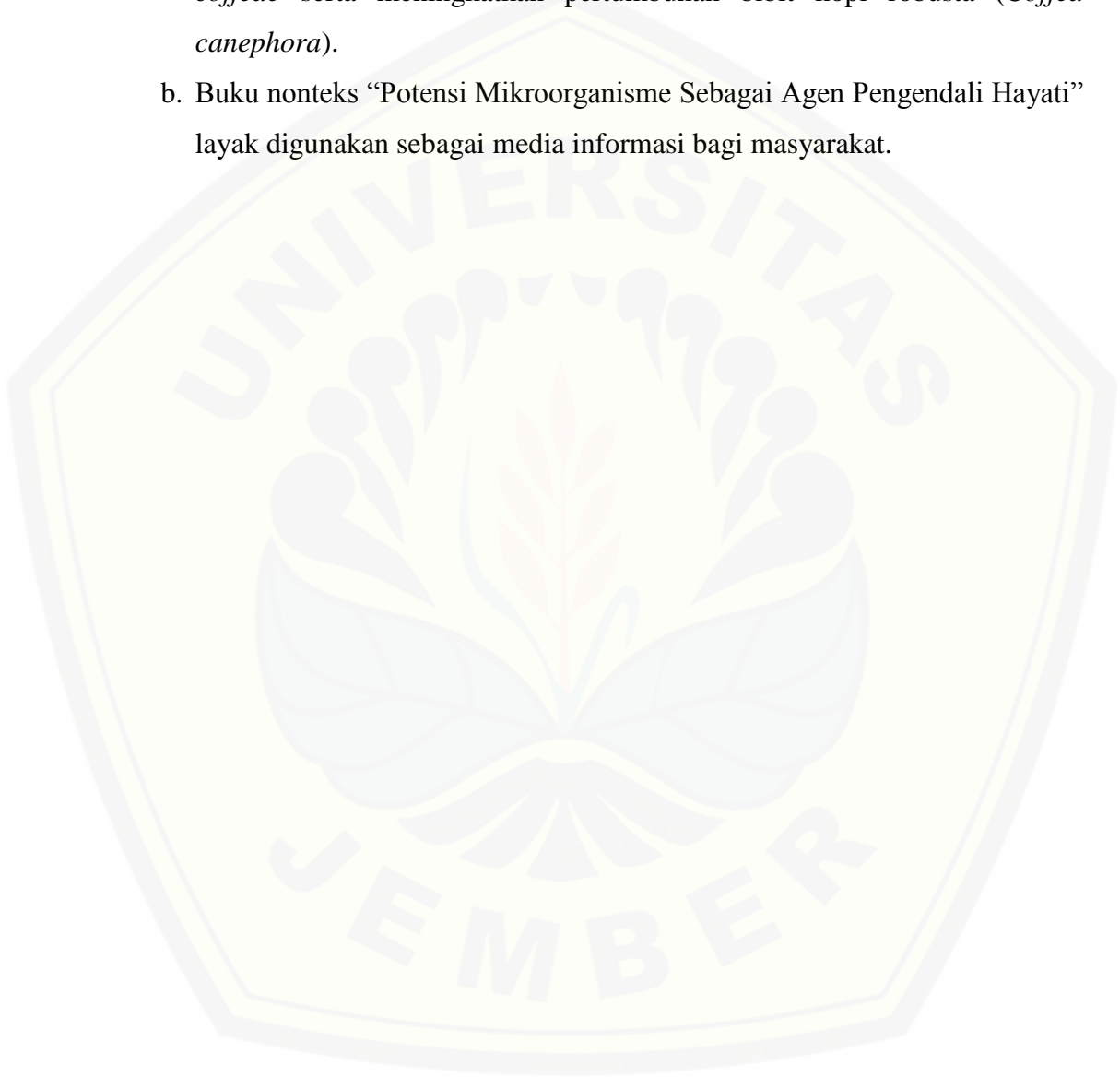


Gambar 2.4. Kerangka Konseptual

2.7 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- a. Aplikasi empat formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri efektif mengendalikan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*).
- b. Buku nonteks “Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Pengendali Hayati” layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dan dilanjutkan dengan pembuatan buku non teks.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Tempat Penelitian

Formulasi bakteri endofit dan Rizobakteri serta persiapan Media dilaksanakan di Laboratorium GeMBio (Genetika Mikrobiologi Bioteknologi) Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Persiapan nematoda *Pratylenchus coffeae* dilaksanakan di laboratorium Perumahan Istana Tidar. Inokulasi nematoda *Pratylenchus coffeae* dan bionematisida cair dengan bakteri endofit dan rizobakter dilakukan di *Green House* Perumahan Istana Tidar, Jember. Sedangkan penimbangan serta pengovenan tajuk dan akar dilakukan di Laboratorium Zoologi Pendidikan Biologi Universitas Jember.

3.2.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada 7 Oktober 2019 – 20 Maret 2020.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi gunting, blender, gelas ukur (10 ml dan 50 ml), gelas beker (500 ml dan 1000 ml), saringan (250 μ m, 100 μ m, dan 50 μ m), mikroskop, pot plastik, cawan plastik, labu erlenmeyer, mikropipet 1 ml, mikropipet 5-50 μ l, jarum ose, botol semprot, pemanas bunsen, kompor listrik, pengaduk, oven, kaca benda dan kaca penutup, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, shaker, pH meter, plong sumuran, termohigrometer, saringan 40 mesh.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bibit kopi robusta yang berumur 3 bulan, isolat bakteri *Pseudomonas diminuta*, bakteri SK 14 (*Bacillus subtilis*), bakteri SK 7 (*Bacillus sp.*), bakteri KB ¼ (*Bacillus sp.*), nematoda *Pratylenchus coffeae*, medium *Nutrien agar*, medium tanam, aquadest, air, alkohol 70%, aluminium foil, kertas kayu, karet, kertas label, kapas, dan tisu.

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel Bebas

Formulasi cair bakteri endofit (SK14 (*Bacillus subtilis*), SK7 (*Bacillus sp.*), KB^{1/4} (*Bacillus sp.*)) dan rizobakteri (*Pseudomonas diminuta*) yang diinokulasi dalam bibit kopi robusta.

3.4.2. Variabel Terikat

Jumlah daun, tinggi tanaman (cm), berat basah tajuk (g), berat kering tajuk (g), berat basah akar (g), berat kering akar (g), intensitas kerusakan akar (%), jumlah nematoda dalam tanah, jumlah nematoda dalam akar, pengukuran pH, pengamatan tunas.

3.4.3. Variabel Kontrol

Variabel yang diperlakukan sama dalam penelitian ini yaitu:

- a. Media tanam yang digunakan berasal dari pasir, tanah, dan kompos dengan perbandingan yang sama yaitu 1 : 1 : 1 (1500 g per pot).
- b. Bibit kopi yang digunakan berumur 3 bulan yang berasal dari perkebunan kopi warga di Desa Klungkung, Kabupaten Jember, Jawa Timur
- c. Nematoda *Pratylenchus coffeae* yang digunakan berasal dari ekstrak akar tanaman kopi robusta yang diambil dari perkebunan kopi warga di Desa Klungkung, Kabupaten Jember, Jawa Timur
- d. Air yang digunakan untuk menyiram bibit kopi berasal dari sumber yang sama.

3.5 Definisi Operasional

Peneliti memberikan pengertian untuk menjelaskan operasional penelitian agar tidak menimbulkan pengertian ganda yaitu sebagai berikut:

- a. Efektivitas yaitu pengukuran keberhasilan dalam menurunkan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi.
- b. Formulasi yaitu perumusan untuk pembuatan suatu larutan bionematisida.
- c. Bionematisida Cair yaitu larutan yang terbuat dari bakteri endofit dan rizobakteri yang memiliki manfaat untuk mengendalikan nematoda parasit.

- d. Bakteri endofit merupakan bakteri yang menguntungkan yang berinteraksi dengan tanaman inang tanpa menyebabkan kerusakan pada tanaman. Bakteri endofit yang digunakan yaitu (SK14 (*Bacillus subtilis*), SK7 (*Bacillus sp.*), KB^{1/4} (*Bacillus sp.*)).
- e. Rizobakteri yaitu bakteri yang hidup di daerah perakaran atau rhizosfer dan berperan dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. Rizobakteri yang digunakan yaitu *Pseudomonas diminuta*.
- f. Nematoda *Pratylenchus coffeae* yaitu salah satu jenis nematoda parasit yang hidup di jaringan akar tanaman kopi yang dapat menyebabkan tanaman kekurangan unsur hara dan akhirnya terjadi kematian.
- g. Pertumbuhan yaitu perubahan yang bersifat kuantitatif seperti bertambahnya jumlah ukuran, dimensi pada tingkat sel, organ, maupun dari individu.
- h. Indikator yaitu sesuatu yang dapat memberikan (menjadi) petunjuk atau keterangan.
- i. Buku Nonteks yaitu jenis buku pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum dan bukan merupakan buku pegangan utama pelajar/peserta didik.

3.6 Uji Pendahuluan

Uji Pendahuluan meliputi uji antagonis dari keempat bakteri yang akan diformulasikan yang meliputi bakteri endofit yaitu SK14 (*Bacillus subtilis*), SK7 (*Bacillus sp.*), KB^{1/4} (*Bacillus sp.*) dan Rhizobakteri (*Pseudomonasdiminuta*). Tahap uji antagonis adalah sebagai berikut:

- 1) Pembuatan Medium dengan Suspensi Bakteri
 - a. Menyiapkan isolat bakteri pada media agar (NA) yang telah berumur 24 jam, dilarutkan dalam 5 ml aquades.
 - b. Membuat media agar (NA), lalu menunggu sampai hangat (100 ml) dan ditambahkan dengan suspensi bakteri sebanyak 2 ml, kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi dan di vortek hingga homogen.
 - c. Menuang pada cawan petri steril dan menunggu hingga memadat

- 2) Inokulasi Bakteri Uji
 - a. Menyiapkan bakteri dengan jenis berbeda dari yang tersuspensi dalam medium.
 - b. Memplong medium yang telah memadat dengan plong sumuran, lalu mengambil medium bekas plong dengan menggunakan jarum ose.
 - c. Memasukkan 30 μ m bakteri uji pada sumuran
 - d. Menunggu beberapa menit hingga campuran meresap pada medium
 - e. Menginkubasi selama 24 jam.

- 3) Pengamatan Zona Bening

Adanya zona bening pada sumuran menandakan bakteri tersebut bersifat antagonis, dan apabila tidak terbentuk maka bakteri-bakteri tersebut bersifat sinergi.

- 4) Hasil

Hasil uji antagonis yaitu tidak terdapat zona bening yang berarti keempat bakteri tersebut sinergi.

3.7 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Menggunakan 5 perlakuan, setiap perlakuan terdapat 5 ulangan dan disetiap ulangan terdapat 4 sub ulangan. Dalam penelitian ini menggunakan pengulangan dari masing-masing unit perlakuan.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan sehingga didapatkan desain penelitian sebagai berikut.

- 1) A = Formulasi (*Pseudomonas diminuta*) + SK14 (*Bacillus subtilis*) + SK7 (*Bacillus sp.*) + KB $\frac{1}{4}$ (*Bacillus sp.*) dengan Perbandingan 1:3:3:1
- 2) B = Formulasi (*Pseudomonas diminuta*) + SK14 (*Bacillus subtilis*) + SK7 (*Bacillus sp.*) + KB $\frac{1}{4}$ (*Bacillus sp.*) dengan Perbandingan 1:1:3:3
- 3) C = Formulasi (*Pseudomonas diminuta*) + SK14 (*Bacillus subtilis*) + SK7 (*Bacillus sp.*) + KB $\frac{1}{4}$ (*Bacillus sp.*) dengan Perbandingan 3:1:1:3
- 4) D = Formulasi (*Pseudomonas diminuta*) + SK14 (*Bacillus subtilis*) + SK7 (*Bacillus sp.*) + KB $\frac{1}{4}$ (*Bacillus sp.*) dengan Perbandingan 3:3:1:1

5) E = tanpa kombinasi bakteri (Kontrol Positif)

3.8 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

3.8.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini meliputi tahap persiapan alat dan bahan, tahap persiapan media, dan persiapan Nematoda *Pratylenchus coffeae*.

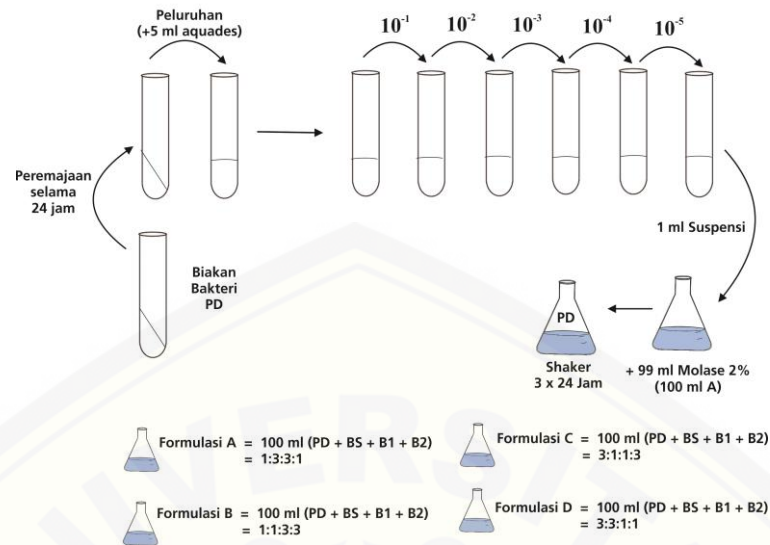
1. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi persiapan peralatan, persiapan bibit tanaman kopi yang dilakukan di tempat penelitian yaitu *Green House* Perumahan Tidar B1/1, Kaliurang Jember, serta persiapan bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember.

2. Pembuatan Bionematisida Cair

Pembuatan Bionematisida cair dilakukan apabila cawan tidak terbentuk zona bening. Pembuatan bionematisida dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Keempat bakteri dilakukan peremajaan pada medium agar (NA) miring selama 24 jam.
- b. Kemudian bakteri diluruhkan dengan penambahan aquades 5 ml, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi baru.
- c. Dilakukan pengenceran dengan cara mengambil 1 ml hasil peluruhan dan kemudian ditambah dengan 9 ml aquades lalu di vortex. Langkah ini dilakukan selama 5 kali.
- d. Mengambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 1000 ml yang telah berisi 99 ml media Molase 2%. Lalu digoyang-goyang diatas shaker pada kecepatan 150 rpm selama 3 x 24 jam. Langkah a-d dilakukan untuk empat bakteri uji.
- e. Memformulasikan empat bakteri dengan perbandingan yang telah ditentukan. Kemudian di inkubasi selama 7 hari. Bionematisida siap untuk diaplikasikan.



Gambar 3.1. Skema Pembuatan Bionematisida Cair (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

3. Persiapan Media Tanam

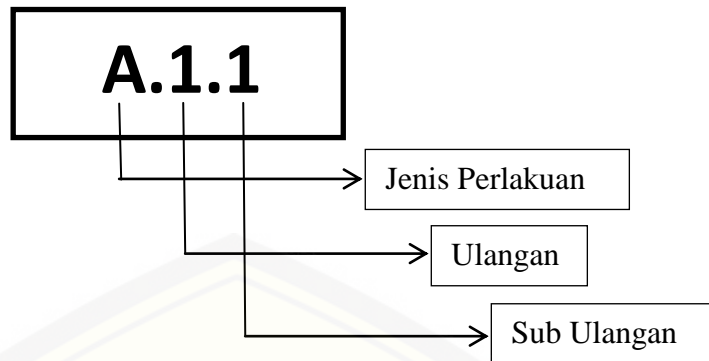
Media tanam terbuat dari campuran tanah, pasir, dan pupuk organik dengan perbandingan 1:1:1.

3.8.2 Penanaman Bibit Kopi Robusta

Kopi robusta yang akan di tanam yaitu bibit kopi robusta yang telah berumur 3 bulan. Bibit tersebut kemudian dimasukkan ke dalam pot yang telah berisi media tanam. Setelah dilakukan penanaman kemudian di dibiarkan dulu selama satu minggu, hal ini bertujuan agar bisa menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru.

