



**POTENSI TUNGAU PREDATOR SEBAGAI AGEN
PENGENDALI HAYATI NEMATODA *Pratylenchus
coffea* Zimm. dan PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

SKRIPSI

Oleh:

**Chintya Widyasari
NIM 160210103053**

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2021**



**POTENSI TUNGAU PREDATOR SEBAGAI AGEN
PENGENDALI HAYATI NEMATODA *Pratylenchus
coffae* Zimm. dan PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

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:

**Chintya Widyasari
NIM 160210103053**

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

PERSEMBAHAN

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

1. Ayahanda tercinta Didit Agung Sunaryanto, ibunda tercinta Warsinah, nenek tercinta Hj. Siti Khotijah, kakak kandung Ervan May, kakak ipar Meilian dan adik tersayang Shelea Angellica yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan penuh, semangat, dan doa tanpa henti yang selalu dipanjatkan untuk kesuksesan saya;
2. Guru-guru saya yang terhormat: SDN 1 Jombang, SMPN 1 Kencong, dan SMAN Yososwilangun serta Dosen-dosen Pendidikan Biologi, yang telah membimbing dan memberikan ilmunya dengan ikhlas kepada saya;
3. Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember, yang menjadi kebanggaan dan akan selalu melekat di dalam hati selamanya sebagai bagian dari perjalanan saya mencari ilmu.

MOTTO

Kesempatan bukanlah hal yang kebetulan kamu harus menciptakannya (Chris Grosser)*.

Selalu tampak tidak mungkin, hingga selesai dikerjakan (Nelson Mandela)*.



*Charless Duhig. 2013. *Smarter Faster Better*. New York: Random House Trade

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chintya Widyasari

NIM : 160210103053

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit *Pratylenchus coffeae* Zimm. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah 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 dijunjung tinggi.

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

Jember, 5 Januari 2021
Yang menyatakan,

Chintya Widyasari
NIM 160210103053

SKRIPSI

**POTENSI TUNGAU PREDATOR SEBAGAI AGEN
PENGENDALI HAYATI NEMATODA *Pratylenchus
coffae* Zimm. dan PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

Oleh

**Chintya Widiasari
NIM 160210103053**

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Dra. Jekti Prihatin, M. Si

PERSETUJUAN

**POTENSI TUNGAU PREDATOR SEBAGAI AGEN
PENGENDALI HAYATI NEMATODA *Pratylenchus
coffae* Zimm. dan PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BUKU ILMIAH POPULER**

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 : Chintya Widyasari
NIM : 160210103053
Tempat dan Tanggal Lahir : Jember, 15 September 1997
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

Dr. Dra. Jekti Prihatin, M.Si.
NIP. 19651009 199103 2 001

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer” ini telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Selasa, 5 Januari 2021

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

Dr. Dra. Jekti Prihatin, M. Si.
NIP. 19651009 199103 2 001

Anggota I

Anggota II

Drs. Wachju Subchan, MS., Ph. D
NIP. 19630813 199302 1 001

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

Mengesahkan

Dekan FKIP Universitas Jember

Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd.
NIP. 19600612 198702 1 001

RINGKASAN

Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer; Chintya Widyasari, 160210103053; 2020: 51 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Tanaman kopi banyak terserang hama dan penyakit salah satunya nematoda parasit pada akar kopi. Nematoda parasit pada akar kopi yaitu nematoda *Pratylenchus coffeae*. Kerusakan kopi yang disebabkan terserangnya *Pratylenchus coffeae* sebesar 40%. Para petani biasanya mengendalikannya dengan menggunakan pestisida kimia. Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat berdampak buruk bagi lingkungan sehingga perlu upaya pengendalian hama terpadu secara biologis yaitu salah satunya dengan menggunakan agen pengendali hayati seperti tungau predator. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji potensi tungau dalam mengendalikan populasi nematoda *Pratylenchus coffeae* yang dilakukan dalam uji *in vitro* atau secara eksperimental laboratorium. Penelitian ini juga menghasilkan buku ilmiah populer “Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit” sebagai media informasi bagi masyarakat.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu dengan 6 perlakuan yang diberi tungau dan 1 perlakuan tanpa diberi tungau dengan ulangan masing-masing sebanyak 3 kali ulangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2020 hingga Juli 2020 yang terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan, tahap pengambilan sampel, tahap ekstraksi, tahap uji, dan tahap analisis. Tahap persiapan pada penelitian ini merupakan tahap persiapan alat dan bahan, tahap persiapan pengambilan sampel, dan tahap persiapan nematoda *Pratylenchus coffeae*. Tahap selanjutnya adalah tahap pengambilan sampel tanah organik di Perkebunan kopi daerah Bondowoso tepatnya di Kawasan kaki Gunung Ijen Kecamatan Sumberwringin. Setelah sampel tanah tersedia, sampel tersebut diekstraksi untuk mendapatkan tungau predator yang diinginkan. Kemudian masuk tahap uji, tahap uji dilakukan selama satu bulan dengan 6 kali pengamatan

setiap pengamatan dilakukan dalam 72 jam (3 hari). Tahap terakhir yaitu analisis potensi tungau predator terhadap kematian nematoda *Pratylenchus coffeae*. Adapun rincian uji yang dilakukan yaitu: A= 1 individu tungau oribatida; B= 2 individu tungau oribatida; C= 3 individu tungau oribatida; D= 1 individu tungau mesostigmata; E= 2 individu tungau mesostigmata; dan F= 3 individu tungau mesostigmata; dan Kontrol= tanpa tungau predator. Nematoda *P. coffeae* yang diberikan pada masing-masing perlakuan sebanyak 30 ekor. Tahap uji dan seluruh pengamatan dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universitas Jember. Data penelitian ini kemudian dianalisis dengan menggunakan SPSS Versi 23 yaitu uji ANOVA dan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil uji ANOVA dan uji lanjut DMRT, semua perlakuan tungau mampu memangsa nematoda *P. coffeae* secara nyata dibanding dengan kontrol. Hasil uji ANOVA yaitu dengan nilai signifikan 0,000 ($P > 0,05$) bahwa hasil pemangsaan tungau predator pada penelitian ini sangat berpengaruh sangat signifikan terhadap nematoda *P. coffeae*. Adapun perlakuan yang memangsa nematoda *P. coffeae* terbanyak adalah perlakuan F (tungau ordo Mesostigmata dengan jumlah 3 ekor) dengan rata-rata kematian *P. coffeae* 25 s.d 29 ekor.

Rata-rata nematoda *Pratylenchus coffeae* yang dimangsa pada setiap pengamatan berkisar antara 16-28 ekor nematoda untuk keseluruhan perlakuan. Hal ini karena tungau predator dapat memakan nematoda dan melahap habis seluruh tubuh nematoda. Pada perlakuan tanpa pemberian tungau (kontrol), tidak ada nematoda yang mati.

Produk pendidikan berupa buku ilmiah populer yang berjudul “Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit” telah dinyatakan sangat layak yaitu sebesar 84,085%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Potensi Tungau Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm. dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer” 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. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd. 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. Dr. Dra. Jekti Prihatin, M. Si. Selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Drs. Wachju Subchan, MS., Ph. D selaku dosen penguji utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
6. Dra. Pujiastuti, M.Si selaku dosen penguji anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
7. Mbak Ellena dan Mbak Evi selaku teknisi laboratoium di Program Studi Pendidikan Biologi yang telah membantu dan memberi dukungan selama penelitian hingga penelitian ini selesai.

8. Mbak Reni dan Mbak Cica serta para anggota penelitian Nematoda yaitu, Ayu Nur, Risna dara, Habibah, Sylvia, Yunike, Farda, dan anisa yang telah memberikan semangat dan juga bantuan selama melakukan penelitian.
9. Para sahabat saya Muhammad Yusuf P, Monika Putri, Jamilatul Hasanah, Olivia Nanda, yang selalu membantu, memberi dukungan, dan motivasi tiada henti.
10. Seluruh teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2016 Universitas Jember yang selalu memberi dukungan.
11. Seluruh pihak yang mendukung penyelesaian penelitian skripsi ini, yang namanya tidak bisa 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.