3.8.3 Pelabelan pada Pot Tanaman

Pelabelan ini bertujuan untuk mempermudah pada saat proses perlakuan dan juga pengamatan. Pelabelan dilakukan dengan menggunakan satu huruf dan dua angka, seperti pada contoh berikut:



3.8.4 Ekstraksi Nematoda *Pratylenchus coffeae*

Ekstraksi nematoda *P. coffeae* dilakukan sesuai dengan metode *White Head Try* (Pusat Karantina Tumbuhan, 2010). Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Bagian serabut akar dicuci bersih, kemudian dipotong-potong kurang lebih 0,5 cm.
- b. Potongan-potongan serabut akar diblender pada kecepatan 3000 - 4000 rpm selama 2 kali 15 detik.
- c. Nampan plastik, nampan penyangga, kertas saring disusun berturut-turut dari bawah, kemudian sampel tanaman yang sudah diblender diletakkan di atas tissue secara merata.
- d. Menuangkan secara perlahan-lahan sampai seluruh jaringan tanaman terendam dan diinkubasi selama minimal 24 jam pada suhu ruang (21-29°C). Sebaliknya dihindari dari perendaman yang berlebihan.
- e. Setelah 24 Jam nampan diangkat secara perlahan-lahan dan ditiriskan. Selanjutnya air yang berada di dalam nampan di saring dengan menggunakan saringan 625 mesh atau 20 µm.
- f. Nematoda yang terperangkap pada saringan 625 mesh diambil dengan cara menyemprotkan air pada permukaan saringan dan air semprotan ditampung dengan gelas Beaker. Jika pemeriksaan memerlukan waktu lama, sebaiknya suspensi disimpan di dalam botol berwarna gelap dan disimpan pada suhu 10 – 16°C.

3.8.5 Perhitungan Nematoda Untuk Aplikasi

Perhitungan nematoda dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan cara memasukkan larutan hasil saringan ke dalam cawan petri, kemudian menghitung nematoda sesuai dengan jalur yang ada pada cawan dengan arah sesuai dengan jarum jam. Perhitungan dilakukan hingga mendapatkan 50 nematoda *P. coffeae*.

3.8.6 Inokulasi *Pratylenchus coffeae* dan Formulasi cair Bakteri Endofit dan Rizobakter

Inokulasi dilakukan dengan cara menyiramkan cairan bionematisida cair tepat pada bagian akar dan kemudian disusul cairan yang terdapat 50 ekor nematoda *P. coffeae*.



Gambar 3.2. Skema Inokulasi Perlakuan (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.8.7 Pemeliharaan Tanaman Uji

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan cara melakukan penyiraman setiap hari. Selain itu selama tiga hari sekali dilakukan pengecekan hama-hama yang mungkin menyerang dan dilakukan pengendalian secara kultur teknis. Setiap dua minggu dilakukan pengamatan mengenai tinggi dan jumlah daun.

3.9 Parameter Yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu :

1. Tinggi Tanaman Uji (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada saat sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. Pada saat setelah perlakuan, pengukuran dilakukan selama dua

minggu sekali selama empat bulan. Pengukuran dilakukan mulai dari pangkal batang sampai dengan titik tumbuh.

2. Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada saat sebelum perlakuan dan setelah perlakuan. Perhitungan setelah perlakuan dilakukan setiap dua minggu sekali selama empat bulan. Daun yang masuk perhitungan adalah daun keseluruhan kecuali daun yang masih kuncup.

3. Berat basah tajuk (g)

Penimbangan berat basah tajuk dilakukan setelah empat bulan perlakuan. Bagian tajuk yaitu mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik dengan menggunakan satuan gram.

4. Berat kering tajuk (g)

Penimbangan berat kering dilakukan setelah tajuk dikeringkan dengan menggunakan oven yang bersuhu 70°C hingga kadar beratnya konstan. Penimbangan kadar berat kering dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik dengan menggunakan satuan gram.

5. Berat basah Akar (g)

Penimbangan berat basah tajuk dilakukan setelah empat bulan perlakuan. Sebelum proses penimbangan akar dicuci terlebih dahulu sampai bersih. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik dengan menggunakan satuan gram.

6. Berat Kering Akar (g)

Penimbangan berat kering akar dilakukan setelah proses pengovenan dengan suhu 70°C hingga beratnya konstan. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik dengan menggunakan satuan gram.

7. Perhitungan Intensitas Kerusakan Akar (%)

Kerusakan akar ditentukan berdasarkan tingkat keparahannya, yaitu gejala nikrotik yang terbentuk karena serangan nematoda (Hasanah *et al.*, 2016). Tingkat keparahan gejala nekrosis akar diskor, satu persatu akar akan diamati dan diberi skor. Tingkat kerusakan akar terdiri dari lima kategori yaitu akar sehat skor 0, rusak ringan skor 1, rusak sedang skor 2, rusak berat skor 3, dan rusak sangat berat skor 4 (Beaker, 1995). Kriteria penskoran sesuai dengan Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Matrik Penentua Skor Kerusakan Akar

No.	Kriteria Akar	Skor	Kesimpulan
1	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama sehat dan banyak ditumbuhi akar lateral (serabut akar) ✓ Intensitas serabut akar sangat lebat ✓ Akar utama dan serabut akar berwarna putih bersih 	0	Akar Sehat
2	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama sehat dan terdapat akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi sedang ✓ Akar utama dan serabut akar berwarna putih bersih 	1	Akar Rusak Ringan
3	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama ditumbuhi akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi rendah ✓ Serabut akar berwarna kekuningan 	2	Akar Rusak Sedang
4	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama ditumbuhi akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi rendah ✓ Serabut akar berwarna coklat 	3	Akar Rusak Berat
5	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama berwarna coklat hampir hitam ✓ Tidak terdapat serabut akar/serabut akar rusak (Pendek-pendek) ✓ Serabut akar berwarna coklat 	4	Akar Rusak Sangat Berat

Setelah dilakukan penskoran kemudian persentase intensitas kerusakan akar dihitung dengan menggunakan rumus (Rivai, 1991). Rumus mencari persentase kerusakan akar yaitu:

$$IK = \frac{\sum Vi ni}{N.V} 100\%$$

Keterangan:

IK	: Intensitas Kerusakan
ni	: Akar ke i
Vi	: Skor kerusakan ke i
N	: Jumlah akar yang diamati
V	: Skor tertinggi

Hasil perhitungan persentase intensitas kerusakan selanjutnya akan digolongkan dalam empat kategori yaitu:

- Persentase 0%-25% berarti formulasi berpengaruh rendah terhadap intensitas kerusakan akar.
- Persentase 26%-50% berarti formulasi berpengaruh sedang terhadap intensitas kerusakan akar.
- Persentase 51%-75% berarti formulasi berpengaruh baik terhadap intensitas kerusakan akar.
- Persentase 76%-100% berarti formulasi berpengaruh sangat baik terhadap intensitas kerusakan akar.

8. Perhitungan Jumlah Nematoda *Pratylenchus coffeae* setelah Perlakuan

Perhitungan nematoda *P. coffeae* dilakukan di akhir penelitian. Perhitungan nematoda dilakukan dengan mengekstrak akar dan juga tanah. Nematoda *P. coffeae* diperoleh dari ekstraksi akar dan ekstraksi tanah. Langkah-langkah ekstraksi nematoda dari akar dengan menggunakan metode *White Head Try* (Pusat Karantina Tumbuhan, 2010) adalah sebagai berikut:

- Sampel Akar
 - Bagian serabut akar dicuci bersih, kemudian dipotong-potong kurang lebih 0,5 cm.
 - Potongan-potongan serabut akar diblender pada kecepatan 3000 - 4000 rpm selama 2 kali 15 detik.
 - Nampan plastik, nampan penyangga, kasa dan tisu disusun berturut-turut dari bawah, kemudian sampel tanaman yang sudah diblender diletakkan di atas tisu secara merata.

- 4) Menuangkan secara perlahan-lahan sampai seluruh jaringan tanaman terendam dan diinkubasi selama minimal 24 jam pada suhu ruang (21-29°C). Sebaliknya dihindari dari perendaman yang berlebihan.
- 5) Setelah 24 Jam nampan diangkat secara perlahan-lahan dan ditiriskan. Selanjutnya air yang berada di dalam nampan di saring dengan menggunakan saringan 20 µm (625 mesh).
- 6) Nematoda yang terperangkap pada saringan 20 µm (625 mesh) diambil dengan cara menyemprotkan air pada permukaan saringan dan air semprotan ditampung dengan gelas Beaker. Jika pemeriksaan memerlukan waktu lama, sebaiknya suspensi disimpan di dalam botol berwarna gelap dan disimpan pada suhu 10 – 16°C.

b. Sampel Tanah

- 1) Nampan plastik, nampan penyangga, kassa dan tissue disusun secara berturut-turut dari bawah.
- 2) sampel tanah sebanyak 200 gram disebarakan secara merata diatas kertas tissue, kemudian diisi air secara perlahan sampai seluruh tanah terendam air dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang (21-29 °C). Hindari perendaman berlebihan.
- 3) Setelah perendaman 24 jam, saringan penyangga diangkat perlahan-lahan dan ditiriskan. Selanjutnya air yang berada di dalam nampan di saring dengan menggunakan saringan 20 µm (625 mesh).
- 4) Nematoda yang terperangkap pada saringan 20 µm (625 mesh) diambil dengan cara menyemprotkan air pada permukaan saringan dan air semprotan ditampung dengan gelas Beaker. Jika pemeriksaan memerlukan waktu lama, sebaiknya suspensi disimpan di dalam botol berwarna gelap dan disimpan pada suhu 10 – 16°C.

Setelah dilakukan proses ekstraksi langkah selanjutnya yaitu tahap perhitungan perhitungan nematoda. Perhitungan nematoda dilakukan dengan menggunakan metode Baermann yang dimodifikasi. sebagai berikut:

- 1) Mengambil suspensi dengan menggunakan pipet kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur hingga volume 10 ml.

- 2) Melakukan perhitungan pada cawan petri di bawa mikroskop binokuler dengan mengamati garis garis pada cawan dengan arah perhitungan searah jarum jam. Setiap pengambilan suspensi nematoda 10 ml, dilakukan pengadukan secara merata.
- 3) Perhitungan populasi nematoda per 10 gram contoh akar atau 100 ml contoh tanah adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

P : Populasi nematoda setiap satuan contoh yang diambil

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

10 : Berat akar yang ekstrak menjadi 100 ml suspensi.

9. Pengamatan Pertumbuhan Tunas

Pengamatan pertumbuhan tunas dilakukan dengan cara melihat adanya pertumbuhan pada ketiak daun bibit kopi robusta. Pertumbuhan tunas pada tanaman kopi terdiri atas dua macam yaitu tunas seri (tunas reproduksi) yaitu tunas yang tumbuh searah dengan tempat tumbuh asalnya sedangkan tunas legitim yaitu tunas yang tumbuh membentuk sudut nyata dari tempat asalnya.

10. Pengamatan Faktor Abiotik (pH Tanah)

Pengamatan pH tanah dilakukan dengan menggunakan soil tester. Pengamatan pH tanah dilakukan selama dua kali yaitu pada bulan kedua dan bulan ke empat.

3.10 Penyusunan Buku Non Teks

Hasil penelitian ini akan laporkan dalam dua bentuk karya yaitu Skripsi dan buku Nonteks. Rincian kerangka buku nonteks yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2.Rincian Kerangka Buku Nonteks

No.	Rincian Kerangka Buku Nonteks
1	Cover Depan Berjudul “Potensi Mikroorganisme Dalam Pengendalian Hayati”
2	Cover Kedua
3	Hak Cipta
4	Kata Pengantar
5	Daftar Isi
6	Pendahuluan
7	Bab 1 Pendahuluan
8	Bab 2 Agens Pengendalian Hayati
9	Bab 3 Strategi Pengendalian Hayati
10	Bab 4 Mekanisme Pengendalian Hayati
11	Bab 5 Tantangan Dalam Pengendalian Hayati
12	Bab 6 Potensi Bakteri Sebagai Agens Pengendali Hayati
13	Bab 7 Potensi Jamur Sebagai Agens Pengendali Hayati
14	Bab 8 Potensi Nematoda dan Virus Sebagai Agens Pengendali Hayati
15	Bab 9 Hasil Penelitian Penulis
16	Daftar Pustaka
17	Glosarium
18	Tentang Penulis
19	Cover Belakang

3.11 Analisis Data

3.11.1. Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan adalah analisis data berupa Uji ANOVA dengan taraf signifikan 95% (α 5%) menggunakan SPSS karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formulasi bakteri endofit dan rizobakteri terhadap populasi nematoda *P. coffeae*. Apabila terdapat beda nyata maka dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significance Different*) dengan taraf kepercayaan 95% (α 5%).

3.11.2. Analisis Validasi Buku Non Teks

Analisis validasi buku nonteks diperoleh dari penilaian validator ahli berupa data kuantitatif dengan menggunakan 4 tingkat penilaian. Kriteria penilaian buku nonteks adalah sebagai berikut:

- Skor 4 : apabila validar memberikan penilaian sangat baik

- Skor 3 : apabila validator memberikan penilaian baik
- Skor 2 : apabila validator memberikan penilaian cukup baik
- Skor 1 : apabila validator memberikan penilaian kurang baik

Analisis dilakukan ketika penilaian dari 3 validator telah terkumpul. Teknik analisis data yaitu dengan mencari persentase (%) dari jumlah skor yang didapat. Skor atau nilai untuk kelayakan buku nonteks dihitung berdasarkan rumus nilai kelayakan, sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kelayakan Buku} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$$

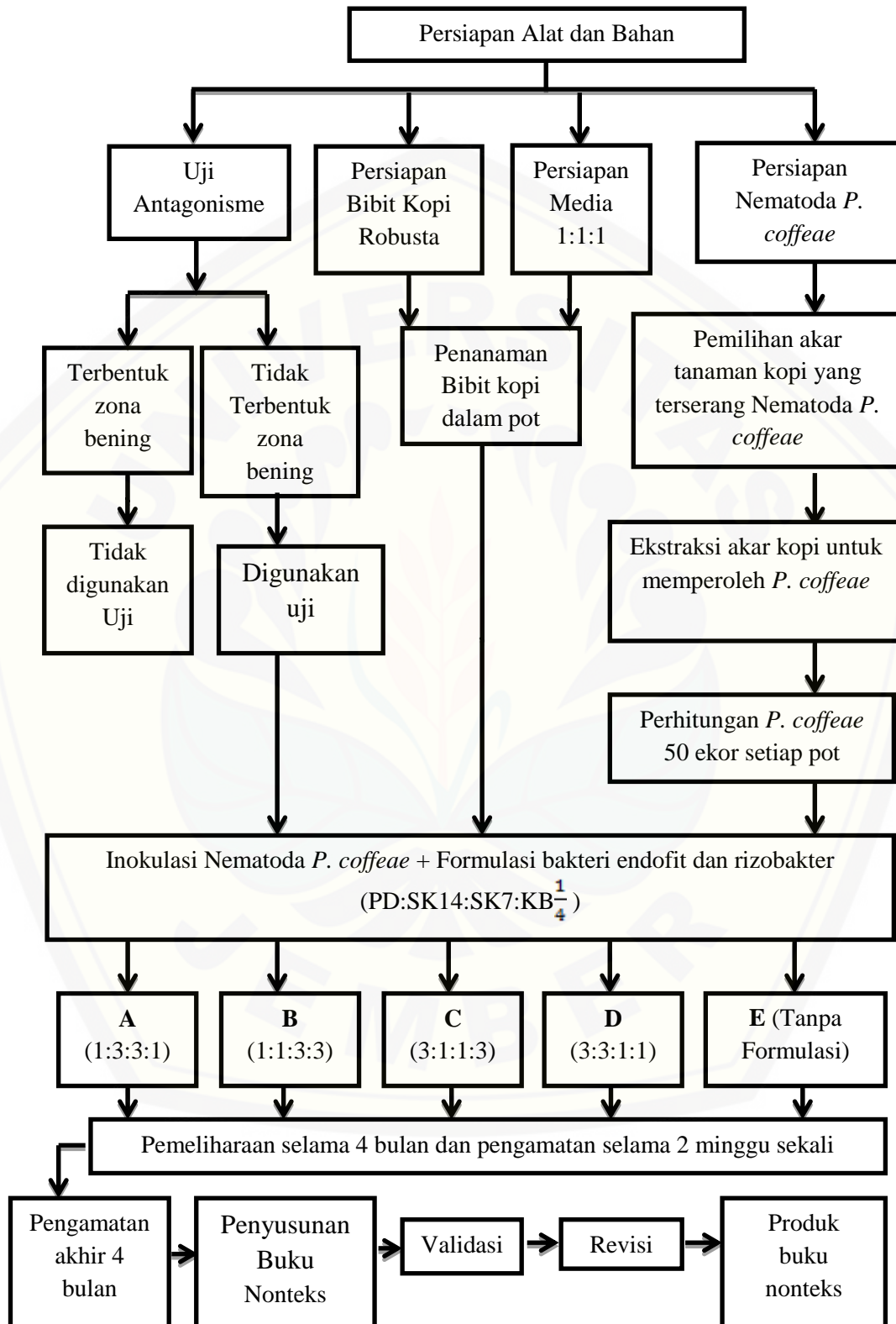
Data persentase penilaian yang diperoleh dari validator selanjutnya diubah menjadi kuantitatif-deskriptif dengan menggunakan kriteria validitas seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kriteria Validasi Buku Nonteks

No.	Skor	Kriteria	Keterangan
1	81,25% - 100%	Sangat Layak	Produk baru siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan di lapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.
2	62,50% - 81,24%	Layak	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan melakukan pertimbangan tertentu. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	43,75% - 62,49%	Kurang Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00% - 43,74%	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

3.12. Alur Penelitian



Gambar 3.3. Bagan Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.2. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian efektifitas formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri terhadap populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* pada bibit kopi robusta (*Coffea canephora*) serta pemanfaatannya sebagai buku nonteks maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Aplikasi formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri efektif mengendalikan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*). Penurunan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* berkisar antara 57,43%-90,76%. Formulasi yang berpotensi paling tinggi terhadap penekanan nematoda *Pratylenchus coffeae* dan menghasilkan pertumbuhan paling besar dari segi penambahan jumlah daun, pertumbuhan tunas, Berat basah dan berat kering (tajuk dan akar) yaitu formulasi D (*Pseudomonasdiminuta* : *Bacillus subtilis* : *Bacillus* sp. (SK7) : *Bacillus* sp. (KB ¼) = 3:3:1:1) dengan persentase penekanan sebesar 90,76%. Parameter peningkatan pertumbuhan tanaman yang pengaruhnya signifikan yaitu jumlah daun, pertumbuhan tunas, berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah akar, dan berat kering akar.
- b. Buku nonteks yang berjudul “Potensi Mikroorganisme Dalam Pengendalian Hayati” dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat dengan persentase skor sebesar 88,70%.

5.2. Saran

Kedepannya diharapkan terdapat penelitian tentang interaksi mikroorganisme tanah dengan bakteri yang ada dalam formulasi tersebut. Selain itu, dapat juga dilakukan uji efektifitas terhadap nematoda parasit lain sehingga diharapkan dapat menjadi produk pengendali nematoda parasit yang efektif bagi semua jenis nematoda parasit (tidak hanya *Pratylenchus coffeae*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1997. *Plant Pathology: Fourth Edition*. London: Academia Press.
- Asri, A., Zulaika. 2016. Sinergisme Antar Isolat Azobacter yang Dikonsorsium. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 57-59.
- Afni, N. dan Y. Ahda. 2020. Bio augmentation Effect of Alcaligenes sp.2 and Isolates Bacillus sp.2 on Lowering Used Lubricating Oil Contaminated Soil pH. *Serambi Biologi*. 5 (1): 1-6.
- Asyiah, I.N., S. Wiryadiputra, I. Fauzi., R. Harni. 2015. Populasi *Pratylenchus coffeae* (Z) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi *Pseudomonas diminuta* L. Dan *Bacillus subtilis*. *Jurnal Pelita Perkebunan*. 31(1): 30-40.
- Baca, B.E. dan C. Elmerich. 2003. Microbial Production of Plant Hormones. *Plant Res*. 166: 233-239.
- Bacon, C.W., dan Hinton, S.S. 2007. *Bacterial Endophytes: The Endophytic niche, Its Occupants, and Its Utility*. Dalam Gnanamanickam SS. Gnanamanickam (ed.). *Plant-Associated Bacteria*. Springer. Berlin. pp. 155–194.
- Bhore, S.J., dan Sathisa, G. 2010. Screening of Endophytic Colonizing Bacteria for Cytokinin-Like Compound: Crude Cell-free Broth of Endophytic Colonizing Bacteria is Unsuitable in Cucumber Cotyledon Bioassay. *World Journal Agric*. 6(4) : 345-352.
- BPPP. 2008. *Teknologi Budaya Kopi Poliklonal*. Seri Buku Inovasi: BUN.14/2008.ISBN;978-9791415-35-4.
- Breet, G., Labuschagne N., Coutinho T. 2017. Seed Treatment With Selected Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Increases Maize Yield In The Field. *Annals of Applied Biology*. 171(2): 229-236.
- Cabanillas, E., K.R. Baker, dan M.E. Daykin. 1988. Histology of the Interaction of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* in Tomato. *Journal Nematology*. 20: 362-365.
- Cattelan AJ., Hartel PG., Fuhrmann JJ. 1999. Screening for Plant Growth Promoting Rhizobacteria to Promote Early Soybean Growth. *Journal Soil Sci Soc Am*. 63: 1670-1680.
- Chen, C., Belanger RR., Benhamou N. dan Paulitz TC. 2000. Defense Enzymes Induce In Cucumber Roots By Treatment With Plant Growth-Promoting

- Rizhobacteria (PGPR) and Pythium Aphanidermatum. *Physiol. Mol. Plant. Pathol.* 56: 13-23.
- Compas, V.P., dan Villian. 2005. Nematoda Parasit Coffee and Cocoa Pp. 529-580. Dalam *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. M. Luc., R.A. Sikora, dan J. Bridge (eds). UK: CABI Publishing.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dropkin, V.H. 2012. *Kopi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dwivedi, D., Johri, B.N. 2003. Antifungals From Flourences Pseudomonas; Biosynthesis And Regulation. *Curr Sci.* 85: 1693-1703.
- Furlan F., Saatkamp K., Volpiano C.G., de Assis Franco F., Dos Santos M.F. 2017. Plant Growth-Promoting Bacteria Effect in Withstanding Drought in Wheat Cultivars. *Scientia Agraria.* 18(2): 104-113.
- Gosalam, S., Akbar T., dan Silvana J. L. 2008. Uji Kemampuan Bakteri dari Perairan dalam Mendegradasi Senyawa Minyak Solar. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin*.
- Gao, F.K., Dai, C.C., dan Liu, X.Z. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. *Journal of Microbiology Research.* 4: 1346-1351. Harni, R., Supramana, S.M. Sinaga, Giyanto, dan Supriadi. 2012. Keefektifan Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus brachyurus* pada Tanaman Nilam. *Jurnal Littri.* 17(1): 6-10.
- Harni, R., dan Ibrahim, M.SD. 2011. Potensi Bakteri Endofit untuk Menginduksi Ketahanan Tanaman Terhadap Infeksi *Meloidogyne incognita* pada Tanaman Lada. *Jurnal Littri.* 17(3): 118-123.
- Harni, R. dan Khaerati. 2013. Evaluasi Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Tanaman Kopi. *Bulletin Ristri.* 4(2): 109-114.
- Hasanah, S., I.G. Swibawa, dan Solikhin. 2016. Populasi Nematoda *Radopholus* Dan *Pratylenchus* Pada Tanaman Kopi Robusta Berbeda Umur di Tanggamus, Lampung. *Jurnal Agrotek.* 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.
- Herlina, L., K.K. Pukan, dan D. Mustikaningtyas. 2016. Kajian Bakteri Endofit Penghasil IAA (*Indole Acetic Acid*) Untuk Pertumbuhan Tanaman. *Saintekno.* 14(1): 51-58.

- Hindersah, R.D.H. Arief, dan Y. Sumarni, Totowarsa. 2003. *Produksi Hormon Sitokinin Oleh Azobacter*. Padang: Prosiding Kongres dan Seminar Nasional HITI.
- International Coffe Organization. 2018. *Indonesia Masuk Daftar Negara Konsumsi Kopi Terbesar Dunia*. Dkatadata.co.id: diakses 18 Januari 2019.
- Istarofah dan Zuchrotus Salamah. 2017. Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*). *Bio-Site*. 3(1): 39-46.
- 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.
- Jumin, H.B. 1987. *Dasar-dasar Agronomi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Kavita, P.G., E.I. Jonathan, dan S. Nakeeran. 2012. Effect Of Crude Antibiotic of *Bacillus subtilis* Hatching of Eggs and Mortality of Juveniles of *Meloidogyne Incognita*. *Nematology Mediteranika*. 40: 203-206.
- Kazempour, M.N. 2004. Biological Control of *Rhizoctonia solani*, The Causal Agent of Rice Sheath Blight By Antagonistics Bacteria In Greenhouse and Field Conditions. *Plant Pathology Journal*. 3: 88-96.
- Kloepper J.W. 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agent. p. 225-275. *Dalam Meeting FB Jr. (Ed). Soil Microbial Ecology, Application in Agricultural and Enviromental Management*. New York (USA). Marcel Dekker. Inc.
- Kusumaningrum, I., Rini B.H., S. Haryani. 2007. Pengaruh Perasan *Sargasum crassifolium* dengan Konsentrasi yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 15(2): 17-23.
- Mudi, L., A. Bahrn, dan G.A.K. Sutariati. 2018. *Bio-Priming* Benih Menggunakan Campuran Rizobakter *Indigenous* untuk Meningkatkan Kualitas Fisiologi Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merril). *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*. 6(1): 1-8.
- Mursyalatiyus, I.D., A. Munif, A.A. Nawangsih. 2018. Bakteri Endofit Asal Tanaman Tembakau sebagai Agens Pengendali *Meloidogyne* spp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(6): 215-221.
- Mustika, I. 2005. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Perkebunan di Indonesia. *Jurnal Prespektif*. 4(1): 20-32.

- Mustika, I. 2010. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3(2): 81-101.
- Najiyanti, S. dan Danarti. 2012. *Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Nugroho A. 2006. Biodegradasi 'Sludge' Minyak Bumi Dalam Skala Mikrokosmos. *Makara Teknologi*. 10 (2): 82-89.
- Nugroho, C. dan Hidayah. 2010. Penyisihan Logam Chrom Menggunakan Konsorsium Mikroorganisme. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1(1): 16-19.
- Nugrohorini. 2012. *Nematoda Parasit Tanaman*. Surabaya: UPN Press Surabaya.
- Pamungkas, F.T., S. Darmanti, dan B. Raharjo. 2009. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dalam Supernatan Kultur *Bacillus* sp2. DUCC-BR-K1.3 Terhadap Pertumbuhan Stek Horisontal Batang Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Sains dan Matematika*. 17(3): 131-140.
- Pattern, C.L. dan Glick, B.R. 2005. Isolation and Characterization of Indol Acetic Acid Biosynthesis Genes From PGPR. Departemen Biology University Of Waterloo, Ontario, Canada.
- Picard, C. dan Bosco, M. 2005. Maize Heterosis Effect The Structure and Dynamics Of Indigenous Rhizospheric Auxins-Producing *Pseudomonas* Population. *FEM Microbial Ecol*. 53: 349-357.
- Ploetz, R. C. 2003. *Diseases of Tropical Fruit Crops*. USA: University of Florida, IFAS, Tropical Ressearch and Education Center Home Stead, Florida.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubijo, Siswanto, C. Indrawanto, dan S.J. Munarso. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Pudjiwati, E.H., S. Zahra, D. Sartika. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri yang Berpotensi sebagai Agen Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Borneo Sainstek*. 2(2): 10-10.
- Purwanto, R. 2014. Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Potensinya sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Jurnal Biokimia*. 1 (1): 51-57.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2006. *Pedoman Teknis Tanaman Kopi*. Jember: hal 96.
- Pusat Kurikulum dan Perbukuan. 2013. *Instrumen Penyaringan Buku Nonteks Pelajaran*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Putri, D., A. Munif, K.H. Mutaqin. 2016. Lama Penyimpanan, Karakterisasi Fisiologi, dan Viabilitas Bakteri Endofit *Bacillus* sp. dalam Formula Tepung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(1): 19-26.
- Putri, M.F., M. Fifendy, Dwi H.P. 2018. Diversitas Bakteri Endofit pada Daun Muda dan Tua Tumbuhan Andaleh (*Morus macroura* miq.). *Jurnal Eksakta*. 19(1): 125-130.
- Qomaruddin, A. Sukmono, dan 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.
- Rahmawati, S. 2003. Gen Penyeleksi Alternatif Untuk Transformasi Tanaman. *Buletin Agrobio*. 6(1): 26-33.
- Ramamoorthy, R., Viswanathan, T., Raguchander, V., Prakasam, R, dan Samiyappan. 2011. Induction of Systemic Resistance by Plant Growth Promoting Rhizobacteria In Crop Plants Against Pests And Diseases. *Crop Protection*. 20: 1-11.
- Randriani, E., Dani, H. Supriadi, dan Syafaruddin. 2016. Ekspresi Fenotipik Kopi Robusta “Sidodadi” pada Tiga Ketinggian Tempat. *Jurnal TIDP*. 3(3): 151-158.
- Reitz, M., K. Rudolph, I. Schroder, S. Hoffmann H., J. Hallmann, dan R.A. Sikora. 2000. Lipopolysaccharides of Rhizobium Etli G12 Act in Potato Roots as an Inducing Agent of Systemic Resistance to Infection by Cyst Nematode *Globodera Aallida*. *Applied and Environ Microbial*. 66(8): 3515-3518.
- Rivai, F. 1991. *Dasar-dasar Epidemiologi Penyakit Tumbuhan*. Padang: Yayasan Perguruan Tinggi Komputer UPI PRESS.
- Rubin R.L., Van Groenigen K.J., Hungate B.A. 2017. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Are More Effective Under Drought: A *Meta-Analysis Plant and Soil*. 416(1): 1-15.
- Santosa, H.R., C. Suherman, dan S. Rosniawaty. 2016. Respon 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.
- Sianturi, V.F. dan A. Wachjar. 2016. Pengelolaan Pemangkasan Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di Kebun Blawan, Bondowoso, Jawa Timur. *Bulletin Agrohorti*. 4(3): 266-275.
- Sikora, R.A., dan K. Schafer, dan A.A. Dababat. 2007. Modes of Action Associated With Microbially Induced in Planta Suppression of Plant Parasitic Nematodes. *Australian Plant Patology*. 36: 124-134.

- Sitmpul, S.M. dan Guritno B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta(ID): Gadjah Mada University Press.
- Suharti, T., R. Kurniaty, N. Siregar, dan W. Darwiati. 2015. Identifikasi dan Teknik Pengendalian Hama dan Penyakit Bibit Kraji (*Pongamia pinnata*). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 3(2): 91-100.
- Taiz, L. Dan E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology Fifth Edition*. USA: Sinauer Associates.
- Tenuta M. 2006. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Prospect Forincreasing Nutrient Acquisition and Disease Control*. Available: http://www.umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2003/pdf/tenuta_rhizobacteria.pdf [Accessed 4 Januari 2020].
- Tian, B., J. Yang, dan K. Zhang. 2007. Bacteria Used in The Biologycal Control of Plant Parasitic Nematodes: Population, Mechanism Ofaction, and Future Prospect. *FEMS Microbial Ecol*. 61: 197-213.
- Violeta, O. 2019. *Pengaruh Kombinasi Bakteri Endofit dan Rizobakter dalam Bionematisida Cair Terhadap Populasi Nematoda Pratylenchus coffeae dan Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (Coffea canephora) serta Pemanfaatannya Sebagai Leaflet*. [Skripsi]. Jember: UNEJ.
- Widyaningrum, Endang, S. Aprilia, dan M. Iqbal. 2015. Pengembangan Produk Penelitian Berupa Buku Nonteks sebagai Buku Pengayaan Pengetahuan. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*. 1(1): 49-50.
- Wijayanti, K.S., B.T. Rahardjo, dan T. Himawan. 2017. Pengaruh Rizobakteri dalam Meningkatkan Kandungan Asam Salisilat dan Total Fenol Tanaman Terhadap Penekanan Nematoda Puru Akar. *Bulletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*. 9(2): 53-62.
- Wijiastuti, T., A. Supriyadi, B. Raharjo, dan B. Rupaedah. 2013. Uji Kemampuan Produksi Sitokinin Oleh Rhizobakteri. *Jurnal Biologi*. 2(2): 57-65.
- Wiryadi Putra, S. 2002. Pengaruh Bionematisida Berbahan Aktif Jamur Paecilomyces lilacinus Strain 251 Terhadap Serangan Pratylenchus coffeae Pada Bibit Kopi Robusta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 8(1):18-26.
- Zheng, L., G. Li, X. Wang, W. Pan, L. Li, F. Liu, L. Dang, M. Mo dan K. Zhang. 2008. Nematicidal Endophytic Bacteria Obtained For Plants. *Annals Microbiologi*. 58: 569-572.
- Zinnieal, D.K., P. Lambrec, N.B. Harris, Z. Feng, D. Kuczmarci, P. Higley, C.A. Ishimaru, R.G. Barletta, dan A.K. Vidaver. 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops

and Primitive Plant. *Applied and Environmental Microbiology*. 68(5): 2198-2208.

Zulkifli, L., Jekti D.S.D., Mahrus, Lestari N., Rasmi, dan Dewa A.C. 2016. Isolasi Bakteri Endofit Dari Sea Grass yang Tumbuh di Kawasan Pantai Pulau Lombok dan Potensinya sebagai Sumber Antimikroba Terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Biologi Tropis*. 16(2): 80-93.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.