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN	v
PERSETUJUAN.....	vii
PENGESAHAN.....	viii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Batasan masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nematoda Parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> Zimm.....	5
2.2 Pengendalian Nematoda Parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> Zimm.....	7
2.3 Tungau Predator	8
2.3.1 Ordo Oribatida	9
2.3.2 Ordo Mesostigmata.....	10
2.4 Peran Tungau Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit	11
2.5 Buku Ilmiah Populer.....	13
2.6 Kerangka Berfikir	14
2.7 Hipotesis.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2.1 Tempat Penelitian	16
3.2.2 Waktu Penelitian.....	16
3.3 Variabel Penelitian	16
3.3.1 Variabel Bebas	16
3.3.2 Variabel Terikat	16

3.3.3 Variabel Kontrol atau Variabel Kendali	16
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.4.1 Alat Penelitian.....	17
3.4.2 Bahan Penelitian	17
3.5 Definisi Operasional	17
3.6 Desain Penelitian	18
3.7 Prosedur Penelitian.....	18
3.7.1 Tahap Persiapan.....	18
3.7.2 Tahap Ekstraksi.....	19
3.7.3 Tahap Pembuatan PPC (<i>Plaster of Paris and Activated Charcoal</i>).....	21
3.7.4 Kriteria Tungau.....	21
3.7.5 Tahap Pengujian	21
3.8 Parameter Pengamatan	22
3.9 Analisis Data	24
3.9.1 Analisis Data Penelitian	24
3.9.2 Analisis Kelayakan Buku Ilmiah Populer	24
3.10 Alur Penelitian.....	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil.....	27
4.1.2 Hasil Analisis Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer	34
4.2 Pembahasan	37
4.2.2 Hasil Uji Analisis Buku Ilmiah Populer.....	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi <i>Pratylenchus coffeae</i>	6
Gambar 2.2 Siklus Hidup Tungau Predator	8
Gambar 2.3 Oribatida.....	9
Gambar 2.4 Mesotigmata	11
Gambar 2.5 Kerangka Berfikir	15
Gambar 3.1 <i>Tullgreen Funnel</i>	20
Gambar 3.2 Corong <i>Tullgreen Funnel</i>	21
Gambar 3.3 Tahap Uji Tungau Predator	22
Gambar 4.1 Grafik Persentase.....	32
Gambar 4.2 Tungau Predator Ordo Oribatida	33
Gambar 4.3 Tungau Predator Ordo Mesotigmata.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Deskripsi Skor Penilaian Produk Buku Ilmiah Populer	25
Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan Buku Ilmiah Populer	25
Tabel 4.1 Hasil analisis uji daya potensi tungau predator terhadap nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i>	31
Tabel 4.2 Persentase nematoda <i>P. coffeae</i> yang dimangsa tungau predator	31
Tabel 4.3 Hasil Uji Validasi Buku Ilmiah Populer	34
Tabel 4.4 Komentar dan Saran Validator Dalam Proses Validasi Buku Ilmiah.....	34
Tabel 4.5 Hasil Perbaikan Buku Ilmiah Populer “Potensi Tungau Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit <i>Pratylenchus coffeae</i> ”.....	36



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki nilai jual yang sangat tinggi. Ada berbagai macam jenis tanaman kopi yang dapat tumbuh di Indonesia namun yang terbanyak adalah kopi Robusta dan kopi Arabika. Menurut Anshori (2015), kopi merupakan salah satu komoditas yang memiliki peranan penting dalam sektor perkebunan dan menjadi salah satu sumber devisa negara. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian bahwasanya tanaman kopi pada tahun 2018 penjualannya mencapai 469 juta US\$ pertahun. Tanaman kopi juga memiliki peran dan manfaat penting bagi tanah yaitu berperan pada regulasi air dalam tanah. Peningkatan produksi kopi dengan skala yang semakin besar menyebabkan perubahan dalam ekosistem tanah sehingga sangat menguntungkan bagi perkembangan populasi hama dan penyakit kopi. Salah satu hama yang menyerang tanaman kopi adalah nematoda parasit pada akar kopi.

Nematoda parasit yang menyerang kopi terutama adalah *Pratylenchus coffeae*. *P. coffeae* menyerang bagian akar dan membuat kopi menjadi lebih sulit dalam melakukan penyerapan nutrisi tanaman. Kerusakan serius pada tanaman kopi yang terinfeksi *P. coffeae* dapat memicu dua jenis gejala yaitu gejala langsung seperti pengurangan distorsi akar, distorsi struktur akar, dan pembesaran akar serta gejala tidak langsung yang meliputi kekurangan penyerapan air dan nutrisi (Ebene dkk., 2019). Hal ini membuat penurunan produktivitas kopi menjadi menurun secara drastis.

Menurut Bell dkk. (2019), nematoda parasit tanaman harus dapat menemukan dan mencari makan dari inangnya agar dapat bertahan hidup. Hal ini menyebabkan kerusakan pada akar tanaman kopi. *P. coffeae* mengatur ekspresi gen enzim-enzim pendegradasi dinding sel yang dipilih relatif terhadap kelimpahan substrat dalam eksudat akar sehingga menyesuaikan ekspresi gen untuk masuk ke dalam akar dari inang langsung. Infeksi *P. coffeae* terhadap akar kopi membuat akar kesulitan dalam menyerap air serta nutrisi dari dalam tanah sehingga hal ini

membuat akar menjadi mudah busuk dan cepat mati (Davies, 2011). Menurut Swibawa dkk. (2019), pada tahun 2016 penurunan produktivitas kopi arabika akibat serangan *P. coffeae* sebesar 40% selain itu juga karena adanya konservasi lahan.

Permasalahan tersebut diatasi oleh petani kopi menggunakan pestisida sebagai pengendalian nematoda parasit. Penggunaan pestisida kimia dalam jangka panjang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Dengan demikian perlu dicari cara pengendalian nematoda parasit yang ramah lingkungan, salah satunya adalah menggunakan agen pengendali hayati berupa predator nematoda. Sebenarnya, pengendalian hayati nematoda parasit tanaman berhubungan erat dengan interaksi nematoda parasit tanaman dengan organisme lain yang hidup di tanah, sehingga ketika interaksi itu terjadi maka nematoda parasite dapat tereksploitasi menjadi sumber karbon, nitrogen, dan energi bagi organisme lain yang hidup ditanah. Predator nematoda parasit tanaman salah satunya adalah tungau (Purnomo, 2010).

Tungau dapat ditemukan di tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi. Tanah yang mengandung bahan organik tinggi biasanya ditemukan pada lahan perkebunan. Lahan perkebunan kopi ini biasanya menggunakan sistem pengolahan tanah *minimum tillage* (pengolahan tanah minimal) sampai sistem TOT (Tanpa Olah Tanah), berbeda dengan tanaman semusim seperti padi yang menggunakan system pengolahan tanah intensif. Dengan demikian biota tanah termasuk tungau pada lahan perkebunan semakin beragam jumlahnya dan sangat melimpah (Bramsista dkk., 2015).

Tungau termasuk dalam kelas Arachnida filum Arthropoda. Tungau merupakan salah satu agen pengendali hayati yang baik bagi tanah serta ramah lingkungan. Menurut Stirling (2017), tungau mampu menekan pertumbuhan hama nematoda parasit. Tungau mampu menembus ke dalam tanah (minimal 8 m disepanjang akar). Tungau dibagi menjadi 4 kelompok dalam taksonomi dan memiliki lebih dari 50.000 spesies. Kelompok taksonomi dari tungau tersebut termasuk ke dalam ordo Acari dan dibagi menjadi 4 Ordo yaitu Oribatida, Prostigmata, Mesostigmata dan Astigmata. Ordo tungau yang termasuk ke dalam

tungau predator yaitu Ordo Oribatida sebagian, Prostigmata, dan Mesostigmata (Ning Li dan Feng Xue, 2019). Tungau predator memiliki mulut atau alat perangkap berupa seperti pengait dan lebih panjang sehingga dapat memudahkan untuk memangsa nematoda. Menurut Eisenbeis,(1987) bagian chelicerae dan gigi pada tungau lebih menonjol sehingga lebih mudah untuk menusuk mangsanya.

Menurut Walter dkk. (1988), tungau predator dapat digunakan untuk agen pengendali biologis nematoda parasit karena mampu memangsa nematoda. Sebagian besar tungau predator melumpuhkan nematoda parasit dengan cara menusuk dan memotong-motong mangsa setelah itu menelan tubuh mangsa. Penelitian ini didukung oleh Symondson (2000), bahwasanya telah dilakukan uji molekuler pada tungau predator untuk melakukan analisis usus. Uji molekuler ini dilakukan untuk mengetahui sisa-sisa mangsa seperti nematoda yang sulit dideteksi oleh mikroskop (Schneider dkk., 2004). Pemangsaan nematoda parasit oleh tungau predator dan turunannya dapat mengurangi jumlah nematoda secara signifikan (Stirling, 2017).

Sampai saat ini belum banyak penelitian mengenai pengaruh dan jenis tungau predator terhadap nematoda parasit *P. coffeae*, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan tungau dalam mengendalikan nematoda parasit kopi *P. coffeae*. Informasi yang dihasilkan dari penelitian ini perlu disebarluaskan pada masyarakat menggunakan media yang mudah dipahami yaitu berupa buku ilmiah populer. Buku ilmiah populer merupakan salah satu jenis buku yang berisikan tentang ilmu pengetahuan yang didalamnya menyajikan fakta serta ditulis dengan bahasa yang mudah untuk dipahami (Setiawan, 2017). Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian mengenai **Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer**

1.2 Rumusan masalah

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

- a. Bagaimana potensi tungau predator dalam memangsa nematoda *P. coffeae*?