Sampul Buku Nonteks



LAMPIRAN 2.**Isi Buku Nonteks**

No.	Rincian Kerangka Buku Nonteks
1	Cover Depan Berjudul “Potensi Mikroorganismes Dalam Pengendalian Hayati”
2	Cover Kedua
3	Hak Cipta
4	Kata Pengantar
5	Daftar Isi
6	BAB 1 PENDAHULUAN
	A. Latar Belakang
	B. Definisi Pengendalian Hayati
	C. Sejarah Singkat Pengendalian Hayati
	D. Pengendalian Hayati Dalam Sistem PHT
7	BAB 2 AGENS PENGENDALIAN HAYATI
	A. Definisi
	B. Macam-macam Agens Pengendalian Hayati
8	BAB 3 STRATEGI PENGENDALIAN HAYATI
	A. Konservasi
	B. Augmentasi
	C. Introduksi
9	BAB 4 MEKANISME PENGENDALIAN HAYATI
	A. Bentuk Mekanisme Pengendalian Hayati
	B. Interaksi Secara Langsung
	C. Interaksi Secara Tidak Langsung
10	BAB 5 TANTANGAN DALAM PENGENDALIAN HAYATI
	A. Fase Hidup Agensia Hayati Yang Terbatas
	B. Terbatasnya Penyebaran
	C. Agensia Memiliki Kemampuan Berubah Fungsi
	D. Terjadinya Pencemaran Lingkungan
11	BAB 6 POTENSI BAKTERI SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI
12	BAB 7 POTENSI JAMUR SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI
13	BAB 8 POTENSI NEMATODA DAN VIRUS SEBAGAI AGENS PENGENDALI HAYATI
14	BAB 9 HASIL PENELITIAN PENULIS
15	Rangkuman
16	Daftar Pustaka

17	Glosarium
18	Indeks
19	Tentang Penulis
20	Cover Belakang
21	Fitur Buku
	<p>A. Tahukah Kamu : Fitur ini merupakan fitur pembuka yang bertujuan untuk memunculkan rasa ingin tahu yang tinggi</p> <p>B. Jadi : Fitur ini berisi kesimpulan dari bab tertentu dengan menggunakan kalimat yang lebih mudah untuk diingat.</p> <p>C. Update Menarik : Fitur ini berisi Informasi menarik terupdate untuk menambah wawasan pembaca.</p> <p>D. Info Menarik : Fitur ini berisi informasi jurnal berbasis QR-Code, dimana tersedia QR-Code dan pembaca dapat melakukan scan dengan menggunakan aplikasi “Barcode Generator” otomatis akan menuju ke jurnal menarik.</p> <p>E. Teka-Teki Silang : Berisi pertanyaan rangkuman dari 5 Bab pertama dan bertujuan sebagai tolak ukur pemahaman pembaca.</p>

LAMPIRAN 3.

HASIL PENELITIAN

1. Populasi Nematoda Setelah 4 Bulan Perlakuan

PERLAKUAN	Nematoda Akar					Nematoda Tanah				TOTAL PER POT	TOTAL
	P1	P2	P3	Hasil	P1	P2	P3	Hasil			
A	1	3	3	2	26,666667	27	46	42	383,3333333	410	410
	2	4	7	3	46,666667	10	6	7	76,66666667	123,3333333	123
	3	2	1	2	16,666667	8	5	12	83,33333333	100	100
	4	0	3	1	13,333333	29	24	29	273,3333333	286,6666667	287
	5	38	26	31	316,66667	10	10	17	123,3333333	440	440
B	1	10	13	6	96,666667	2	1	2	16,66666667	113,3333333	113
	2	0	0	0	0	18	13	16	156,6666667	156,6666667	157
	3	4	5	2	36,666667	15	14	9	126,6666667	163,3333333	163
	4	1	0	1	6,6666667	3	7	6	53,33333333	60	60
	5	12	6	3	70	5	2	3	33,33333333	103,3333333	103
C	1	2	3	4	30	21	20	14	183,3333333	213,3333333	213
	2	2	2	2	20	7	7	7	70	90	90
	3	0	0	0	0	7	6	8	70	70	70
	4	15	18	12	150	12	7	5	80	230	230
	5	0	0	0	0	19	14	18	170	170	170
D	1	0	2	2	13,333333	0	1	1	6,666666667	20	20
	2	8	10	10	93,333333	7	7	7	70	163,3333333	163
	3	4	1	7	40	11	13	13	123,3333333	163,3333333	163

	4	0	1	2	10	10	2	2	46,66666667	56,66666667	57
	5	0	1	1	6,66666667	0	3	1	13,33333333	20	20
Kontrol Positif											
E	1	0	0	2	6,66666667	21	37	38	320	326,6666667	327
	2	2	2	0	13,33333333	66	74	93	776,6666667	790	790
	3	0	3	1	13,33333333	117	173	171	1536,666667	1550	1550
	4	0	0	0	0	22	13	15	166,6666667	166,6666667	167
	5	2	0	3	16,6666667	34	36	34	346,6666667	363,3333333	363
Kontrol Negatif											
F	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Perlakuan	∑ Nematoda		Total Per Pot	Rata-rata	% Nematoda	% Penekanan
	Akar	Tanah				
A	1	27	383	272	42,57%	57,43%
	2	46	77			
	3	17	83			
	4	13	273			
	5	316	123			
B	1	96	17	119	18,62%	81,38%
	2	0	157			

	3	37	127	164			
	4	7	53	60			
	5	70	33	103			
C	1	30	183	213	155	24,26	75,74%
	2	20	70	90			
	3	0	70	70			
	4	150	80	230			
	5	0	170	170			
D	1	13	7	20	59	9,23%	90,76%
	2	10	70	80			
	3	7	123	130			
	4	2	47	49			
	5	1	13	14			
E (+)	1	7	320	327	639	100%	0%
	2	13	776	789			
	3	13	1537	1550			
	4	0	166	166			
	5	16	346	362			
F (-)	1	0	0	0	0	-	-
	2	0	0	0			
	3	0	0	0			
	4	0	0	0			
	5	0	0	0			
∑ Nematoda					1243		

e. Pengamatan Tinggi Bibit Kopi Selama 4 Bulan

PERLAKUAN		Minggu Ke-								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
A	1	28,5	28,6	28,7	29,8	30,5	31,1	31,5	32,2	33,5
	2	30,4	30,9	31,5	33	33,3	34,5	35,2	37,2	38,4
	3	23,4	23,4	24,2	24,6	24,9	25	25,1	25,1	26
	4	24,7	25,4	25,4	25,4	26	26,1	26,4	26,9	27
	5	25,4	26,6	28,8	28,8	29,3	30,5	31,2	31,7	33,2
RATA-RATA		26,48	26,98	27,72	28,32	28,8	29,44	29,88	30,62	31,62
B	1	25,6	25,9	26,3	26,5	26,8	27	27,2	27,6	28
	2	32,5	32,9	33	33,2	33,8	34	34,4	34,6	35,2
	3	28,7	28,9	29,4	29,4	30	30	30	30,3	31
	4	27,8	28,6	28,6	28,6	29	29	29,1	29,1	29,1
	5	24,7	25,7	26,7	26,7	28	28,8	29,5	30	30,8
RATA-RATA		27,86	28,4	28,8	28,88	29,52	29,76	30,04	30,32	30,82
	1	34,6	35,9	36	36,6	37	37,6	38,7	39,8	41,1
	2	28,9	29,8	31,1	31,5	31,8	32,4	32,7	33,5	34,5
	3	28,9	29,5	29,8	29,9	29,9	29,9	30	30	30
	4	25	26,6	27,8	26,6	28,3	29	30,5	30,6	30,7
	5	27,9	28	28,5	28,9	29,1	29,5	29,5	29,5	29,5
RATA-RATA		29,06	29,96	30,64	30,7	31,22	31,68	32,28	32,68	33,16
D	1	29,7	30,1	31,7	32	32,9	34,1	34,9	35,7	36,6
	2	24,8	25,5	25,8	26,1	26,3	26,7	26,9	27,4	27,4
	3	23,9	25,1	25,3	25,9	26	26	26,2	26,2	26,2

	4	32,4	32,6	33	33,1	33,5	33,9	34	35,6	35,6
	5	26	26,6	26,9	27,1	27,9	28	28,2	29,2	29,9
RATA-RATA		27,36	27,98	28,54	28,84	29,32	29,74	30,04	30,82	31,14
E	1	21,5	21,5	21,8	22	22,1	22,5	22,6	22,6	23
	2	27,3	27,9	28,3	28,6	29	29,2	29,2	29,2	30
	3	27,1	27,6	27,8	28	28,1	28,4	28,6	28,6	29,1
	4	23,9	24	24,2	24,2	24,6	24,6	24,6	26,9	27,1
	5	23,5	23,5	23,9	24	24	24,7	24,8	24,8	24,8
RATA-RATA		24,66	24,9	25,2	25,36	25,56	25,88	25,96	26,42	26,8
F	1	26,2	26,2	27	27	27,2	27,2	27,2	28	28,1
	2	25,2	26,4	26,6	27	27	27,1	27,2	27,6	28,4
	3	24	24,8	24,8	25,1	25,8	26	26,4	27,2	28,6
	4	29,5	29,9	30	30	30	30	30,2	31,6	32,9
	5	24,6	24,6	25,4	25,8	25,8	25,8	26	26	26
RATA-RATA		25,9	26,38	26,76	26,98	27,16	27,22	27,4	28,08	28,8



f. Pengamatan Jumlah Daun Bibit Kopi Robusta

PERLAKUAN		Minggu Ke-								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
A	1	14	14	13	15	17	17	19	19	21
	2	14	15	18	18	18	20	22	22	24
	7	19	23	24	28	30	30	32	34	36
	8	15	15	16	24	24	24	32	30	34
	9	15	16	18	22	21	21	28	28	34
RATA-RATA		15,4	16,6	17,8	21,4	22	22,4	26,6	26,6	29,8
B	B.1.5	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	B.2.1	12	12	12	14	14	15	18	18	20
	B.3.1	16	14	16	19	25	20	13	25	31
	B.3.2	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	B.4.3	12	12	14	14	15	17	17	19	19
RATA-RATA		12	11,6	12,4	13,4	14,8	14,4	13,6	16,4	18
C	C.2.1	15	15	19	14	16	18	18	18	20
	C.2.3	13	13	13	15	14	15	18	18	20
	C.3.2	16	12	16	16	16	16	16	16	18
	C.4.4	7	14	14	18	18	24	27	27	30
	C.4.5	14	13	12	12	12	12	10	10	10
RATA-RATA		13	13,4	14,8	15	15,2	17	17,8	17,8	19,6
D	D.1.4	10	10	12	14	16	21	20	20	22
	D.2.3	13	13	12	16	18	20	20	20	19
	D.2.5	13	13	15	15	21	26	29	40	40

	D.3.4	11	11	10	4	14	15	16	20	20
	D.4.4	14	14	14	20	22	22	24	24	30
	RATA-RATA	12,2	12,2	12,6	13,8	18,2	20,8	21,8	24,8	26,2
E	E.1.5	12	12	11	13	15	13	13	10	6
	E.2.2	16	16	15	17	17	17	19	19	21
	E.3.4	12	12	12	14	15	15	18	18	18
	E.4.1	12	15	15	15	15	19	19	19	19
	E.4.3	9	12	10	10	10	10	10	8	6
	RATA-RATA	12,2	13,4	12,6	13,8	14,4	14,8	15,8	14,8	14
F	F.1.5	16	15	14	16	18	21	25	22	28
	F.2.3	9	11	13	13	14	15	17	17	19
	F.3.3	11	11	11	13	13	13	13	15	16
	F.4.3	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	F.4.4	9	11	15	17	15	17	19	17	17
	RATA-RATA	11,2	11,8	12,8	14	14,2	15,4	17	16,4	18,2

g. Pengamatan Berat Basah serta Berat Kering Akar dan Tajuk

Perlakuan		BB Tajuk	Rata-Rata	BK Tajuk	Rata-Rata	BB Akar	Rata-Rata	BK Akar	Rata-Rata
A	1	19	24,4	5	6	3,3	5,4	1	1,622
	2	22		6		3,9		1,17	
	3	33		9		12		3,6	
	4	25		5		2,9		0,87	
	5	23		5		4,9		1,47	
B	1	10	14,2	3	3,6	3,5	2,94	1,05	0,89
	2	17		4		3,1		0,9	
	3	20		4		2,9		0,8	
	4	8		2		1,7		0,65	
	5	16		5		3,5		1,05	
C	1	16	12	4	3,4	1,3	1,96	0,5	0,6
	2	12		3		2,5		0,7	
	3	10		4		2,1		0,6	
	4	15		4		0,9		0,3	
	5	7		2		3		0,9	
D	1	13	16,6	3	4	2	2,32	0,6	0,68
	2	15		4		2		0,6	
	3	22		5		4,3		1,3	
	4	15		4		2,1		0,6	
	5	18		4		1,2		0,3	
E	1	2	7,8	1	2,2	0,5	1,26	0,2	0,28
	2	12		3		0,9		0,3	
	3	10		2		1,7		0,3	
	4	12		4		1,7		0,3	
	5	3		1		1,5		0,3	
F	1	14	12,4	5	3,8	0,9	1,66	0,3	0,48
	2	13		3		0,9		0,4	
	3	12		4		2,2		0,5	
	4	9		3		2,1		0,6	
	5	14		4		2,2		0,6	

h. Pengaruh Terhadap Intensitas Kerusakan Akar (IK)

Intensitas kerusakan akar dihitung dengan menggunakan rumus (Rivai, 1991). Rumus mencari persentase kerusakan akar yaitu:

$$IK = \frac{\sum V_i n_i}{N.V} 100\%$$

Keterangan:

IK : Intensitas Kerusakan

n_i : Akar ke i

V_i : Skor kerusakan ke i






N : Jumlah akar yang diamati





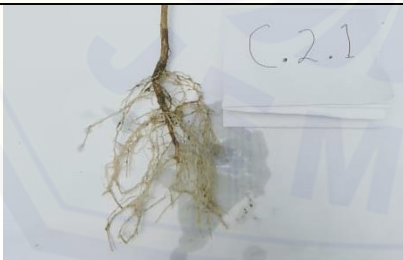
V : Skor tertinggi



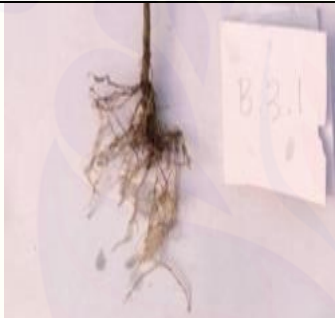

Matriks Penentuan Skor Kerusakan Akar:





No.	Kriteria Akar	Skor	Kesimpulan
1	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama sehat dan banyak ditumbuhi akar lateral (serabut akar) ✓ Intensitas serabut akar sangat lebat ✓ Akar utama dan serabut akar berwarna putih bersih 	0	Akar Sangat Sehat
2	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama sehat dan terdapat akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi sedang ✓ Akar utama dan serabut akar berwarna putih bersih 	1	Akar Sehat
3	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama ditumbuhi akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi rendah ✓ Serabut akar berwarna kekuningan 	2	Kerusakan Ringan
4	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama ditumbuhi akar lateral (serabut akar) dengan frekuensi rendah ✓ Serabut akar berwarna kecoklatan 	3	Kerusakan Sedang
5	Kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Akar utama berwarna hitam kecoklatan ✓ Tidak terdapat serabut akar/serabut akar rusak (Pendek-pendek) ✓ Serabut akar berwarna kecoklatan 	4	Kerusakan Berat/Akar Busuk

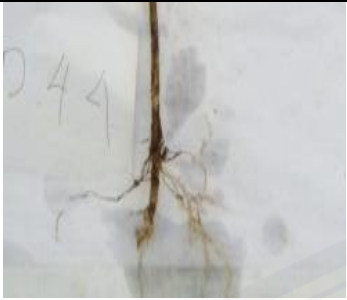

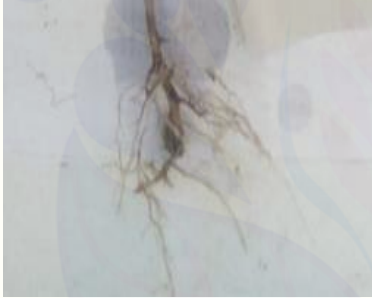

a. Tabel Hasil Pengamatan



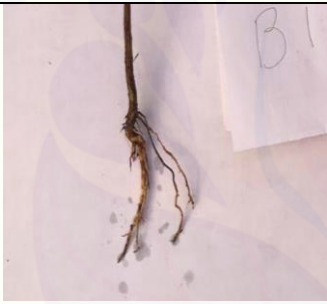
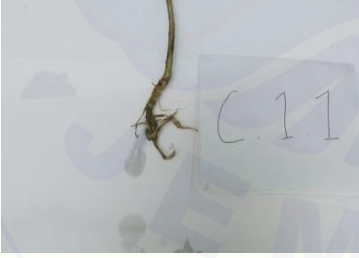

Gambar Akar Akar	Kode	ni	Vi	N	V	IK (%)
	A.3.3	1	0	30	4	0%
	A.4.4	2	0	30	4	0%
	D.2.5	3	0	30	4	0%
	A.2.1	4	0	30	4	0%
	A.1.5	5	0	30	4	0%




	F.1.5	6	0	30	4	0%
	B.3.1	7	1	30	4	5,83%
	B.4.3	8	1	30	4	6,67%
	C.2.3	9	1	30	4	7,5%
	C.2.1	10	1	30	4	8,33%

	C.4.4	11	1	30	4	9,17%
	B.2.1	12	1	30	4	10%
	B.3.1	13	1	30	4	10,83%
	F.2.3	14	1	30	4	11,67%

	E.4.1	15	2	30	4	25%
	A.4.3	16	2	30	4	26,67%
	D.1.4	17	2	30	4	28,33%
	D.2.3	18	2	30	4	30%

	D.4.1	19	2	30	4	31,67%
	E.2.2	20	2	30	4	33,33%
	E.3.4	21	2	30	4	35%
	F.4.4	22	2	30	4	36,67%

	D.3.4	23	3	30	4	57,5%
	F.4.3	24	3	30	4	60%
	B.1.2	25	3	30	4	62,5%
	C.1.1	26	3	30	4	65%
	C.3.2	27	4	30	4	90%

	F.3.3	28	4	30	4	93,33%
	E.1.5	29	4	30	4	96,67%
	E.4.3	30	4	30	4	100%

b. Rata-Rata Kerusakan Akar Perperlakuan

Perlakuan		Persentase (IK)	Rata-rata	Persentase Perlakuan Terhadap Kontrol Positif
A	1	0%	5,33%	90,81%
	2	0%		
	3	0%		
	4	0%		
	5	26,67%		
B	1	5,83%	19,16%	66,96%
	2	6,67%		
	3	10%		
	4	10,83%		
	5	62,5%		

C	1	7,5%	36%	37,93%
	2	8,33%		
	3	9,17%		
	4	65%		
	5	90%		
D	1	0%	29,5%	50,86%
	2	28,33%		
	3	30%		
	4	31,67%		
	5	57,5%		
E (+)	1	25%	58%	0%
	2	33,33%		
	3	35%		
	4	96,67%		
	5	100%		
F (-)	1	0%	40%	31,03%
	2	11,67%		
	3	36,67%		
	4	60%		
	5	93,33%		

i. Hasil Pengamatan Faktor Abiotik

Perlakuan	Waktu	pH		Suhu	Kelembapan Udara
		Ulangan	Rata-rata		
A	Desember 2019	6,6	6,6	31	68
		6,4			
		6,8			
	Februari 2020	6,8	6,53	32	62
		6,4			
		6,4			
B	Desember 2019	6,6	6,63	31	68
		6,7			
		6,6			
	Februari 2020	6,4	6,53	32	62
		6,4			
		6,8			
C	Desember 2019	6,6	6,56	31	68
		6,6			
		6,5			
	Februari 2020	6,9	6,9	32	62
		7			
		6,8			
D	Desember 2019	6,4	6,5	31	68
		6,5			
		6,6			
	Februari 2020	6,8	6,9	32	62
		6,9			
		7			
E (+)	Desember 2019	6,6	6,7	31	68
		6,8			
		6,7			
	Februari 2020	7	7	32	62
		7			
		7			
F (-)	Desember 2019	6,4	6,53	31	68
		6,7			
		6,5			
	Februari	7	7	32	62

	2020	7			
		7			



LAMPIRAN 4.

Hasil Analisis SPSS (SPSS VERSI 23)

4A. UJI NORMALITAS (Npar Test)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		25
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,0000000
	Std. Deviation	,71653898
Most Extreme Differences	Absolute	,136
	Positive	,128
	Negative	-,136
Test Statistic		,136
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

4B. UJI HOMOGENITAS**Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
BB_Tajuk	,576	4	20	,683
BK_Tajuk	1,015	4	20	,423
Jumlah_Daun	,311	4	20	,868
Tinggi_Bibit	1,386	4	20	,275
Daun_Awal	,286	4	20	,884
Tinggi_Awal	,234	4	20	,916
BARU_NEMATODA_TOTAL	1,792	4	20	,170
BARU_BB_AKAR	,625	4	20	,650
BARU_BK_AKAR	,881	4	20	,493
BARU_NEMATODA_AKAR	1,078	4	16	,400
BARU_NEMATODA_TANAH	1,595	4	20	,214

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Selisih_JumlahDaun	,229	4	20	,919
Baru_Selisih_Tinggi	2,242	4	20	,101

4C. UJI PERBEDAAN RATA-RATA

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
BB_Tajuk	Formulasi A	5	24,40	5,273	2,358	17,85	30,95	19	33
	Formulasi B	5	14,20	5,020	2,245	7,97	20,43	8	20
	Formulasi C	5	12,00	3,674	1,643	7,44	16,56	7	16
	Formulasi D	5	16,60	3,507	1,568	12,25	20,95	13	22
	Kontrol Positif	5	7,80	4,919	2,200	1,69	13,91	2	12
	Total	25	15,00	6,994	1,399	12,11	17,89	2	33
BK_Tajuk	Formulasi A	5	6,00	1,732	,775	3,85	8,15	5	9
	Formulasi B	5	3,60	1,140	,510	2,18	5,02	2	5
	Formulasi C	5	3,40	,894	,400	2,29	4,51	2	4
	Formulasi D	5	4,00	,707	,316	3,12	4,88	3	5
	Kontrol Positif	5	2,20	1,304	,583	,58	3,82	1	4
	Total	25	3,84	1,675	,335	3,15	4,53	1	9
Jumlah_Daun	Formulasi A	5	29,80	6,797	3,040	21,36	38,24	21	36
	Formulasi B	5	18,00	8,803	3,937	7,07	28,93	8	31
	Formulasi C	5	19,60	7,127	3,187	10,75	28,45	10	30
	Formulasi D	5	26,20	8,843	3,955	15,22	37,18	19	40
	Kontrol Positif	5	14,00	7,382	3,302	4,83	23,17	6	21
	Total	25	21,52	9,229	1,846	17,71	25,33	6	40

Tinggi_Bibit	Formulasi A	5	31,620	5,1217	2,2905	25,261	37,979	26,0	38,4
	Formulasi B	5	30,820	2,7444	1,2274	27,412	34,228	28,0	35,2
	Formulasi C	5	33,160	4,8547	2,1711	27,132	39,188	29,5	41,1
	Formulasi D	5	31,140	4,7337	2,1170	25,262	37,018	26,2	36,6
	Kontrol Positif	5	26,800	2,9180	1,3050	23,177	30,423	23,0	30,0
	Total	25	30,708	4,3998	,8800	28,892	32,524	23,0	41,1
Daun_Awal	Formulasi A	5	15,40	2,074	,927	12,83	17,97	14	19
	Formulasi B	5	12,00	2,828	1,265	8,49	15,51	8	16
	Formulasi C	5	13,00	3,536	1,581	8,61	17,39	7	16
	Formulasi D	5	12,20	1,643	,735	10,16	14,24	10	14
	Kontrol Positif	5	12,20	2,490	1,114	9,11	15,29	9	16
	Total	25	12,96	2,700	,540	11,85	14,07	7	19
Tinggi_Awal	Formulasi A	5	26,480	2,8839	1,2897	22,899	30,061	23,4	30,4
	Formulasi B	5	27,860	3,0550	1,3662	24,067	31,653	24,7	32,5
	Formulasi C	5	29,060	3,4847	1,5584	24,733	33,387	25,0	34,6
	Formulasi D	5	27,360	3,5795	1,6008	22,915	31,805	23,9	32,4
	Kontrol Positif	5	24,660	2,4916	1,1143	21,566	27,754	21,5	27,3
	Total	25	27,084	3,2234	,6447	25,753	28,415	21,5	34,6
BARU_NEMATODA_TOTAL	Formulasi A	5	2,3603	,29813	,13333	1,9901	2,7305	2,00	2,64
	Formulasi B	5	2,0510	,17589	,07866	1,8326	2,2694	1,78	2,21
	Formulasi C	5	2,1440	,23142	,10350	1,8566	2,4313	1,85	2,36
	Formulasi D	5	1,6309	,40458	,18094	1,1285	2,1332	1,15	2,11
	Kontrol Positif	5	2,6762	,37452	,16749	2,2111	3,1412	2,22	3,19

Total	25	2,1725	,45179	,09036	1,9860	2,3589	1,15	3,19	
BARU_BB_AKAR	Formulasi A	5	,6683	,24500	,10957	,3641	,9725	,46	1,08
	Formulasi B	5	,4545	,13006	,05817	,2930	,6160	,23	,54
	Formulasi C	5	,2531	,21484	,09608	-,0137	,5199	-,05	,48
	Formulasi D	5	,3274	,19793	,08852	,0816	,5732	,08	,63
	Kontrol Positif	5	,0580	,23081	,10322	-,2285	,3446	-,30	,23
	Total	25	,3523	,28128	,05626	,2361	,4684	-,30	1,08
BARU_BK_AKAR	Formulasi A	5	,1463	,24434	,10927	-,1571	,4497	-,06	,56
	Formulasi B	5	-,0575	,08785	,03929	-,1666	,0516	-,19	,02
	Formulasi C	5	-,2493	,17931	,08019	-,4719	-,0266	-,52	-,05
	Formulasi D	5	-,2149	,22535	,10078	-,4947	,0649	-,52	,11
	Kontrol Positif	5	-,5581	,07875	,03522	-,6559	-,4603	-,70	-,52
	Total	25	-,1867	,28703	,05741	-,3052	-,0682	-,70	,56
BARU_NEMATODA_AKAR	Formulasi A	5	1,5876	,55088	,24636	,9036	2,2716	1,11	2,50
	Formulasi B	4	1,5602	,50687	,25343	,7536	2,3667	,85	1,98
	Formulasi C	3	1,6514	,46284	,26722	,5017	2,8012	1,30	2,18
	Formulasi D	5	,6520	,47960	,21448	,0565	1,2475	,00	1,11
	Kontrol Positif	4	1,0693	,15538	,07769	,8220	1,3165	,85	1,20
	Total	21	1,2700	,58112	,12681	1,0055	1,5345	,00	2,50
BARU_NEMATODA_TANAH	Formulasi A	5	2,1830	,31245	,13973	1,7950	2,5709	1,89	2,58
	Formulasi B	5	1,7546	,40252	,18001	1,2548	2,2544	1,23	2,20
	Formulasi C	5	2,0172	,21088	,09431	1,7554	2,2791	1,85	2,26
	Formulasi D	5	1,5132	,51811	,23171	,8699	2,1565	,85	2,09

Kontrol Positif	5	2,6682	,37483	,16763	2,2028	3,1336	2,22	3,19
Total	25	2,0272	,52918	,10584	1,8088	2,2457	,85	3,19

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
					Selisih_JumlahDaun	Formulasi A			5
	Formulasi B	5	6,00	6,285	2,811	-1,80	13,80	0	15
	Formulasi C	5	6,60	10,065	4,501	-5,90	19,10	-4	23
	Formulasi D	5	14,00	8,155	3,647	3,87	24,13	6	27
	Kontrol Positif	5	1,80	5,891	2,634	-5,51	9,11	-6	7
	Total	25	8,56	8,392	1,678	5,10	12,02	-6	27
Baru_Selisih_Tinggi	Formulasi A	5	,6542	,25657	,11474	,3356	,9727	,36	,90
	Formulasi B	5	,4145	,24088	,10773	,1154	,7136	,11	,79
	Formulasi C	5	,5125	,36127	,16157	,0639	,9611	,04	,81
	Formulasi D	5	,5424	,18743	,08382	,3096	,7751	,36	,84
	Kontrol Positif	5	,3055	,16520	,07388	,1004	,5106	,11	,51
	Total	25	,4858	,25952	,05190	,3787	,5929	,04	,90

4D. UJI ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
BB_Tajuk	Between Groups	762,000	4	190,500	9,248	,000
	Within Groups	412,000	20	20,600		
	Total	1174,000	24			
BK_Tajuk	Between Groups	38,160	4	9,540	6,534	,002
	Within Groups	29,200	20	1,460		
	Total	67,360	24			
Jumlah_Daun	Between Groups	815,440	4	203,860	3,318	,031
	Within Groups	1228,800	20	61,440		
	Total	2044,240	24			
Tinggi_Bibit	Between Groups	111,578	4	27,895	1,580	,218
	Within Groups	353,020	20	17,651		
	Total	464,598	24			
Daun_Awal	Between Groups	40,160	4	10,040	1,490	,243
	Within Groups	134,800	20	6,740		
	Total	174,960	24			
Tinggi_Awal	Between Groups	54,118	4	13,529	1,386	,275
	Within Groups	195,256	20	9,763		
	Total	249,374	24			
BARU_NEMATODA_TOTAL	Between Groups	2,989	4	,747	7,828	,001
	Within Groups	1,909	20	,095		
	Total	4,899	24			
BARU_BB_AKAR	Between Groups	1,037	4	,259	6,012	,002
	Within Groups	,862	20	,043		
	Total	1,899	24			
BARU_BK_AKAR	Between Groups	1,351	4	,338	10,787	,000
	Within Groups	,626	20	,031		
	Total	1,977	24			
BARU_NEMATODA_AKAR	Between Groups	3,348	4	,837	3,933	,021
	Within Groups	3,406	16	,213		
	Total	6,754	20			
BARU_NEMATODA_TANAH	Between Groups	3,868	4	,967	6,782	,001
	Within Groups	2,852	20	,143		
	Total	6,721	24			

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Selisih_JumlahDaun	Between Groups	598,960	4	149,740	2,745	,057
	Within Groups	1091,200	20	54,560		
	Total	1690,160	24			
Baru_Selisih_Tinggi	Between Groups	,349	4	,087	1,378	,277
	Within Groups	1,267	20	,063		
	Total	1,616	24			



4E. UJI LSD (*Least Significance Different*)

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Jenis_Perlakuan	(J) Jenis_Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
BB_Tajuk	Formulasi A	Formulasi B	10,200*	2,871	,002	4,21	16,19
		Formulasi C	12,400*	2,871	,000	6,41	18,39
		Formulasi D	7,800*	2,871	,013	1,81	13,79
		Kontrol Positif	16,600*	2,871	,000	10,61	22,59
	Formulasi B	Formulasi A	-10,200*	2,871	,002	-16,19	-4,21
		Formulasi C	2,200	2,871	,452	-3,79	8,19
		Formulasi D	-2,400	2,871	,413	-8,39	3,59
		Kontrol Positif	6,400*	2,871	,037	,41	12,39
	Formulasi C	Formulasi A	-12,400*	2,871	,000	-18,39	-6,41
		Formulasi B	-2,200	2,871	,452	-8,19	3,79
		Formulasi D	-4,600	2,871	,125	-10,59	1,39
		Kontrol Positif	4,200	2,871	,159	-1,79	10,19
	Formulasi D	Formulasi A	-7,800*	2,871	,013	-13,79	-1,81
		Formulasi B	2,400	2,871	,413	-3,59	8,39
		Formulasi C	4,600	2,871	,125	-1,39	10,59
		Kontrol Positif	8,800*	2,871	,006	2,81	14,79

Kontrol Positif	Formulasi A	-16,600*	2,871	,000	-22,59	-10,61	
	Formulasi B	-6,400*	2,871	,037	-12,39	-,41	
	Formulasi C	-4,200	2,871	,159	-10,19	1,79	
	Formulasi D	-8,800*	2,871	,006	-14,79	-2,81	
BK_Tajuk	Formulasi A	Formulasi B	2,400*	,764	,005	,81	3,99
		Formulasi C	2,600*	,764	,003	1,01	4,19
		Formulasi D	2,000*	,764	,017	,41	3,59
		Kontrol Positif	3,800*	,764	,000	2,21	5,39
	Formulasi B	Formulasi A	-2,400*	,764	,005	-3,99	-,81
		Formulasi C	,200	,764	,796	-1,39	1,79
		Formulasi D	-,400	,764	,606	-1,99	1,19
		Kontrol Positif	1,400	,764	,082	-,19	2,99
	Formulasi C	Formulasi A	-2,600*	,764	,003	-4,19	-1,01
		Formulasi B	-,200	,764	,796	-1,79	1,39
		Formulasi D	-,600	,764	,442	-2,19	,99
		Kontrol Positif	1,200	,764	,132	-,39	2,79
	Formulasi D	Formulasi A	-2,000*	,764	,017	-3,59	-,41
		Formulasi B	,400	,764	,606	-1,19	1,99
		Formulasi C	,600	,764	,442	-,99	2,19
		Kontrol Positif	1,800*	,764	,029	,21	3,39
Kontrol Positif	Formulasi A	-3,800*	,764	,000	-5,39	-2,21	
	Formulasi B	-1,400	,764	,082	-2,99	,19	
	Formulasi C	-1,200	,764	,132	-2,79	,39	