- b. Apakah buku hasil penelitian potensi tungau sebagai agen pengendali hayati *P. coffeae* layak digunakan sebagai buku ilmiah populer?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah yang dibuat agar penelitian ini lebih terarah serta terhindar dari salah tafsir, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a. Tungau predator yang digunakan berasal dari perkebunan kopi.
- b. *Pratylenchus coffeae* yang digunakan adalah seluruh fase.
- c. Waktu konsumsi tungau yang dilakukan dan diamati selama 72 jam (3 hari) dan pengamatan diulangi sampai enam kali.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti yaitu:

- a. Menganalisis potensi perlakuan tungau predator dalam memangsa nematoda *P. coffeae*.
- b. Untuk mengetahui kelayakan buku hasil penelitian potensi tungau sebagai agen pengendali hayati *P. coffeae* sebagai buku ilmiah populer.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagi peneliti, dapat memberikan pengetahuan serta menambah wawasan tentang pengaruh tungau predator sebagai agen pengendali hayati pada tanaman kopi.
- b. Bagi peneliti lain dalam melakukan uji coba tentang pengaruh tungau predator hasil penelitian ini digunakan sebagai pustaka awal serta dapat sebagai bahan perbandingan dalam penelitian tentang tungau.
- c. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi mengenai pengendalian nematoda parasit pada tanaman kopi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

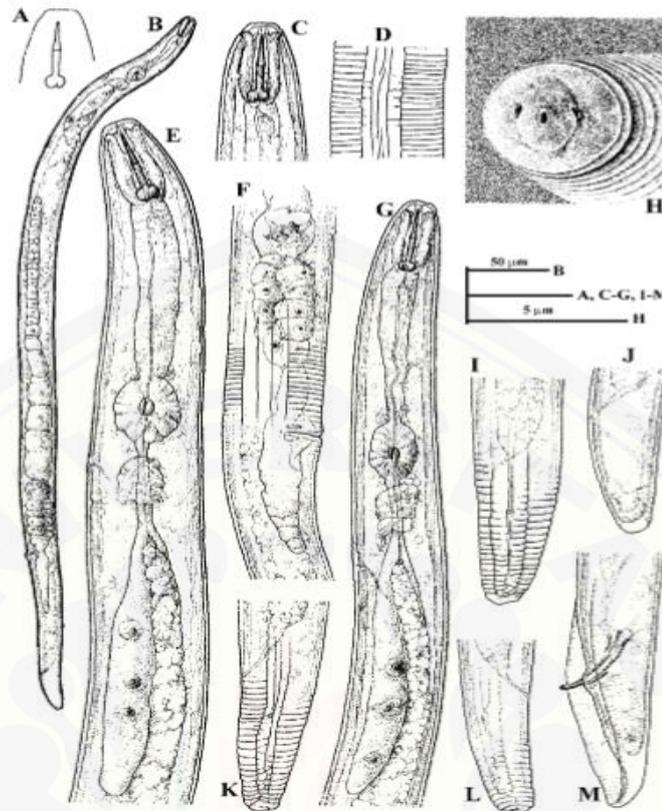
2.1 Nematoda Parasit *Pratylenchus coffeae* Zimm.

Nematoda parasit *P. coffeae* menyebabkan kerusakan tanaman kopi dengan tingkat keparahan yang tinggi. Mobilitas nematoda *P. coffeae* di dalam tanah ketika terkena air dapat berpindah dengan begitu cepat sehingga menyebabkan kerusakan pada tanaman kopi lainnya (Barros dkk., 2019). Klasifikasi nematoda *P. coffeae* menurut Ferris (2018), adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Nematoda
Class	: Cromadorea
Order	: Tylenchida
Family	: Hoplolaimidae
Genus	: Pratylenchus
Species	: <i>Pratylenchus coffeae</i> (Zimmermann, 1898).

P. coffeae memiliki tubuh antara 40 μm hingga 160 μm , dan panjang tubuhnya mencapai 0,4-0,7 mm. memiliki tubuh yang mikroskopis dan hanya mampu diamati menggunakan mikroskop. Bentuk nematoda pada umumnya bagian anterior kepala mendatar, panjang, dan memiliki stilet di kepalanya yang pendek serta kuat, panjang dari stilet 14-20 μm (Dropkin, 1992). Adapun morfologi nematoda *P. coffeae* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Ada 6 fase siklus hidup yang dimiliki *P. coffeae*, yaitu telur, 4 fase juvenil, dan dewasa. Setelah perkembangan embrionik dari telur ke juvenil fase 1 (J1), nematoda *moulting* dan menjadi juvenil fase 2 (J2) yang nantinya akan menetas, kemudian beberapa *moulting* selanjutnya akan membentuk J3 dan J4 dengan differensiasi lebih spesifik dari organ tubuh seperti organ kelamin, faring, bagian mulut dan yang lainnya. Semua fase hidup (kecuali telur dan J1) pada *P. coffeae* dapat menginfeksi tanaman inang. Siklus hidupnya hanya berkisar antara 45-48 hari (Castillo dan Vovlas, 2007).



Gambar 2.1 Morfologi *Pratylenchus coffeae*: A. stilet betina; B. nematoda betina; C. bagian depan nematoda betina; D. bagian samping nematoda betina; E. bagian faringeal nematoda betina; F. bagian vulva nematoda betina; G. bagian faringeal nematoda jantan; H. bagian kepala nematoda betina; I-L. bentuk ekor nematoda betina; M. bentuk ekor nematoda jantan (Castillo dan Vovlas, 2007).

Gejala kerusakan pada akar biasanya selalu diikuti oleh pertumbuhan tanaman yang lambat dikarenakan terhambatnya penyerapan unsur hara oleh akar. *P. coffeae* masuk melalui ujung akar dan merusak kulit akar sehingga mengakibatkan kulit akar serabut luka. Hal ini yang menyebabkan pembusukan akar lebih cepat dikarenakan akar menjadi menguning dan akhirnya berwarna coklat kehitaman (Harni, 2013). Serangan *P. coffeae* mengakibatkan terjadinya penurunan produksi kopi berkisar 28,7%-78,4% dan juga menyebabkan tanaman kopi hanya dapat bertahan selama 2 tahun (Halimah dkk., 2016). Serangan *P. coffeae* dilaporkan dapat mengakibatkan musnahnya 95% kopi arabika di Jawa (Sulistyowati dkk., 2012).

2.2 Pengendalian Nematoda Parasit *Pratylenchus coffeae* Zimm.

Pengendalian nematoda parasit yang selama ini banyak digunakan adalah melalui pemanfaatan bahan organik dan penggunaan varietas tahan jika tersedia. Nematoda parasit dapat dikendalikan dengan menggunakan pestisida yang dapat menekan pertumbuhan nematoda namun hal ini akan membuat struktur tanah akan menjadi berubah (Nugrohorini, 2012). Sejauh ini para petani banyak menggunakan nematisida kimia dalam mengendalikan hama nematoda. Dampak nematisida kimia sangat berbahaya, tidak hanya berdampak pada lingkungan, manusia juga bisa terkena dampaknya. Pengendalian nematoda parasit sangat sulit dan strategi yang paling ampuh digunakan dalam pengendalian *P. coffeae* diantaranya yaitu menggunakan nematisida Metil bromida, Ethylene dibromide, dan Dibromochloropropane, namun nematisida ini telah ditarik dari pasar karena mengakibatkan efek berbahaya pada manusia dan lingkungan (Oka dkk., 2000).

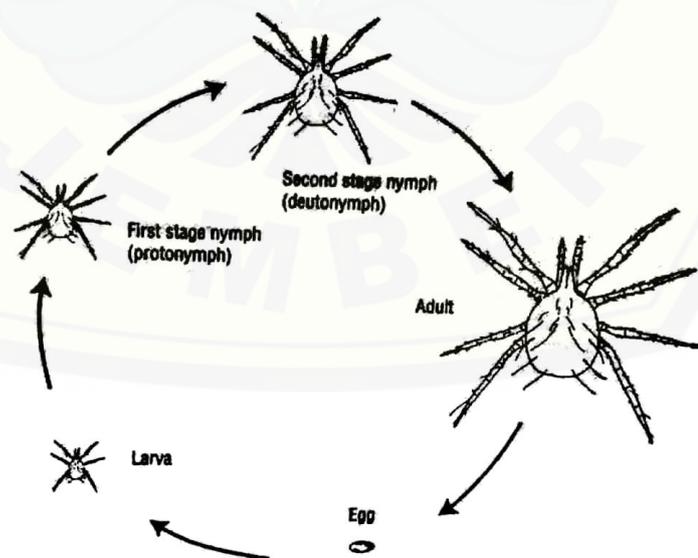
Oleh sebab itu perlu adanya pengendalian nematoda secara alami yaitu dengan menggunakan agen pengendali hayati atau pengendalian secara biologi (Oka dkk., 2000; Swibawa dkk., 2019). Saat ini pengendalian nematoda difokuskan pada pengendalian secara biologi, aplikasi bahan organik dan inorganik, nematisida alami, serta induksi resistensi (Sunarto dkk., 2019). Strategi pengendalian nematoda parasit *P. coffeae* harus didasarkan pada konsep pengendalian yang tepat dengan menggabungkan beberapa komponen bagian pengendalian yang sudah tersedia. Pengendalian nematoda *P. coffeae* dapat menggunakan tungau predator.