		Formulasi D	-1,800*	,764	,029	-3,39	-,21
Jumlah_Daun	Formulasi A	Formulasi B	11,800*	4,957	,027	1,46	22,14
		Formulasi C	10,200	4,957	,053	-,14	20,54
		Formulasi D	3,600	4,957	,476	-6,74	13,94
		Kontrol Positif	15,800*	4,957	,005	5,46	26,14
	Formulasi B	Formulasi A	-11,800*	4,957	,027	-22,14	-1,46
		Formulasi C	-1,600	4,957	,750	-11,94	8,74
		Formulasi D	-8,200	4,957	,114	-18,54	2,14
		Kontrol Positif	4,000	4,957	,429	-6,34	14,34
	Formulasi C	Formulasi A	-10,200	4,957	,053	-20,54	,14
		Formulasi B	1,600	4,957	,750	-8,74	11,94
		Formulasi D	-6,600	4,957	,198	-16,94	3,74
		Kontrol Positif	5,600	4,957	,272	-4,74	15,94
Formulasi D	Formulasi A	-3,600	4,957	,476	-13,94	6,74	
	Formulasi B	8,200	4,957	,114	-2,14	18,54	
	Formulasi C	6,600	4,957	,198	-3,74	16,94	
	Kontrol Positif	12,200*	4,957	,023	1,86	22,54	
Kontrol Positif	Formulasi A	-15,800*	4,957	,005	-26,14	-5,46	
	Formulasi B	-4,000	4,957	,429	-14,34	6,34	
	Formulasi C	-5,600	4,957	,272	-15,94	4,74	
	Formulasi D	-12,200*	4,957	,023	-22,54	-1,86	
Tinggi_Bibit	Formulasi A	Formulasi B	,8000	2,6571	,766	-4,743	6,343
		Formulasi C	-1,5400	2,6571	,569	-7,083	4,003

		Formulasi D	,4800	2,6571	,858	-5,063	6,023
		Kontrol Positif	4,8200	2,6571	,085	-,723	10,363
Formulasi B		Formulasi A	-8,000	2,6571	,766	-6,343	4,743
		Formulasi C	-2,3400	2,6571	,389	-7,883	3,203
		Formulasi D	-,3200	2,6571	,905	-5,863	5,223
		Kontrol Positif	4,0200	2,6571	,146	-1,523	9,563
Formulasi C		Formulasi A	1,5400	2,6571	,569	-4,003	7,083
		Formulasi B	2,3400	2,6571	,389	-3,203	7,883
		Formulasi D	2,0200	2,6571	,456	-3,523	7,563
		Kontrol Positif	6,3600	2,6571	,027	,817	11,903
Formulasi D		Formulasi A	-,4800	2,6571	,858	-6,023	5,063
		Formulasi B	,3200	2,6571	,905	-5,223	5,863
		Formulasi C	-2,0200	2,6571	,456	-7,563	3,523
		Kontrol Positif	4,3400	2,6571	,118	-1,203	9,883
Kontrol Positif		Formulasi A	-4,8200	2,6571	,085	-10,363	,723
		Formulasi B	-4,0200	2,6571	,146	-9,563	1,523
		Formulasi C	-6,3600	2,6571	,027	-11,903	-,817
		Formulasi D	-4,3400	2,6571	,118	-9,883	1,203
Daun_Awal	Formulasi A	Formulasi B	3,400	1,642	,052	-,03	6,83
		Formulasi C	2,400	1,642	,159	-1,03	5,83
		Formulasi D	3,200	1,642	,065	-,23	6,63
		Kontrol Positif	3,200	1,642	,065	-,23	6,63
Formulasi B		Formulasi A	-3,400	1,642	,052	-6,83	,03

		Formulasi C	-1,000	1,642	,549	-4,43	2,43
		Formulasi D	-,200	1,642	,904	-3,63	3,23
		Kontrol Positif	-,200	1,642	,904	-3,63	3,23
	Formulasi C	Formulasi A	-2,400	1,642	,159	-5,83	1,03
		Formulasi B	1,000	1,642	,549	-2,43	4,43
		Formulasi D	,800	1,642	,631	-2,63	4,23
		Kontrol Positif	,800	1,642	,631	-2,63	4,23
	Formulasi D	Formulasi A	-3,200	1,642	,065	-6,63	,23
		Formulasi B	,200	1,642	,904	-3,23	3,63
		Formulasi C	-,800	1,642	,631	-4,23	2,63
		Kontrol Positif	,000	1,642	1,000	-3,43	3,43
	Kontrol Positif	Formulasi A	-3,200	1,642	,065	-6,63	,23
		Formulasi B	,200	1,642	,904	-3,23	3,63
		Formulasi C	-,800	1,642	,631	-4,23	2,63
		Formulasi D	,000	1,642	1,000	-3,43	3,43
Tinggi_Awal	Formulasi A	Formulasi B	-1,3800	1,9761	,493	-5,502	2,742
		Formulasi C	-2,5800	1,9761	,207	-6,702	1,542
		Formulasi D	-,8800	1,9761	,661	-5,002	3,242
		Kontrol Positif	1,8200	1,9761	,368	-2,302	5,942
	Formulasi B	Formulasi A	1,3800	1,9761	,493	-2,742	5,502
		Formulasi C	-1,2000	1,9761	,551	-5,322	2,922
		Formulasi D	,5000	1,9761	,803	-3,622	4,622
		Kontrol Positif	3,2000	1,9761	,121	-,922	7,322

	Formulasi C	Formulasi A	2,5800	1,9761	,207	-1,542	6,702
		Formulasi B	1,2000	1,9761	,551	-2,922	5,322
		Formulasi D	1,7000	1,9761	,400	-2,422	5,822
		Kontrol Positif	4,4000*	1,9761	,038	,278	8,522
	Formulasi D	Formulasi A	,8800	1,9761	,661	-3,242	5,002
		Formulasi B	-,5000	1,9761	,803	-4,622	3,622
		Formulasi C	-1,7000	1,9761	,400	-5,822	2,422
		Kontrol Positif	2,7000	1,9761	,187	-1,422	6,822
	Kontrol Positif	Formulasi A	-1,8200	1,9761	,368	-5,942	2,302
		Formulasi B	-3,2000	1,9761	,121	-7,322	,922
		Formulasi C	-4,4000*	1,9761	,038	-8,522	-,278
		Formulasi D	-2,7000	1,9761	,187	-6,822	1,422
BARU_NEMATODA_TOTAL	Formulasi A	Formulasi B	,30934	,19541	,129	-,0983	,7170
		Formulasi C	,21632	,19541	,281	-,1913	,6239
		Formulasi D	,72943*	,19541	,001	,3218	1,1371
		Kontrol Positif	-,31585	,19541	,122	-,7235	,0918
	Formulasi B	Formulasi A	-,30934	,19541	,129	-,7170	,0983
		Formulasi C	-,09302	,19541	,639	-,5006	,3146
		Formulasi D	,42008*	,19541	,044	,0125	,8277
		Kontrol Positif	-,62519*	,19541	,005	-1,0328	-,2176
	Formulasi C	Formulasi A	-,21632	,19541	,281	-,6239	,1913
		Formulasi B	,09302	,19541	,639	-,3146	,5006
		Formulasi D	,51310*	,19541	,016	,1055	,9207

		Kontrol Positif	-,53218*	,19541	,013	-,9398	-,1245
Formulasi D		Formulasi A	-,72943*	,19541	,001	-1,1371	-,3218
		Formulasi B	-,42008*	,19541	,044	-,8277	-,0125
		Formulasi C	-,51310*	,19541	,016	-,9207	-,1055
		Kontrol Positif	-1,04528*	,19541	,000	-1,4529	-,6377
Kontrol Positif		Formulasi A	,31585	,19541	,122	-,0918	,7235
		Formulasi B	,62519*	,19541	,005	,2176	1,0328
		Formulasi C	,53218*	,19541	,013	,1245	,9398
		Formulasi D	1,04528*	,19541	,000	,6377	1,4529
BARU_BB_AKAR	Formulasi A	Formulasi B	,21380	,13132	,119	-,0601	,4877
		Formulasi C	,41518*	,13132	,005	,1413	,6891
		Formulasi D	,34088*	,13132	,017	,0670	,6148
		Kontrol Positif	,61023*	,13132	,000	,3363	,8841
	Formulasi B	Formulasi A	-,21380	,13132	,119	-,4877	,0601
		Formulasi C	,20138	,13132	,141	-,0725	,4753
		Formulasi D	,12708	,13132	,345	-,1468	,4010
		Kontrol Positif	,39643*	,13132	,007	,1225	,6703
	Formulasi C	Formulasi A	-,41518*	,13132	,005	-,6891	-,1413
		Formulasi B	-,20138	,13132	,141	-,4753	,0725
		Formulasi D	-,07429	,13132	,578	-,3482	,1996
		Kontrol Positif	,19505	,13132	,153	-,0789	,4690
	Formulasi D	Formulasi A	-,34088*	,13132	,017	-,6148	-,0670
		Formulasi B	-,12708	,13132	,345	-,4010	,1468

		Formulasi C	,07429	,13132	,578	-,1996	,3482
		Kontrol Positif	,26935	,13132	,054	-,0046	,5433
	Kontrol Positif	Formulasi A	-,61023*	,13132	,000	-,8841	-,3363
		Formulasi B	-,39643*	,13132	,007	-,6703	-,1225
		Formulasi C	-,19505	,13132	,153	-,4690	,0789
		Formulasi D	-,26935	,13132	,054	-,5433	,0046
BARU_BK_AKAR	Formulasi A	Formulasi B	,20374	,11191	,084	-,0297	,4372
		Formulasi C	,39555*	,11191	,002	,1621	,6290
		Formulasi D	,36116*	,11191	,004	,1277	,5946
		Kontrol Positif	,70436*	,11191	,000	,4709	,9378
	Formulasi B	Formulasi A	-,20374	,11191	,084	-,4372	,0297
		Formulasi C	,19181	,11191	,102	-,0416	,4253
		Formulasi D	,15742	,11191	,175	-,0760	,3909
		Kontrol Positif	,50062*	,11191	,000	,2672	,7341
	Formulasi C	Formulasi A	-,39555*	,11191	,002	-,6290	-,1621
		Formulasi B	-,19181	,11191	,102	-,4253	,0416
		Formulasi D	-,03439	,11191	,762	-,2678	,1991
		Kontrol Positif	,30881*	,11191	,012	,0754	,5423
	Formulasi D	Formulasi A	-,36116*	,11191	,004	-,5946	-,1277
		Formulasi B	-,15742	,11191	,175	-,3909	,0760
		Formulasi C	,03439	,11191	,762	-,1991	,2678
		Kontrol Positif	,34320*	,11191	,006	,1098	,5766
	Kontrol Positif	Formulasi A	-,70436*	,11191	,000	-,9378	-,4709

		Formulasi B	-,50062*	,11191	,000	-,7341	-,2672
		Formulasi C	-,30881*	,11191	,012	-,5423	-,0754
		Formulasi D	-,34320*	,11191	,006	-,5766	-,1098
BARU_NEMATODA_AKAR	Formulasi A	Formulasi B	,02747	,30948	,930	-,6286	,6836
		Formulasi C	-,06377	,33692	,852	-,7780	,6505
		Formulasi D	,93563*	,29179	,006	,3171	1,5542
		Kontrol Positif	,51836	,30948	,113	-,1377	1,1744
	Formulasi B	Formulasi A	-,02747	,30948	,930	-,6836	,6286
		Formulasi C	-,09125	,35236	,799	-,8382	,6557
		Formulasi D	,90815*	,30948	,010	,2521	1,5642
		Kontrol Positif	,49089	,32623	,152	-,2007	1,1825
	Formulasi C	Formulasi A	,06377	,33692	,852	-,6505	,7780
		Formulasi B	,09125	,35236	,799	-,6557	,8382
		Formulasi D	,99940*	,33692	,009	,2852	1,7136
		Kontrol Positif	,58214	,35236	,118	-,1648	1,3291
	Formulasi D	Formulasi A	-,93563*	,29179	,006	-1,5542	-,3171
		Formulasi B	-,90815*	,30948	,010	-1,5642	-,2521
		Formulasi C	-,99940*	,33692	,009	-1,7136	-,2852
		Kontrol Positif	-,41726	,30948	,196	-1,0733	,2388
	Kontrol Positif	Formulasi A	-,51836	,30948	,113	-1,1744	,1377
		Formulasi B	-,49089	,32623	,152	-1,1825	,2007
		Formulasi C	-,58214	,35236	,118	-1,3291	,1648
		Formulasi D	,41726	,30948	,196	-,2388	1,0733

BARU_NEMATODA_TANAH	Formulasi A	Formulasi B	,42838	,23884	,088	-,0698	,9266
		Formulasi C	,16573	,23884	,496	-,3325	,6639
		Formulasi D	,66974*	,23884	,011	,1715	1,1679
		Kontrol Positif	-,48521	,23884	,056	-,9834	,0130
Formulasi B	Formulasi A	Formulasi A	-,42838	,23884	,088	-,9266	,0698
		Formulasi C	-,26265	,23884	,285	-,7609	,2356
		Formulasi D	,24136	,23884	,324	-,2568	,7396
		Kontrol Positif	-,91359*	,23884	,001	-1,4118	-,4154
Formulasi C	Formulasi A	Formulasi A	-,16573	,23884	,496	-,6639	,3325
		Formulasi B	,26265	,23884	,285	-,2356	,7609
		Formulasi D	,50401*	,23884	,048	,0058	1,0022
		Kontrol Positif	-,65094*	,23884	,013	-1,1491	-,1527
Formulasi D	Formulasi A	Formulasi A	-,66974*	,23884	,011	-1,1679	-,1715
		Formulasi B	-,24136	,23884	,324	-,7396	,2568
		Formulasi C	-,50401*	,23884	,048	-1,0022	-,0058
		Kontrol Positif	-1,15495*	,23884	,000	-1,6532	-,6567
Kontrol Positif	Formulasi A	Formulasi A	,48521	,23884	,056	-,0130	,9834
		Formulasi B	,91359*	,23884	,001	,4154	1,4118
		Formulasi C	,65094*	,23884	,013	,1527	1,1491
		Formulasi D	1,15495*	,23884	,000	,6567	1,6532

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

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) Jenis_Perlakuan	(J) Jenis_Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Selisih_JumlahDaun	Formulasi A	Formulasi B	8,400	4,672	,087	-1,34	18,14
		Formulasi C	7,800	4,672	,111	-1,94	17,54
		Formulasi D	,400	4,672	,933	-9,34	10,14
		Kontrol Positif	12,600*	4,672	,014	2,86	22,34
	Formulasi B	Formulasi A	-8,400	4,672	,087	-18,14	1,34
		Formulasi C	-,600	4,672	,899	-10,34	9,14
		Formulasi D	-8,000	4,672	,102	-17,74	1,74
		Kontrol Positif	4,200	4,672	,379	-5,54	13,94
	Formulasi C	Formulasi A	-7,800	4,672	,111	-17,54	1,94
		Formulasi B	,600	4,672	,899	-9,14	10,34
		Formulasi D	-7,400	4,672	,129	-17,14	2,34
		Kontrol Positif	4,800	4,672	,316	-4,94	14,54
	Formulasi D	Formulasi A	-,400	4,672	,933	-10,14	9,34
		Formulasi B	8,000	4,672	,102	-1,74	17,74
		Formulasi C	7,400	4,672	,129	-2,34	17,14
		Kontrol Positif	12,200*	4,672	,017	2,46	21,94

Kontrol Positif	Formulasi A	-12,600*	4,672	,014	-22,34	-2,86	
	Formulasi B	-4,200	4,672	,379	-13,94	5,54	
	Formulasi C	-4,800	4,672	,316	-14,54	4,94	
	Formulasi D	-12,200*	4,672	,017	-21,94	-2,46	
Baru_Selisih_Tinggi	Formulasi A	Formulasi B	,23966	,15920	,148	-,0924	,5717
	Formulasi C	,14167	,15920	,384	-,1904	,4737	
	Formulasi D	,11182	,15920	,491	-,2203	,4439	
	Kontrol Positif	,34866*	,15920	,041	,0166	,6807	
Formulasi B	Formulasi A	-,23966	,15920	,148	-,5717	,0924	
	Formulasi C	-,09798	,15920	,545	-,4301	,2341	
	Formulasi D	-,12784	,15920	,431	-,4599	,2042	
	Kontrol Positif	,10900	,15920	,501	-,2231	,4411	
Formulasi C	Formulasi A	-,14167	,15920	,384	-,4737	,1904	
	Formulasi B	,09798	,15920	,545	-,2341	,4301	
	Formulasi D	-,02986	,15920	,853	-,3619	,3022	
	Kontrol Positif	,20698	,15920	,208	-,1251	,5391	
Formulasi D	Formulasi A	-,11182	,15920	,491	-,4439	,2203	
	Formulasi B	,12784	,15920	,431	-,2042	,4599	
	Formulasi C	,02986	,15920	,853	-,3022	,3619	
	Kontrol Positif	,23684	,15920	,152	-,0952	,5689	
Kontrol Positif	Formulasi A	-,34866*	,15920	,041	-,6807	-,0166	

Formulasi B	-,10900	,15920	,501	-,4411	,2231
Formulasi C	-,20698	,15920	,208	-,5391	,1251
Formulasi D	-,23684	,15920	,152	-,5689	,0952

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



LAMPIRAN 5.

Matriks Penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian
Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit Dan Rizobakteri terhadap Populasi Nematoda <i>Pratylenchus Coffeae</i> Pada Bibit Kopi Robusta (<i>Coffea Canephora</i>) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks	<p>Kopi menjadi komoditi penting dalam perdagangan internasional sejak abad ke-19. Kebutuhan kopi di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan (Santosa <i>et al.</i>, 2016). Data <i>International Coffee Organization</i> (ICO) tahun 2016/2017 menunjukkan bahwa Indonesia menjadi negara dengan konsumsi kopi terbesar keenam di dunia yaitu mencapai 4,6 juta kemasan 60 kg.</p> <p>Peningkatan jumlah konsumsi kopi haruslah diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi kopi. Peningkatan jumlah produksi kopi didukung oleh peningkatan luas perkebunan kopi penerapan teknik budidaya tanaman (Sianturi dan Wachjar, 2016).</p> <p>Adanya serangan hama dan penyakit merupakan salah satu faktor pembatas dalam keberhasilan tanaman untuk tumbuh optimal. Serangan hama dan penyakit dapat terjadi pada benih, bibit, dan tanaman di lapang (Suharti <i>et al.</i>, 2015). Penyebab penyakit pada</p>	<p>Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:</p> <p>a. Apakah aplikasi formulasi bionematisida cair berbahan aktif bakteri endofit dan rizobakteri efektif mengendalikan populasi nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> serta meningkatkan pertumbuhan</p>	<p>1. Variabel Bebas</p> <p>Formulasi cair bakteri endofit (SK14 (<i>Bacillus subtilis</i>), SK7 (<i>Bacillus sp.</i>), KB¼ (<i>Bacillus sp.</i>)) dan rizobakteri (<i>Pseudomonas diminuta</i>) yang diinokulasi dalam bibit kopi robusta.</p> <p>2. Variabel Terikat</p> <p>Jumlah daun, tinggi tanaman (cm), berat basah tajuk, berat kering tajuk, berat basah</p>	<p>1. Data Primer : Diperoleh dari hasil percobaan selama 4 bulan yang meliputi pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun setiap dua minggu sekali serta pengamatan saat panen 4 bulan.</p> <p>2. Data Sekunder: Diperoleh dari jurnal-jurnal dan buku-buku obline maupun offline</p>	<p>1. Jenis Penelitian</p> <p>Penelitian eksperimental dan dilanjutkan dengan pembuatan buku non teks.</p> <p>2. Tempat Penelitian</p> <p>Formulasi bakteri endofit dan Rizobakteri serta persiapan Media dilaksanakan di Laboratorium GeMBio (Genetika Mikrobiologi Bioteknologi) Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember. Persiapan nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dilaksanakan di laboratorium Perumahan Istana Tidar, sedangkan inokulasi nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> dan bionematisida cair dengan bakteri endofit dan rizobakter dilakukan di <i>Green House</i></p>

	<p>tanaman kopi yang akhir-akhir ini mejadi fokus para peneliti untuk dilakukan pengendalian yaitu nematoda parasit.</p> <p>Upaya pengendalian nematoda parasit yang saat ini banyak digunakan oleh petani yaitu nematisida sintetik namun kurang efektif karena memberikan beberapa dampak negatif seperti pencemaran lingkungan, berbahaya bagi kesehatan, dan matinya organisme bukan target (Harni, 2016). Maka perlu dicari komponen pengendalian hama terpadu (PHT) yang aman, efektif, dan murah untuk menyusun pengelolaan OPT pada tanaman perkebunan. Metode pengendalian biologi dan non-kimiawi saat ini banyak dikembangkan untuk komoditas perkebunan. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme.</p> <p>Mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati yaitu berupa bakteri endofit yang dikolaborasikan dengan rizobakteri. Penelitian pengendalian nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> pada tanaman kopi sebelumnya telah dilakukan. Peneliti sebelumnya telah memperoleh hasil dimana kombinasi bakteri endofit dan rizobakteri dapat menekan populasi nematoda <i>P. coffeae</i> dengan persentase penekanan sebesar 72,85%. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu jenis bakteri yang digunakan terdiri dari empat</p>	<p>tanaman kopi robusta (<i>Coffeae canephora</i>)?</p> <p>b. Apakah buku nonteks dari hasil penelitian ini layak digunakan sebagai media informasi?</p>	<p>akar, intensitas kerusakan akar, jumlah nematoda dalam tanah, dan jumlah nematoda dalam akar .</p> <p>3. Variabel Kontrol</p> <p>Variabel yang diperlakukan sama dalam penelitian ini yaitu:</p> <p>e. Media tanam yang digunakan berasal dari pasir, tanah, dan kompos dengan perbandingan yang sama yaitu 1 : 1 : 1</p> <p>f. Bibit kopi yang digunakan berumur 3 bulan yang berasal dari perkebunan</p>		<p>Perumahan Istana Tidar, Jember.</p> <p>3. Waktu Penelitian</p> <p>Penelitian ini dimulai pada Oktober 2019 – Maret 2020.</p> <p>4. Alat dan Bahan</p> <p>Alat yang digunakan meliputi gunting, blender, gelas ukur (10 ml dan 50 ml), gelas beker (500 ml dan 1000 ml), saringan (250 µm, 100 µm, dan 50 µm), sentrifuge, mikroskop, pot plastik, cawan plastik, labu erlenmeyer, mikropipet 1 ml, mikropipet 5-50 µl, jarum ose, botol semprot, pemanas bunsen, kompor listrik, pengaduk, oven, kaca benda dan kaca penutup, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, pH meter, termohigrometer, saringan 40 mesh.</p> <p>Bahan yang digunakan meliputi bibit kopi robusta yang berumur 3 bulan, isolat bakteri <i>Pseudomonas diminuta</i>,</p>
--	---	--	--	--	---

	<p>bakteri yang dikolaborasikan dengan dosis yang berbeda. Dengan demikian penelitian ini diharapkan mampu memberikan formulasi dosis bakteri yang tepat sehingga mampu memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan kopi maupun mengurangi populasi nematoda <i>P. coffeae</i>.</p> <p>Pengetahuan masyarakat mengenai bionematisida cair dengan kandungan bakteri endofit dan rizobakteri untuk mengendalikan nematoda <i>P. coffeae</i> pada tanaman kopi, khususnya kopi robusta masih sangat sedikit. Sehingga masyarakat luas masih banyak menggunakan bionematisida sintetik untuk mengendalikan nematoda parasit. Oleh karena itu diperlukan sumber informasi yang dapat menjangkau semua kalangan masyarakat secara luas yaitu dalam bentuk buku nonteks.</p> <p>Berdasarkan latar belakang diatas, dilakukanlah penelitian yang berjudul “Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter untuk Mengendalikan Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> pada Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffeae canephora</i>) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks”.</p>		<p>kopi warga di Desa Klungkung, Kabupaten Jember, Jawa Timur</p> <p>g. Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> yang digunakan berasal dari ekstrak akar tanaman kopi robusta yang diambil dari perkebunan kopi warga di Desa Klungkung, Kabupaten Jember, Jawa Timur</p> <p>h. Air yang digunakan untu menyiram bibit kopi berasal dari sumber yang sama.</p>		<p>bakteri SK 14 (<i>Bacillus subtilis</i>), bakteri SK 7 (<i>Bacillus sp.</i>), bakteri KB ¼ (<i>Bacillus sp.</i>), nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>, medium <i>Nutrien agar</i>, medium tanam, aquadest, air, alkohol 70%, alumunium foil, kertas kayu, karet, kertas label, kapas, dan tissue.</p> <p>Prosedur Penelitian:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Tahap persiapan 2) Penanaman bibit kopi robusta 3) Pelabelan pada pot tanaman 4) Ekstraksi Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> 5) Perhitungan nematoda untuk aplikasi 6) Inokulasi <i>Pratylenchus coffeae</i> dan formulasi bakteri endofit dan rizobakter 7) Pemeliharaan Tanaman uji 8) Pengamatan <p>5. Analisis Data Penelitian</p> <p>Analisis data yang digunakan adalah analisis data berupa Uji ANOVA dengan taraf signifikan 95% menggunakan SPSS versi 23</p>
--	--	--	---	--	--

LAMPIRAN 6.

Kegiatan Penelitian

 <p>Pengambilan sampel akar yang terinfeksi</p>	 <p>Persiapan Media Tanam dan Bibit Kopi</p>	 <p>Pembuatan label</p>
 <p>Proses pelabelan pada tiap pot</p>	 <p>Tahap Ekstraksi akar untuk inokulasi</p>	 <p>Tahap Ekstraksi akar untuk inokulasi</p>
 <p>Tahap Ekstraksi akar untuk inokulasi</p>	 <p>Tahap Ekstraksi akar untuk inokulasi</p>	 <p>Perhitungan Nematoda untuk inokulasi</p>
 <p>Penyimpanan Nematoda setelah perhitungan</p>	 <p>Pengamatan tinggi tanaman dan Jumlah daun</p>	 <p>Pemanenan setelah 4 bulan perlakuan</p>

		
<p>Pencucian akar saat pemanenan</p>	<p>Pengemasan sampel tanah (200gram)</p>	<p>Penimbangan sampel tanah</p>
		
<p>Pengukuran pH Tanah di setiap pot</p>	<p>Pengukuran suhu dan kelembaban udara</p>	<p>Penskoran akar untuk penentuan IK</p>
		
<p>Penimbangan berat kering dan Berat basah</p>	<p>Penimbangan berat basah sampel akar</p>	<p>Pengambilan 10 ml sampel untuk dihitung</p>
		
<p>Perhitungan nematoda setelah Formulasi</p>	<p>Pengendalian hama dengan metode sanitasi</p>	<p>Penyiraman tanaman setiap hari</p>

LAMPIRAN 6. SURAT REKOMENDASI VALIDASI



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

SURAT REKOMENDASI SEBAGAI VALIDATOR

Yang bertanda tangan di bawah ini saya selaku Dosen Pembimbing skripsi mahasiswa:

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Program Studi : Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit Dan Rizobakteri Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks

Selanjutnya untuk melengkapi Instrumen dalam penelitian tersebut diperlukan validator untuk memvalidasi Instrumen-Instrumen tersebut, karena itu saya merekomendasikan bapak/ibu agar kiranya berkenan sebagai validator *):

No	Nama Validator	Bidang/Ahli
1.	Ankardiansyah Pandu Pradana, S.P., M.Si	Ahli Materi
2.	Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd.	Ahli Media

Demikian atas bantuan dan kerjasama yang baik bapak/ibu disampaikan terimakasih.

Jember, 25 Juni 2020
Dosen Pembimbing Utama,

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

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 : masing-masing untuk Kombi, Dosen Pembimbing dan, Mahasiswa.

*) Segala yang terkait dengan akomodasi validator ditanggung mahasiswa yang bersangkutan.

LAMPIRAN 7. HASIL VALIDASI BUKU NONTEKS

6.1 Hasil Validasi Oleh Validator Ahli Materi

LEMBAR VALIDATOR BUKU NONTEKS
OLEH VALIDATOR MATERI

1

I. Identitas Peneliti

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit Dan Rizobakteri Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks".

Untuk mencapai tujuan tersebut, dengan hormat peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam penilaian buku nonteks sebagai produk akhir dari penelitian, dengan mengisi lembar penilaian buku nonteks dalam keadaan yang sebenar-benarnya. Kerahasiaan identitas maupun hasil penilaian yang telah diberikan akan dijamin sesuai kode etik penelitian. Peneliti menyampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian untuk mengisi lembar penilaian buku nonteks. Penilaian, termasuk kritik dan saran, sangat peneliti harapkan demi menciptakan produk pendidikan yang layak untuk dipublikasikan.

Hormat Kami
Peneliti

III. Identitas Validator

Nama : Ankardiansyah Pandu Pradana, S.P., M.Si.
Alamat : Perumahan Istana Tidar, Blok B5 No 07, Jl. Kaliurang, Kec.
Sumpalsari, Kab. Jember, Jawa Timur - 68124
No. Telp. / HP : 085747307692
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Pekerjaan : Dosen

IV. Petunjuk Penilaian

1. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang nilainya telah disediakan
2. Apabila ada tambahan penilaian yang tidak bisa dideskripsikan di dalam kolom penilaian, revisi atas perbaikan dapat ditulis di bagian komentar umum dan Saran yang terdapat di bagian akhir penilaian



V. Keterangan Skor Penilaian

No.	Skor	Kriteria	Rubrik Penilaian
1	4	Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk buku nonteks
2	3	Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk buku nonteks
3	2	Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan/ banyak dengan produk buku nonteks
4	1	Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk buku nonteks

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

VI. Kriteria Validasi

No.	Skor	Kriteria	Keterangan
1	81,25%–100%	Sangat Layak	Produk siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan di lapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.
2	62,50%–81,24%	Layak	Produk layak, dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan melakukan pertimbangan - pertimbangan tertentu. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	43,75%–62,49%	Kurang Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00%–43,74%	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

VII. Instrumen Penilaian**A. Komponen Kelayakan Isi**

Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
A. Cakupan Materi	1. Kejelasan tujuan penyusunan buku				✓
	2. Cakupan materi berdasarkan tujuan penyusunan buku			✓	
	3. Kedalaman materi berdasarkan tujuan penyusunan buku		✓		

Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
	4. Kejelasan materi				✓
B. Akurasi Materi	5. Akurasi fakta dan data			✓	
	6. Akurasi konsep/teori				✓
	7. Akurasi gambar/ilustrasi				✓
C. Kemutakhiran Materi	8. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan terbaru		✓		
	9. Adanya contoh-contoh yang mutakhir dari lingkungan lokal/nasional			✓	
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Isi		30			

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

B. Komponen Kelayakan Penyajian

Komponen	Butir	Skor			
		1	2	3	4
Teknik Penyajian	10. Konsistensi sistematika sajian	✓			
	11. Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep				✓
Pendukung Penyajian Materi	12. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓
	13. Adanya pembangkit motivasi pembaca				✓
	14. Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar		✓		
Jumlah Skor Komponen Kelayakan Penyajian		15			
JUMLAH SKOR KESELURUHAN DIPEROLEH		45			

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)



NILAI KELAYAKAN BUKU (MEDIA)	$= \frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$ $= (45 / 56) \times 100\%$ $= 80,35 \%$
---	--

VIII. Komentar Umum

Buku "Potensi Mikroorganisme Dalam Pengendalian Hayati" disusun dengan baik dan terstruktur. Bab dan sub-bab disusun dengan runut. Kemudian, bahasa yang digunakan juga sangat mudah dipahami oleh khalayak umum. Namun demikian buku yang menuliskan informasi tentang pengendalian hayati secara konvensional sudah cukup banyak, akan lebih bagus jika penulis menambahkan mode of actions agens hayati ditinjau dari sisi molekuler.

Perlu dipertimbangkan penggunaan kata "agens" dibandingkan kata "agen". Perbedaan arti kata tersebut dapat dicek pada KBBI. Pada umumnya kata "agens" lebih umum digunakan dibandingkan dengan "agen".

IX. Saran

Secara umum saran perbaikan sudah dituliskan langsung pada file PDF yang dilampirkan. Point-point yang perlu diperhatikan oleh penulis adalah:

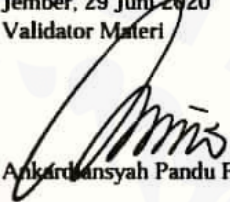
- > konsistensi penulisan (terutama pustaka)
- > saya mendapatibanyak sekali inkonsistensi dalam penggunaan huruf kapital dan non-kapital. Akan sangat baik jika dikonsistenkan
- > ganti kata "bar code" menjadi "QR code"
- > setiap nama genus wajln ditulis secara *italic*
- > penulisan genus *Pseudomonas* agar diperbaiki, hampir seluruh nama *Pseudomonas* di buku salah tulis

X. Simpulan Akhir

Jika dilihat dari semua aspek yang telah dinilai, apakah buku ini sudah layak untuk digunakan sebagai bahan bacaan oleh masyarakat umum?

- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | Sangat Layak |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Layak |
| <input type="checkbox"/> | Kurang Layak |
| <input type="checkbox"/> | Tidak Layak |

Jember, 29 Juni 2020
Validator Materi


Anka Rullyansyah Pandu Pradana, S.P., M.Si.