Menurut Carillo dkk. (2015), banyak spesies tungau predator yang dapat dijadikan sebagai agen pengendali yang sangat baik untuk program konservasi pengendalian secara biologis. Program konservasi tersebut telah memperoleh manfaat sebagai musuh alami dalam meningkatkan kelimpahan predator. Diantara tungau predator dalam tanah, yang paling melimpah yaitu tungau oribatid. Pemangsaan *P. coffeae* yang dilakukan oleh tungau oribatid yaitu dengan menyerang menggunakan salah satu ujung chelicera yang dimilikinya kemudian menarik tubuhnya kedalam rongga mulut sampai seluruh tubuh *P. coffeae* tertelan (Walter dkk., 1988; Gerson dkk., 2003).

2.3 Tungau Predator

Tungau adalah arthropoda paling banyak di tanah dan ditemukan dalam empat kelompok taksonomi utama: Oribatida (sebelumnya Cryptostigmata), Prostigmata, Mesostigmata dan Astigmata. Jumlahnya lebih dari 50.000 spesies (Stirling, 2014). Tungau predator merupakan salah satu agen pengendali hayati yang ramah lingkungan serta dapat menekan pertumbuhan hama parasit pada kopi seperti nematoda (Iswella dkk., 2016). Studi lain juga menunjukkan bahwa nematoda cenderung menjadi komponen utama yang dimakan oleh tungau. Terdapat beberapa ordo tungau yang diujikan terhadap nematoda entomopatogenik dan sebagian besar memakan nematoda tersebut (Stirling, 2014).

Menurut Omar dan Mohamed (2014), tungau predator betina memiliki masa hidup terpanjang selama 32 sampai 45 hari. Tahapan siklus hidup tungau (Gambar 2.2) dimulai dari larva dan 3 tahap nymphal. Sebagian besar tungau predator bergerak bebas dan bergerak cepat dalam mencari mangsanya. Siklus hidupnya terdiri dari telur, larva, protonymph, deutonymph, dan tungau dewasa. Jumlah periode perkembangannya bervariasi yaitu 4-12 hari. Hal ini tergantung pada mangsa, tanaman inang yang menaunginya, dan faktor lingkungan yaitu, suhu dan kelembapan (Sumathi dkk., 2019).

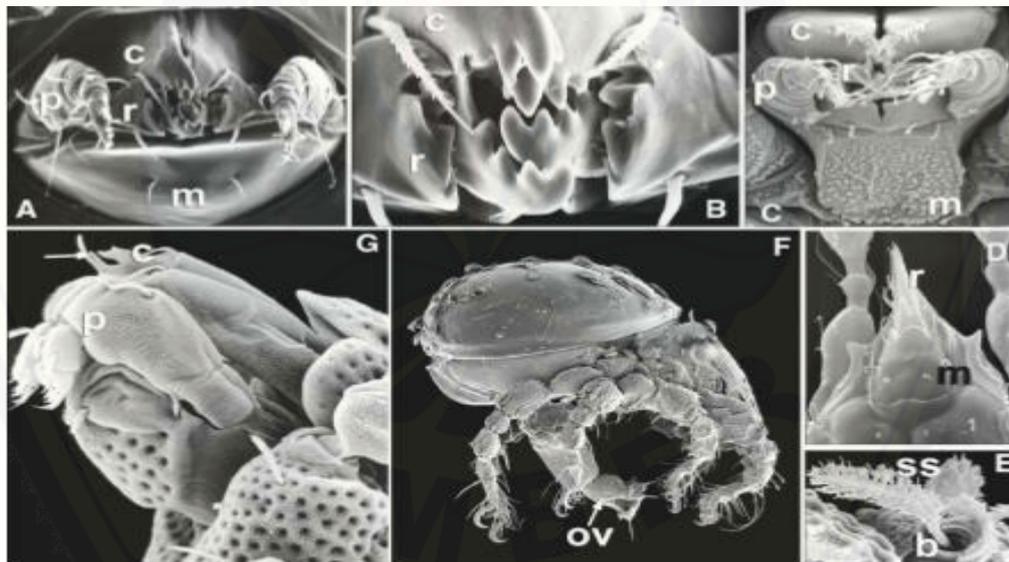


Gambar 2.2 Siklus Hidup Tungau Predator (Walter dan Proctor, 2013).

2.3.1 Ordo Oribatida

Oribatida (Gambar 2.3) memiliki keragaman yang besar dan beragam dalam mencari dan memakan mangsa. Nematoda merupakan salah satu makanan dari tungau Oribatid dan dapat dijadikan sebagai agen biokontrol. Potensi tungau Oribatid dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk pengurangan angka dan penyebaran nematoda akar tetapi juga untuk peningkatan kesuburan tanah dan produksi tanaman (Ramakrishnan dan Neravathu, 2019).

Menurut Stirling (2014), ordo Oribatida merupakan tungau yang kelimpahannya sangat banyak di tanah, namun reproduksi dari tungau Oribatid cukup lambat dan sebagian besar fungivora dan detritivora, beberapa diantaranya bersifat sebagai predator nematoda. Tungau pada ordo Oribatida memiliki chelicera yang bergerak seperti jarum. Chelicera yang dimiliki berfungsi untuk mejepit dan menusuk mangsanya (Walter dan Proctor, 2013).



Gambar 2.3 A - F) Oribatida: (A - B) Bagian anterior gigi chelicerae yang kuat dan bagian rutella yang kuat dari *Meristacarus* sp; (C). Tungau oribatid dengan mulut yang termodifikasi; (D). Ventral gnathosoma dari tungau suctobelbid di mana rutella dimodifikasi menjadi penyangga memanjang untuk chelicerae yang mirip cambuk; (E). Sensilum Bothridial dari *Brachychthonius* sp.;(F). Habitus lateral Hermannidae betina menunjukkan ovipositor diekstrusi (Walter dan Proctor, 2013).

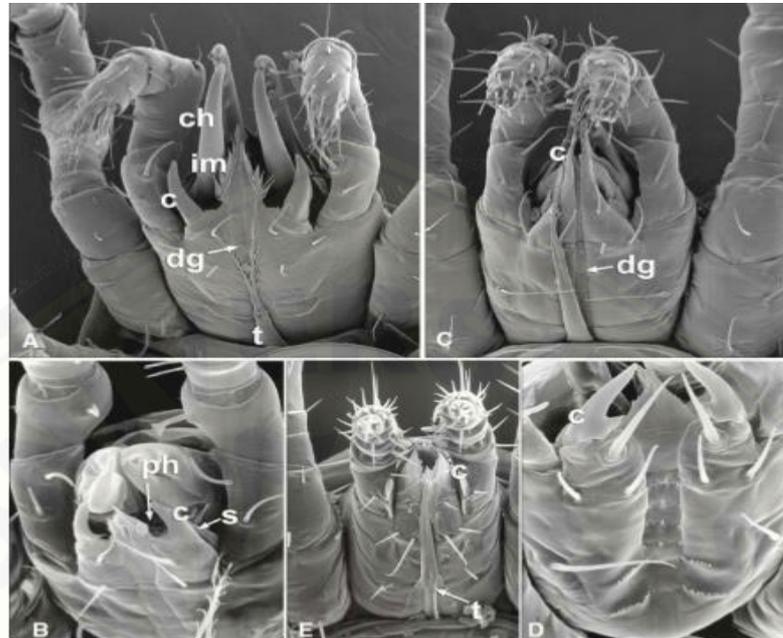
Ordo Oribatida memiliki berbagai macam spesies yang masuk didalamnya. Salah satunya adalah genus *Scheloribates* dan memiliki 3 spesies diantaranya yaitu, *Scheloribates praeincusus* (Barlese, 1910), *Scheloribates fimbriatus africanus* (Wallwork, 1964), dan *Scheloribates lationcicus* (Hammer, 1973) dari ketiga spesies ini mereka termasuk kedalam tungau predator pemangsa nematoda. (Ramakrishnan dan Neravathu. 2019). Tubuh Oribatida umumnya lebih lebar dan memiliki kaki yang tidak terlalu panjang. Memiliki lempeng keras yang terdapat pada punggungnya (Krantz dan Walter, 2009).

2.3.2 Ordo Mesostigmata

Ordo Mesostigmata (Gambar 2.5) tidak sebanyak ordo Oribatid. Beberapa spesies dari ordo Mesostigmata memakan jamur, tetapi sebagian besar adalah pemangsa (Stirling, 2014). Alat yang digunakan untuk menangkap mangsa pada tungau adalah chelicera. Bentuk chelicera pada ordo Mesostigmata memiliki 3 segmen dan relatif ramping. Mereka menggunakan chelicera mereka untuk menangkap mangsa dan mengunyah arthropoda kecil atau nematoda (Walter dan Proctor, 2013). Mesostigmata memiliki kaki yang berjumlah empat pasang dan memiliki bentuk tubuh ramping serta memanjang. Bagian chelicera pada Mesostigmata sedikit besar dan memiliki gigi yang tajam seperti jarum (Makarova, 2019).

Menurut Eisenbeis dan Wichard (1987) tungau mesostigmata berukuran kecil hingga besar yaitu sekitar 200-1200 μm . Sedangkan menurut Krantz dan Walter (2009), ukuran tungau Mesostigmata berkisar dari 200 μm hingga 4500 μm . pada tubuh Mesostigmata memiliki beberapa perisai atau plat punggung yang khas pada dorsal dan ventral idiomatik yang menggambarkan karakteristik perkembangan secara bertahap yang dimulai dari larva instar dan berakhir dengan molt dewasa. Siklus hidup dari tungau Mesostigmata ini diantaranya yaitu telur, larva, protonymph, deutonymph, dan tungau dewasa (Krantz dan Walter, 2009). Morfologi chelicera sangat bervariasi, mulai dari struktur dentate yang berkembang banyak pada tungau yang hidup bebas hingga organ penusuk yang mirip stylet pada beberapa kelompok parasit. Fixed digit chelicera biasanya

pendek, memiliki seta yang luas pada pangkalnya dan pilus dentilis pada daerah subterminal (Eisenbeis dan Wichard, 1987).



Gambar 2.5 Dalam Mesotigmata bentuk struktur pada gnathosoma sering mencerminkan cara makan. (A-B) Predator umum pemelihara tanah: (A) *Gammasellodes* sp. (Ologamasidae); (B) *Lasioseius* sp. (Blattisociidae); (C) Predator arboreal, *Neoseiulus* sp. (Phytoseiidae); (D) Fungivor dan omnivor *Proctolaelaps* sp. (Melicharidae); (E) Parasit penghisap darah tikus *Ornithonyssus bacoti* (Macronyssidae) (Walter dan proctor 2013).

2.4 Peran Tungau Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit

Pengendalian secara hayati sangat diperlukan karena dapat mengurangi permasalahan yang ada di lingkungan. Agen pengendali hayati berperan sangat penting dalam proses menuju agro-ekosistem yang stabil. Hal ini karena predator dapat berfungsi sebagai mana mestinya dalam mengurangi kerugian yang disebabkan oleh parasit maupun agen antagonis (Hajek, 2004). Pemanfaatan agen hayati (musuh alami) telah terbukti berpotensi untuk mengendalikan nematoda pada berbagai kasus (Triman dan Mulyadi, 2001). Menurut Stirling (2017), keragaman tungau nematofagus layak dievaluasi untuk kemampuan mereka dalam menekan hama nematoda. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa

tungau ini mampu menembus kedalam tanah (minimal 8 m di sepanjang akar) dan sudah diuji coba pada nematoda.

Salah satu agen pengendali hayati yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini yaitu dengan menggunakan tungau tanah atau tungau predator. Penggunaan agen pengendali hayati ini bertujuan untuk meminimalisir dampak yang terjadi di lingkungan (Ika, 2015). Agen pengendali hayati yang dapat dimanfaatkan dalam menekan populasi nematoda parasit salah satunya adalah tungau predator. Nematoda merupakan sumber trofik penting bagi banyak mikroarthropoda tanah, karena beberapa tungau omnivora berkembang lebih cepat atau bertelur lebih banyak (Walter dkk., 1986; Walter dkk., 1988)

Menurut Ramakrishnan dan Neravathu (2019), penelitian yang telah dilakukannya pada genus *Scheloribates* ordo Oribatida memperlihatkan perilaku makan dari *Scheloribates* tersebut. *Scheloribates* ini menunjukkan perilaku makan dengan melahap seluruh tubuh nematoda pada fase J2. Dalam mengkonsumsi nematoda diperlukan waktu sekitar 1-2 menit untuk melahap habis seluruh tubuh nematoda. Potensi pemangsaan oleh tungau Oribatid pada nematoda fase J2 tidak hanya mengurangi populasi nematoda parasit dalam tanah tetapi juga dapat mengurangi penyebaran ke tumbuhan inang lainnya. Selain itu peran tungau Oribatid di biodegradasi (penguraian secara hayati) akan meningkatkan kesuburan tanah (Haq, 2016).

Dalam kasus nematoda parasit yang menyerang tanaman tebu di Amerika, tungau predator yang masuk kedalam Mesostigmata menunjukkan bahwa mereka dapat berpotensi lebih menguntungkan dalam menekan jumlah populasi nematoda parasit pada penelitian yang dilakukan tersebut (Walter dan Kaplan, 1990; Walter dkk., 1993). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Stirling (2017), tungau predator pada ordo Mesostigmata secara signifikan mengurangi jumlah nematoda parasit pada minggu ke 4 dan minggu ke 8 dengan jumlah nematoda yang berkurang lebih dari 72% hingga mencapai 98%. Populasi nematoda parasit pada penelitian ini semakin berkurang dalam setiap minggunya. Hal ini menunjukkan bahwa tungau predator memiliki kapasitas untuk membunuh atau merusak sejumlah besar nematoda. Selain itu, tungau mesostigmatid adalah faktor

pembatas penting populasi nematoda tanah (Muraoka dan Ishibashi, 1976; Imbriani dan Manukau, 1983).

2.5 Buku Ilmiah Populer

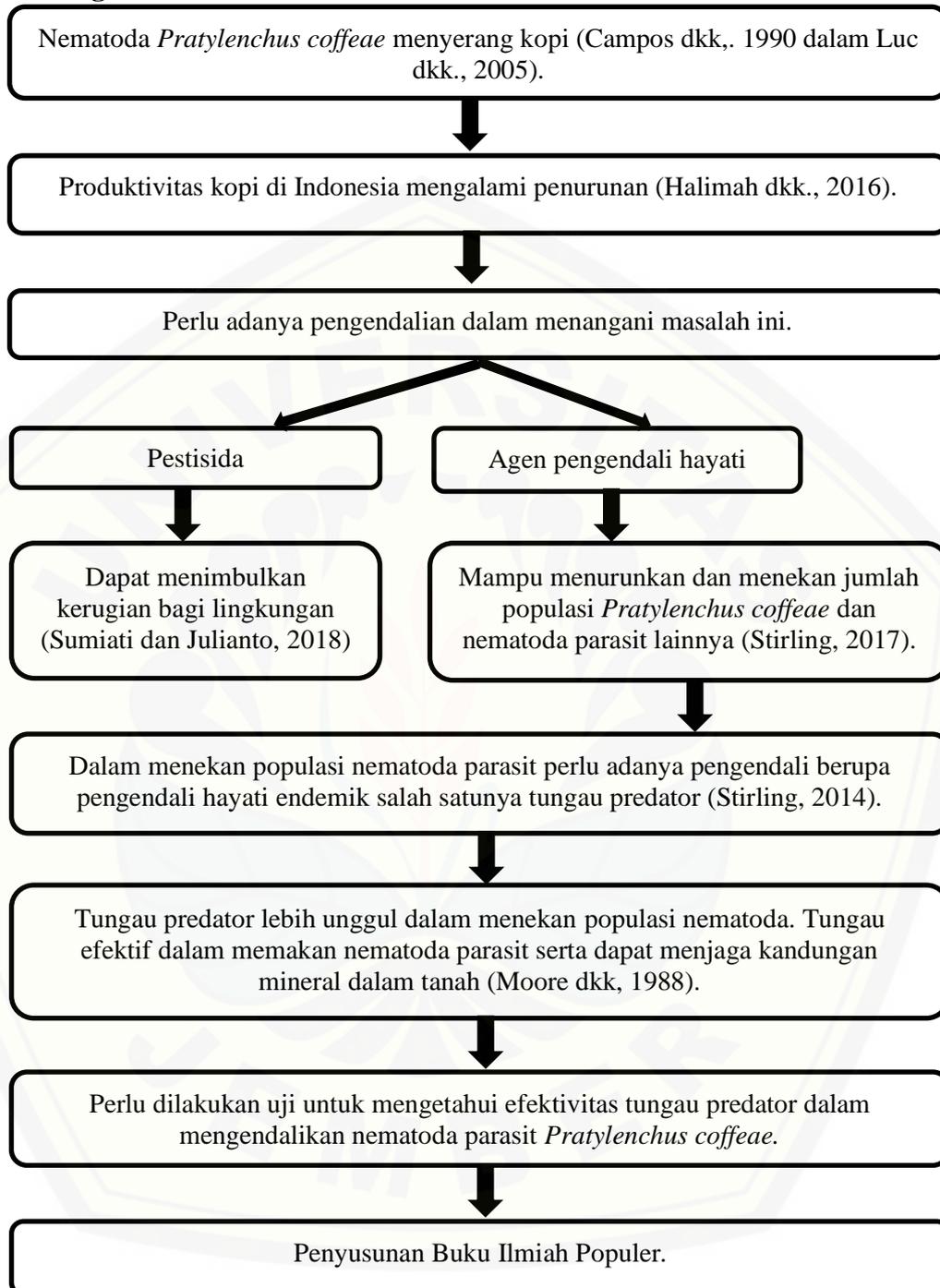
Buku ilmiah populer ini termasuk dalam buku pengayaan. Buku ilmiah populer merupakan buku pengetahuan ilmiah yang diberikan dalam bentuk format dan bahasa yang singkat, jelas dan mudah dipahami, materi yang disajikan berupa fakta bersifat objektif serta dengan adanya kebenaran dan juga metode berfikir (Sari, 2014). Menurut Dalman (2013), karya ilmiah populer lebih mementingkan sisi ilmiahnya dan bukan keindahan bahasanya. Prinsip utamanya adalah mencari sudut pandang yang unik dan cerdas serta menggugah rasa ingin tahu para pembacanya.