6.2 Hasil Validasi Oleh Validator Ahli Media

LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS OLEH VALIDATOR MEDIA

I. Identitas Peneliti

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit Dan Rizobakteri Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* Pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks".

Untuk mencapai tujuan tersebut, dengan hormat peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam penilaian buku nonteks sebagai produk akhir dari penelitian, dengan mengisi lembar penilaian buku nonteks dalam keadaan yang sebenar-benarnya. Kerahasiaan identitas maupun hasil penilaian yang telah diberikan akan dijamin sesuai kode etik penelitian. Peneliti menyampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian untuk mengisi lembar penilaian buku nonteks. Penilaian, termasuk kritik dan saran, sangat peneliti harapkan demi menciptakan produk pendidikan yang layak untuk dipublikasikan.

Hormat Kami
Peneliti

I. Identitas Validator

Nama : Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd
Alamat : Puri Bunga Nirwana Cluster Menteng E-19
No. Telp. / HP : 081249699749
Jenis Kelamin : Perempuan
Pekerjaan : Dosen

II. Petunjuk Penilaian

1. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (v) pada kolom yang nilainya telah disediakan
2. Apabila ada tambahan penilaian yang tidak bisa dideskripsikan di dalam kolom penilaian, revisi atas perbaikan dapat ditulis di bagian komentar umum dan Saran yang terdapat di bagian akhir penilaian

III. Keterangan Skor Penilaian

No.	Skor	Kriteria	Rubrik Penilaian
1	4	Sangat Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sangat sesuai dan tidak ada kekurangan dengan produk buku nonteks
2	3	Baik	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai sesuai, meski ada sedikit kekurangan dengan produk buku nonteks
3	2	Cukup	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit kekurangan dan/ banyak dengan produk buku nonteks
4	1	Kurang	Jika masing-masing item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan ada kekurangan dengan produk buku nonteks

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

IV. Kriteria Validasi

No.	Skor	Kriteria	Keterangan
1	81,25% – 100%	Sangat Layak	Produk siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan di lapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.
2	62,50% – 81,24%	Layak	Produk layak, dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan melakukan pertimbangan - pertimbangan tertentu. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	43,75% – 62,49%	Kurang Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00% – 43,74%	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

V. Instrumen Penilaian

Komponen Kelayakan Keagrafikan

KOMPONEN	BUTIR	SKOR			
		1	2	3	4
A. Artistik dan Estetika	1. Komposisi item sesuai dengan tujuan penyusunan buku				√
	2. Proporsi penggunaan teks dan grafis			√	
	3. Keserasian teks dan grafis			√	
	4. Kemenarikan sajian atau <i>layout</i> dan tata letak				√
	5. Kemenarikan pemilihan warna			√	
B. Fungsi Keseluruhan	6. Kemampuan buku dalam mengembangkan pengetahuan pembaca				√
	7. Kemampuan buku dalam menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap				√

	pembaca				
	8. Nilai Informatif buku bagi pembaca			v	
JUMLAH SKOR KESELURUHAN					28

NILAI KELAYAKAN BUKU (MEDIA)	=	$\frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$	$\frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	=	$\frac{32}{32} \times 100\%$	$\frac{32}{32} \times 100\%$
	=	87,5 %	

VI. Komentar Umum

Secara umum buku sudah baik dan mendorong pembaca untuk termotivasi untuk membacanya, hanya perlu sedikit perbaikan teknis untuk lebih menyempurnakan potensi buku ini agar sesuai dengan tujuan pembuatan buku seperti yang diharapkan oleh penulis.

VII. Saran

- Pada bagian Cover kekontrasan antara tulisan nama dan warna background kurang kontras, jadi pada bagian nama masih samar-samar.
- Pada bagian "tahukah kamu" huruf D bagian awal kalimat terpotong, diperbaiki, jika memungkinkan bisa saja katanya tidak menggunakan "Di" tetapi ganti dengan "Pada". Terkait juga pada bagian ini, perhatikan juga penggunaan block atau cetak tebal. Masih di bagian ini, pada kata casee fatality rate silahkan di buat italic karena merupakan bahasa asing.
- Mengenai gambar
 1. Gambar sebaiknya menggunakan foto-foto hasil penelitian sendiri, ini lebih di rekomendasikan
 2. Gambar diberi keterangan angka misalnya Gambar 1. Gambar 2. Gambar 3. Dst
 3. Pada gambar yang menggunakan foto/gambar milik orang lain langsung saja sitasinya seperti sitasi pada umumnya misalnya Wijayakusuma, 2011 tidak perlu dimunculkan linknya. Link bisa dimunculkan di daftar rujukan.
 4. Gambar jangan berdiri sendiri, artinya Gambar tersebut tiba-tiba muncul. Bert pengantar di kalimat sebelum atau setelah gambar misalnya *Telenomus rowan* adalah bla bla bla... Untuk memahami tentang *Telenomus rowan* maka disajikan gambar dari individu tersebut pada Gambar 1. Misalnya demikian, jadi jangan tiba-tiba ada gambar muncul tanpa ada pengantar

kalimat di paragraf sebelumnya atau sesudahnya yang mengantarkan Gambar yang ada.

5. Jika menyajikan gambar lebih dari 1 maka keterangan gambarnya bisa di sebutkan Gambar 4a. Gambar 4b.
 6. Pemberian nomor hendaknya berurutan dai Gambar 1 sampai gambar ke-n, atau jika disatukan dengan Bab biasanya Gambar 1.1. Gambar 2.1 Gambar 3.1 dst, ini berlaku untuk semua gambar di dalam buku. Sehingga tidak ada gambar yang memiliki nomor yang sama.
- Tabel juga diberi nomor yang berurutan yaitu dari Tabel 1 hingga Tabel ke-n. Kemudian biasanya Tabel menggunakan penomoran bukan Abjad, coba di cek kembali di tata cara penulisan Tabel pada Buku Ilmiah.
 - Pada halaman 11 terkait gambar info menarik silahkan hilangkan kotak hitamnya, sepertinya lebih menarik jika tanpa menggunakan kotak hitam. Begitu juga di halaman-halaman yang lain terkait info menarik.
 - Halaman 21 silahkan di lihat pada bagian gambar interaksi, perbaiki gambar agar lebih mudah di baca oleh pembaca buku dan jangan lupa beri keterangan gambar.
 - Halaman kosong pada halaman 29 untuk apa?
 - Gambar pada halaman 50, 51 belum ada keterangan gambarnya.

VIII. Simpulan Akhir

Jika dilihat dari semua aspek yang telah dinilai, apakah buku ini sudah layak untuk digunakan sebagai bahan bacaan oleh masyarakat umum?

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

Jember, 02 Juli 2020
Validator Media



Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd.

6.3 Hasil Validasi Oleh Validator Target Pembaca 1

LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS OLEH TARGET PEMBACA (RESPONDEN)

I Identitas Peneliti

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks".

Untuk mencapai tujuan tersebut, dengan hormat peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam penilaian buku nonteks sebagai produk akhir dari penelitian, dengan mengisi lembar penilaian buku nonteks dalam keadaan yang sebenar-benarnya. Kerahasiaan identitas maupun hasil penilaian yang telah diberikan akan dijamin sesuai kode etik penelitian. Peneliti menyampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian untuk mengisi lembar penilaian buku nonteks. Penilaian, termasuk kritik dan saran, sangat peneliti harapkan demi menciptakan produk pendidikan yang layak untuk dipublikasikan.

Hormat kami,
Peneliti

III Identitas Responden

Nama : Ana Miftahul Janah
Alamat : Dusun Pandan, RT 1 RW 6 Desa Kembritan Kecamatan
Genteng Kabupaten Banyuwangi
No. Telp. / HP : 085334354308
Jenis Kelamin : Perempuan
Usia : 22 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa

IV. Petunjuk Penilaian

1. Penilaian dilakukan dengan melingkari salah satu dari empat pilihan skor yang terdapat di kolom penilaian
2. Skor penilaian terdiri atas empat rentang skor, yaitu: 4, 3, 2, dan 1, dimana 4 adalah sangat baik, 3 adalah baik, 2 adalah cukup, dan 1 adalah kurang baik

3. Apabila ada tambahan penilaian yang tidak bisa dideskripsikan di dalam kolom penilaian, dapat ditulis di bagian Komentar Umum dan Saran yang terdapat di bagian akhir lembar penilaian

V. Kriteria Validasi

No.	Skor	Kriteria	Keterangan
1	81,25%–100%	Sangat Layak	Produk siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan di lapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.
2	62,50%–81,24%	Layak	Produk layak, dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan melakukan pertimbangan - pertimbangan tertentu. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	43,75%–62,49%	Kurang Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00%–43,74%	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

VI. Instrumen Penilaian

NO.	URAIAN	SKOR
A. KETENTUAN DASAR		
1	Mencantumkan nama pengarang atau penulis, dan editor (apabila ada)	4 3 2 1
2	Judul mewakili isi keseluruhan buku	4 3 2 1
3	Mencantumkan penerbit atau instansi yang menaungi	4 3 2 1
B. SUBSTANSI		
1	Karangan mengandung unsur ilmiah	4 3 2 1
2	Informasi yang tercantum akurat dan berdasarkan fakta	4 3 2 1

3	Aktualisasi tidak mengikat	4	3	2	1
4	Bersifat obyektif	4	3	2	1
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademika, misal: hasil penelitian	4	3	2	1
6	Penulisan tidak terlalu kaku karena diselingi oleh fitur-fitur yang menarik	4	3	2	1

C. KOMPONEN BUKU

1	Terdapat bagian pendahuluan (prakata atau kata pengantar dan daftar isi)	4	3	2	1
2	Terdapat bagian isi atau materi	4	3	2	1
3	Terdapat bagian penutup (daftar pustaka, glosarium, dan profil penulis)	4	3	2	1

D. PENILAIAN MATERI/ISI BUKU

1	Materi/isi buku terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari	4	3	2	1
2	Materi/isi buku menyajikan <i>value-added</i>	4	3	2	1
3	Materi/isi buku memperkenalkan temuan baru	4	3	2	1
4	Materi/isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan	4	3	2	1
5	Materi/isi buku tidak menyinggung SARA, bias gender, serta pelanggaran HAM	4	3	2	1
6	Materi/isi buku disajikan secara runtut dan mudah dipahami	4	3	2	1
7	Materi/isi buku dapat mengembangkan kecakapan akademik	4	3	2	1
8	Materi/isi buku dapat menumbuhkan motivasi dan rasa ingin tahu	4	3	2	1
9	Materi/isi buku didukung oleh ilustrasi yang disajikan secara proporsional	4	3	2	1

10	Materi/Isi buku menggunakan istilah yang baku	4	3	2	1
11	Materi/Isi buku menggunakan bahasa dan ejaan yang tepat dan mudah dipahami	4	3	2	1

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

NILAI KELAYAKAN BUKU	= $\frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	= $90/92 \times 100\%$
	= 97,83 %

VII. Komentar Umum

Untuk keseluruhan isi buku sudah sangat baik, baik dari segi isi, desain buku dan muatannya. Hanya saja masih terdapat typo di beberapa kata.

VIII. Saran

Penulis bisa mengecek kembali isi dari buku dan memperbaiki kata-kata yang masih typo

IX. Simpulan Akhir

Jika dilihat dari semua aspek yang telah dinilai, apakah buku ini sudah layak untuk digunakan sebagai bahan bacaan oleh masyarakat umum?

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

26 Juni 2020


Ana Miftahul Janah

6.4 Hasil Validasi Oleh Validator Target Pembaca 2

**LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS
OLEH TARGET PEMBACA (RESPONDEN)****I Identitas Peneliti**

Nama : Ayu Nur Fitri
NIM : 160210103049
Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Efektivitas Formulasi Bionematisida Cair Berbahan Aktif Bakteri Endofit dan Rizobakter Terhadap Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks".

Untuk mencapai tujuan tersebut, dengan hormat peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam penilaian buku nonteks sebagai produk akhir dari penelitian, dengan mengisi lembar penilaian buku nonteks dalam keadaan yang sebenar-benarnya. Kerahasiaan identitas maupun hasil penilaian yang telah diberikan akan dijamin sesuai kode etik penelitian. Peneliti menyampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu dalam memberikan penilaian untuk mengisi lembar penilaian buku nonteks. Penilaian, termasuk kritik dan saran, sangat peneliti harapkan demi menciptakan produk pendidikan yang layak untuk dipublikasikan.

Hormat kami,
Peneliti

III Identitas Responden

Nama : Chintya Widayarsi
Alamat : Jalan Kalimantan 4 Bloc C Nomor 59, Sumbersari Kab. Jember
No. Telp. / HP : 085735988518
Jenis Kelamin : Perempuan
Usia : 22 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa

IV. Petunjuk Penilaian

1. Penilaian dilakukan dengan melingkari salah satu dari empat pilihan skor yang terdapat di kolom penilaian
2. Skor penilaian terdiri atas empat rentang skor, yaitu: 4, 3, 2, dan 1, dimana 4 adalah sangat baik, 3 adalah baik, 2 adalah cukup, dan 1 adalah kurang baik

3. Apabila ada tambahan penilaian yang tidak bisa dideskripsikan di dalam kolom penilaian, dapat ditulis di bagian Komentar Umum dan Saran yang terdapat di bagian akhir lembar penilaian

V. Kriteria Validasi

No.	Skor	Kriteria	Keterangan
1	81,25%–100%	Sangat Layak	Produk siap dimanfaatkan sebagai sumber bacaan di lapangan sebenarnya untuk masyarakat umum.
2	62,50%–81,24%	Layak	Produk layak, dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan melakukan pertimbangan - pertimbangan tertentu. Penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar dan tidak terlalu mendasar.
3	43,75%–62,49%	Kurang Layak	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00%–43,74%	Tidak Layak	Merevisi secara besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

VI Instrumen Penilaian

NO.	URAIAN	SKOR
A. KETENTUAN DASAR		
1	Mencantumkan nama pengarang atau penulls, dan editor (apabila ada)	4 3 2 1 ☆
2	Judul mewakili isi keseluruhan buku	4 3 2 1 ☆
3	Mencantumkan penerbit atau instansi yang menaungi	4 3 2 1 ☆
B. SUBSTANSI		
1	Karangan mengandung unsur ilmiah	4 3 2 1 ☆
2	Informasi yang tercantum akurat dan berdasarkan fakta	4 3 2 1 ☆

3	Aktualisasi tidak mengikat	4	3	2	1
			☆		
4	Bersifat obyektif	4	3	2	1
			☆		
5	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademika, misal: hasil penelitian	4	3	2	1
			☆		
6	Penulisan tidak terlalu kaku karena diselingi oleh fitur-fitur yang menarik	4	3	2	1
			☆		

C. KOMPONEN BUKU

1	Terdapat bagian pendahuluan (prakata atau kata pengantar dan daftar isi)	4	3	2	1
			☆		
2	Terdapat bagian isi atau materi	4	3	2	1
			☆		
3	Terdapat bagian penutup (daftar pustaka, glosarium, dan profil penulis)	4	3	2	1
			☆		

D. PENILAIAN MATERI/ISI BUKU

1	Materi/isi buku terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari	4	3	2	1
			☆		
2	Materi/isi buku menyajikan <i>value-added</i>	4	3	2	1
			☆		
3	Materi/isi buku memperkenalkan temuan baru	4	3	2	1
			☆		
4	Materi/isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan	4	3	2	1
			☆		
5	Materi/isi buku tidak menyinggung SARA, bias gender, serta pelanggaran HAM	4	3	2	1
			☆		
6	Materi/isi buku disajikan secara runtut dan mudah dipahami	4	3	2	1
			☆		
7	Materi/isi buku dapat mengembangkan kecakapan akademik	4	3	2	1
			☆		
8	Materi/isi buku dapat menumbuhkan motivasi dan rasa ingin tahu	4	3	2	1
			☆		
9	Materi/isi buku didukung oleh ilustrasi yang disajikan secara proporsional	4	3	2	1
			☆		

10	Materi/isi buku menggunakan istilah yang baku	4	3	2	1
			☆		
11	Materi/isi buku menggunakan bahasa dan ejaan yang tepat dan mudah dipahami	4	3	2	1
			☆		

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

NILAI KELAYAKAN BUKU	= $\frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	= $82/92 \times 100\%$
	= 89,13 %

VII. Komentar Umum

Buku ini sangat bermanfaat dan memberikan pengetahuan bagi pembacamengetahui mikroorganismen

VIII. Saran

Buku ini sudah cukup untuk materi, fitur-fitur, dan juga isinya

IX. Simpulan Akhir

Jika dilihat dari semua aspek yang telah dinilai, apakah buku ini sudah layak untuk digunakan sebagai bahan bacaan oleh masyarakat umum?

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

Kamis, 25 Juni 2020

Responden

Chintya Wuliyasari

Chintya Wuliyasari