Menurut Sari (2014), ada beberapa langkah dalam membuat buku ilmiah populer ini, yaitu:

- 1) Menentukan ide, tema atau topik;
- 2) Pengembangan tema, berupa kajian mendalam terhadap tema dengan observasi, penelitian merupakan kajian referensi;
- 3) *Outlining*, membuat garis besar terhadap apa yang ditulis. Hal ini membantu proses penyelesaian agar tidak tersendat-sendat;
- 4) Membuat rancangan tulisan;
- 5) Proses *editing*.

Karya ilmiah populer sangat mudah dipahami oleh masyarakat umum karena bahasa yang digunakan mudah dimengerti dan lebih mementingkan sisi ilmiahnya. Dalam buku ilmiah populer tidak diperlukan sajian seperti penulisan abstrak, kata kunci, daftar pustaka, catatan kaki, penjelasan referensi, dan lain-lain. Kerangka dalam buku ilmiah populer ini lebih bebas (Anwar, 2009).

2.6 Kerangka Berfikir

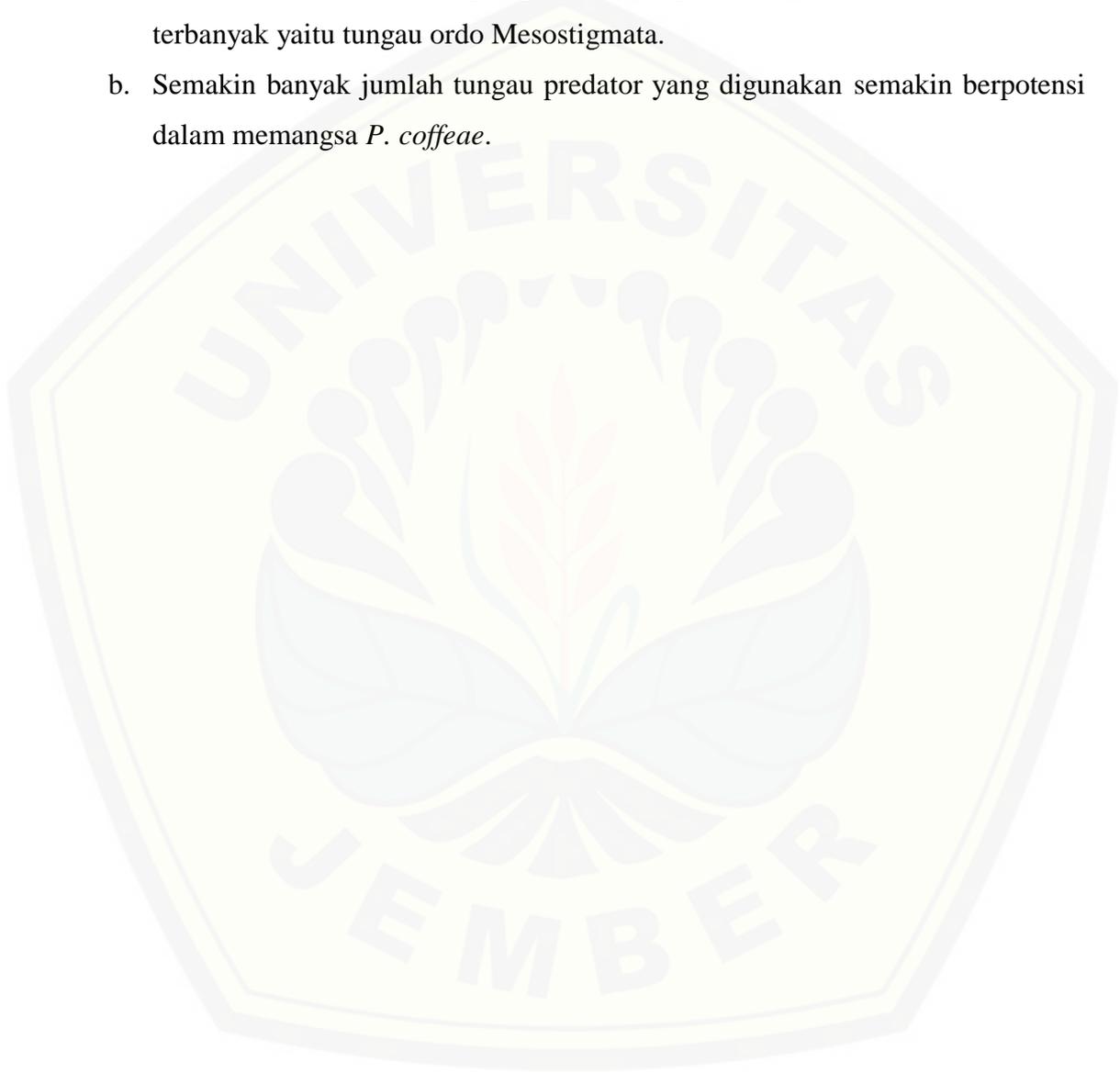


Gambar 2.4 Kerangka Berfikir

2.7 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka, maka jawaban sementara dalam penelitian ini adalah:

- a. Tungau predator ordo Mesostigmata dan ordo Oribatida dapat memangsa nematoda *P. coffeae*. Tungau predator yang memangsa nematoda *P. coffeae* terbanyak yaitu tungau ordo Mesostigmata.
- b. Semakin banyak jumlah tungau predator yang digunakan semakin berpotensi dalam memangsa *P. coffeae*.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dan penyusunan media informasi berupa buku ilmiah populer.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2020, dimulai dari tahap ekstraksi, isolasi, dan tahap uji daya potensi pemangsaan tungau predator terhadap pertumbuhan populasi *P. coffeae*.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah potensi tungau predator yang digunakan dalam uji.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah nematoda yang dimakan atau diamangsa.

3.3.3 Variabel Kontrol atau Variabel Kendali

Variabel kontrol atau variabel kendali merupakan variabel yang dikendalikan sehingga variabel bebas dan terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak teliti. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

- a. Medium yang digunakan pada uji daya potensi tungau yaitu medium PPC (*Plaster of Paris and Activated Charcoal*);
- b. Nematoda parasit tanaman yang digunakan pada uji potensi tungau adalah *P. coffeae*;
- c. Tungau predator yang digunakan pada uji potensi tungau berasal dari tanah perkebunan kopi arabika Kab. Bondowoso;
- d. Jumlah nematoda *P. coffeae* yang digunakan pada uji potensi tungau adalah 30 ekor per botol vial yang berdiameter 5cm;
- e. Percobaan dilakukan di tempat yang sama dan disimpan di tempat yang sama dalam suhu yang sama yaitu sekitar 30-32° C.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetok, kantong plastik, kamera digital, *tullgreen funnel*, saringan nematoda 300 mesh, saringan, kain saring, karet gelang, gelas plastik, sendok plastik, timbangan digital, pipet, tabung erlenmeyer, kaca benda, mikroskop binokuler, mikroskop stereo, pengait nematoda, *blender*, pengaduk, botol vial berdiameter 5 cm, botol semprot, mikropipet dan tip, cawan petri 50 mm, *soil tester*, dan pH meter.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu air, tanah organik perkebunan kopi arabika, akar tanaman kopi yang terserang nematoda, bubuk gypsum, bubuk charcoal atau karbon, kertas label, dan tisu.

3.5 Definisi Operasional

Definisi operasional penelitian ini agar tidak menimbulkan salah tafsir dan salah pengertian ganda terhadap pembaca. Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah:

- a. Potensi tungau dapat diartikan sebagai proses tungau predator dalam memangsa atau mengonsumsi nematoda *P. coffeae*.

- b. Tungau predator adalah jenis tungau yang memangsa atau mempredasi nematoda parasit.
- c. *P. coffeae* adalah nematoda parasit yang menginfeksi akar tanaman kopi. *P. coffeae* menyebabkan kerusakan jaringan akar yang menyebabkan akar menjadi busuk .
- d. Buku ilmiah populer merupakan buku pengetahuan ilmiah yang diberikan dalam bentuk format dan bahasa yang singkat, jelas dan mudah dipahami.

3.6 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 1 kontrol yang masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Adapun rincian perlakuan adalah sebagai berikut:

- A= 1 individu tungau oribatida
- B= 2 individu tungau oribatida
- C= 3 individu tungau oribatida
- D= 1 individu tungau mesostigmata
- E= 2 individu tungau mesostigmata
- F= 3 individu tungau mesostigmata
- G= tanpa tungau predator

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Tahap Persiapan

- a. Melakukan semua persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini baik di tempat penelitian maupun di laboratorium.
- b. Melakukan tahap persiapan pengambilan sampel berupa tanah perkebunan kopi, tebu, dan jeruk serta akar tanaman kopi yang terserang nematoda.
- c. Melakukan tahap persiapan ekstraksi dan uji potensi tungau di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan serta, Universitas Jember.

3.7.2 Tahap Ekstraksi

Tahap ekstraksi nematoda dilakukan di Laboratium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember menggunakan metode penyaringan dan menggunakan *tulgreen funnel*. Nematoda *P. coffeae* diekstraksi dari akar tanaman kopi yang telah terserang nematoda, sedangkan tungau predator diekstraksi dari tanah perkebunan kopi arabika dengan menggunakan alat yaitu *tulgreen funnel*. Tahapan ekstraksi akar dan tanah diantaranya adalah sebagai berikut:

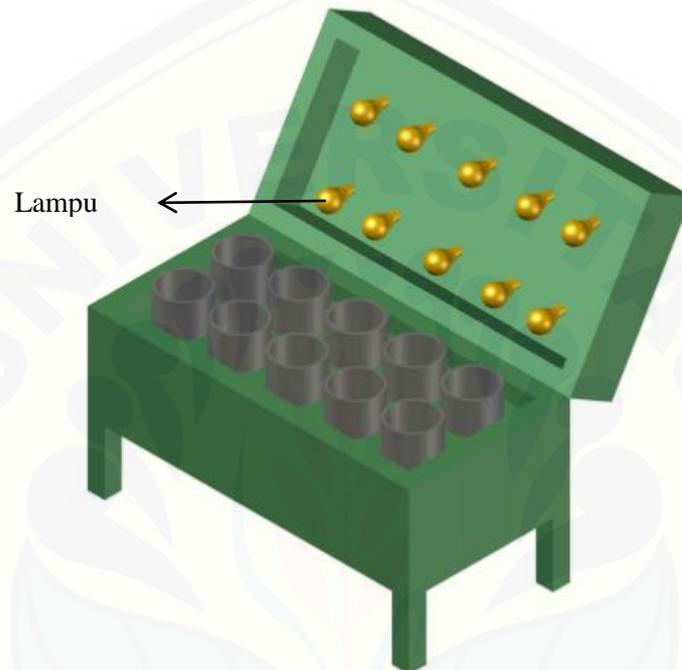
a. Ekstraksi Nematoda pada Akar

- 1) Menyiapkan akar tanaman kopi yang terserang nematoda;
- 2) Mengambil dan membersihkan akar tanaman kopi dari sisa tanah, dan kotoran lain yang melekat kemudian mencuci sampai bersih;
- 3) Memotong akar dengan ukuran 0,5 cm;
- 4) Menimbang hasil potongan akar sebanyak 10 gram;
- 5) Memasukkan potongan akar ke dalam *blender*, dan ditambahkan air sebanyak 100 ml
- 6) Menghaluskan akar selama 15 detik sebanyak 2 kali
- 7) Menuang akar yang telah di *blender* ke saringan yang ada kain saringannya di dalam ember plastik, kemudian mengisi air sebanyak 100 ml dan mengendapkannya selama 24 jam;
- 8) Menyaring air endapan dengan saringan 300 mesh. Mengendapkan hasil saringan selam 1 jam
- 9) Melakukan pengurangan volume (ditap) dengan pipet sampai 100 ml.
- 10) Mengamati atau menyimpan hasil ekstraksi nematoda dalam lemari.

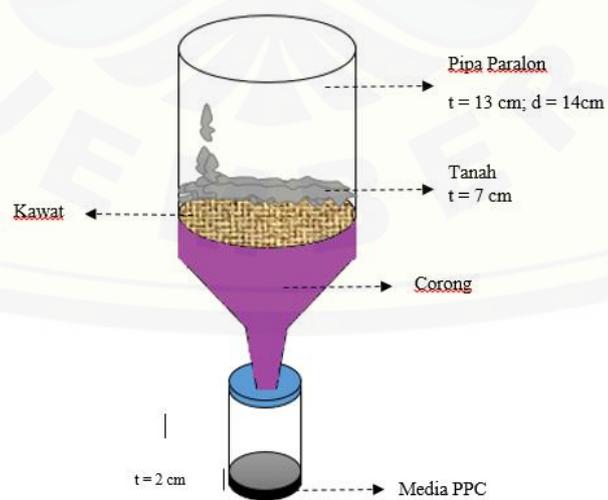
b. Ekstraksi Tungau pada Tanah

- 1) Menyiapkan sampel tanah kopi yang akan di ekstraksi.
- 2) Membuka penutup *Tullgreen Funnel*.
- 3) Memasukkan tanah ke dalam corong yang ada di *Tullgreen Funnel*.
- 4) Memasang lampu LED tepat di atas corong.

- 5) Memasang botol vial yang sudah berisi medium di bawah tulgreen di bagian ujung corong.
- 6) Menutup tulgreen.
- 7) Mencolokkan kabel ke stop kontak.
- 8) Mengamati tungau yang turun setelah 24 jam.



Gambar 3.1 *Tullgreen Funnel*



Gambar 3.2 Corong *Tullgreen Funnel* (Berlese Funnel)

3.7.3 Tahap Pembuatan PPC (*Plaster of Paris and Activated Charcoal*)

Medium PPC digunakan untuk tahap pengujian daya potensi pemangsaan tungau. Adapun tahapan dalam pembuatan medium PPC ini adalah sebagai berikut.

- a. Menimbang bubuk gypsum dan bubuk charcoal sebanyak 120 gram, untuk gypsum sebanyak 105 gram dan charcoal sebanyak 15 gram.
- b. Memasukkan bubuk gypsum dan charcoal yang telah di timbang ke dalam gelas plastik.
- c. Melarutkan dengan menggunakan air sebanyak 80 ml.
- d. Mencampurkan dan mengaduk gypsum dan charcoal dengan air.
- e. Menuangkan larutan yang sudah homogen ke dalam botol vial.
- f. Menunggu hingga memadat dan menyimpan medium hingga tahap uji daya pemangsaan tungau dilakukan.

3.7.4 Kriteria Tungau

Adanya kriteria tungau yang digunakan ini guna untuk meminimalisir terjadinya error data. Tungau yang digunakan merupakan tungau yang memiliki beberapa kriteria, diantaranya.

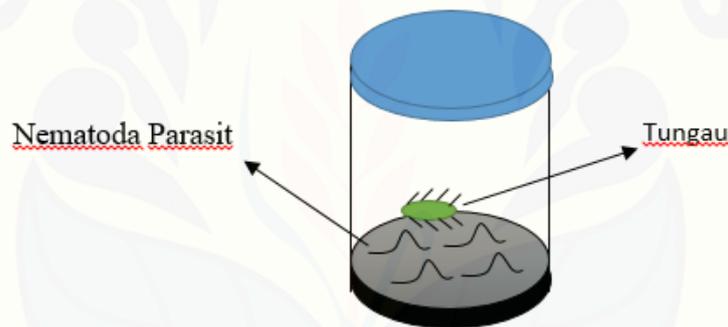
1. Ukuran tungau yang digunakan relative sama untuk masing-masing jenis tungau.
2. Jumlah kaki lengkap yaitu 4 pasang.
3. Daya serang atau daya tangkap tungau yang gesit.
4. Memiliki chelicera yang utuh yaitu sepasang.
5. Tungau yang digunakan merupakan tungau dewasa ditandai dengan adanya genital pore.

3.7.5 Tahap Pengujian

Tahap uji daya potensi pemangsaan tungau terhadap mortalitas *P. coffeae* dilakukan secara in vitro dengan meletakkan tungau predator dengan *P. coffeae* dalam 1 medium yaitu medium PPC dengan perbandingan 0:30, 1:30, 2:30, dan

3:30. Pengamatan dilakukan selama 72 jam untuk mengetahui daya pemangsaan tungau predator terhadap mortalitas *P. coffeae*. Tahapan pengujian daya pemangsaan tungau predator terhadap mortalitas *P. coffeae* adapun sebagai berikut.

- a. Menyiapkan medium PPC, tungau predator, dan nematoda *P. coffeae* yang telah berhasil diidentifikasi pada tahap sebelumnya.
- b. Meletakkan masing-masing 30 nematoda *P. coffeae* ke dalam medium perlakuan 1,2,3 dan medium kontrol.
- c. Meletakkan 1 tungau predator ke dalam medium perlakuan 1, 2 tungau predator ke dalam medium perlakuan 2, 3 tungau predator ke dalam medium perlakuan 3.
- d. Mengamati dan menghitung kematian *P. coffeae* selama 72 jam (3 hari).



Gambar 3.3 Tahap Uji Tungau Predator

3.8 Parameter Pengamatan

- a. Uji Daya Potensi Tungau Predator selama 72 jam (3 hari)

Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati dan menghitung di bawah mikroskop jumlah *P. coffeae* yang masih tersisa dan yang masih hidup, pengamatan dilakukan selama 72 jam (3 hari). Hal ini untuk mengetahui daya konsumsi tungau. Tujuannya untuk mengetahui seberapa banyak nematoda yang dikonsumsi seluruhnya oleh tungau dalam waktu yang telah ditentukan.

b. Potensi Tungau Predator dalam Mengendalikan Nematoda Parasit

Nematoda yang masih tersisa dihitung jumlahnya untuk mengetahui jumlah nematoda yang telah dimakan oleh tungau predator dalam waktu pengamatan yang ditentukan. Hal ini untuk mengetahui seberapa berpotensi tungau predator dalam memangsa nematoda pada waktu yang ditentukan.

c. Penyusunan Buku Ilmiah Populer

Setelah mendapatkan hasil penelitian, langkah selanjutnya adalah penyusunan media informasi berupa buku ilmiah populer. Buku ilmiah populer ini disusun setelah melakukan tahap penelitian. Buku ilmiah populer ini berisi mengenai potensi tungau sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit *P. coffeae*. Buku ilmiah populer ini akan disusun dan dikembangkan dengan outline sebagai berikut:

1. Halaman judul
2. Kata pengantar
3. Daftar isi
4. Bab 1 Pendahuluan
5. Bab 2 Pengendalian Hayati
6. Bab 3 Tungau Predator
7. Bab 4 Potensi tungau predator sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit
8. Bab 5 Penutup
9. Daftar Pustaka
10. Glosarium
11. Indeks
12. Tentang Penulis.

d. Uji Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Kelayakan buku ilmiah populer ini dilakukan oleh 4 validator, yaitu 1 validator ahli materi, 1 validator ahli media, dan 2 respon pengguna (1 peneliti dan 1 petani kopi). Hasil analisis ini sudah dapat digunakan untuk menentukan

kelayakan karena validator tersebut adalah orang yang berkompeten di bidang entomologi. Hasil uji kelayakan buku ilmiah populer akan digunakan untuk menganalisis kelayakan buku ini sebagai media cetak informasi. Hasil uji kelayakan buku berupa data kuantitatif dan sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa komentar dan saran dalam pembuatan buku ilmiah populer. Uji kelayakan buku ilmiah populer dilakukan berdasarkan kriteria-kriteria yang harus terpenuhi dalam pembuatan buku ilmiah populer.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan One Way ANOVA dengan taraf signifikan sebesar 5% menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 22 untuk mengetahui pengaruh potensi tungau. Apabila hasilnya signifikan maka dilanjutkan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari tiap perlakuan menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 95%.

3.9.2 Analisis Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Kelayakan buku ilmiah populer yang dilakukan oleh validator ahli materi, validator ahli media, dan respon pengguna berupa data kuantitatif dan sebagian kecil bersifat deskriptif yang berupa komentar dan saran.

Analisis dilakukan ketika data penilaian dari validator sudah terkumpul. Untuk mengetahui kelayakan buku ilmiah populer sebagai bahan bacaan masyarakat, maka skor yang diperoleh harus memiliki rentang terbaik. Indikator penilaian produk buku oleh ahli materi berjumlah 14, ahli media berjumlah 20, dan respon pengguna berjumlah 17 dengan demikian maka, skor atau nilai untuk kelayakan buku ilmiah populer dihitung berdasarkan nilai kelayakan yang diberikan oleh validator, sebagai berikut:

Tabel 3.1 Deskripsi Skor Penilaian Produk Buku Ilmiah Populer

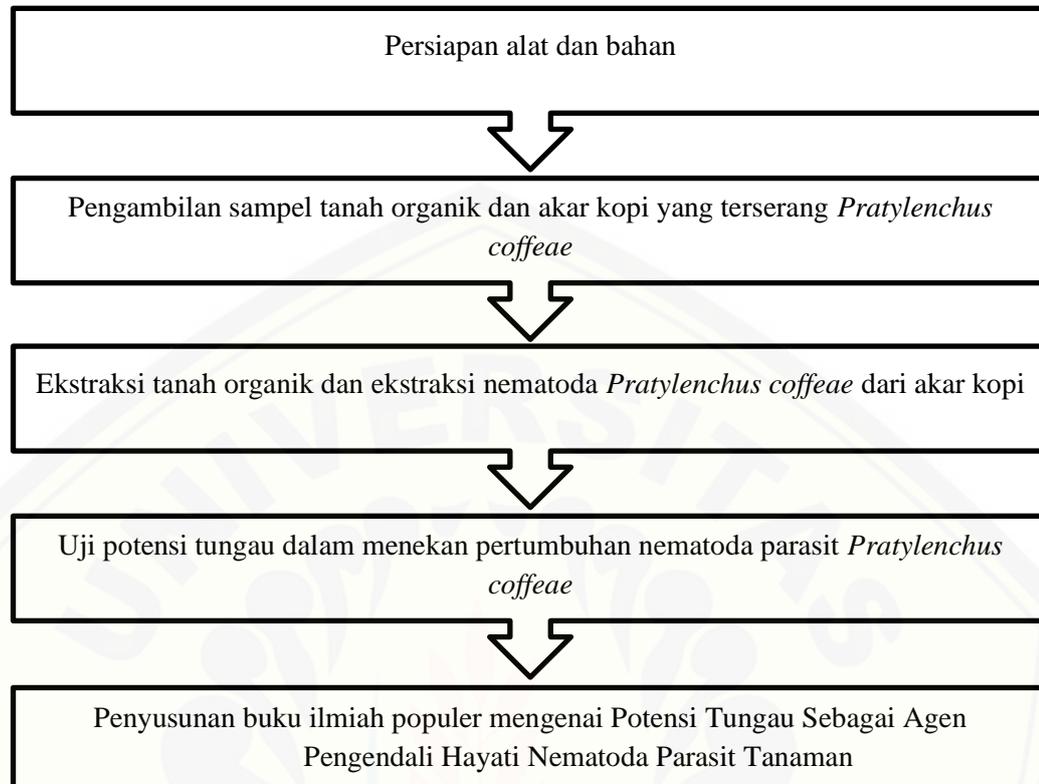
Kategori	Skor	Ahli Materi	Ahli Media	Respon Pengguna
Sangat kurang	1	1x14=14	1x20=20	1x17=17
Kurang	2	2x14=28	2x20=40	2x17=34
Cukup	3	2x20=40	3x20=60	3x17=51
Layak	4	2x17=34	4x20=80	4x17=68
Sangat Layak	5	3x14=42	5x20=100	5x17=85

Data penilaian kelayakan buku ilmiah populer yang diperoleh dari validator, selanjutnya diubah menjadi data kuantitatif-deskriptif dengan menggunakan kriteria kelayakan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan Buku Ilmiah Populer

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Sangat Kurang	$20 \leq X < 36$	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	$36 \leq X < 52$	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	$52 \leq X < 68$	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	$68 \leq X < 84$	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	$84 \leq X < 100$	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

3.10 Alur Penelitian



BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

4.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian potensi tungau predator sebagai agen pengendali hayati terhadap kematian nematoda *Pratylenchus coffeae* serta pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Setiap perlakuan pemberian tungau predator memiliki potensi dalam mengendalikan nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* yaitu mencapai 97% dan rata-rata makan pada waktu 72 jam sebesar 29,00 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang artinya tungau predator berpengaruh dalam memangsa nematoda *Pratylenchus coffeae*.
- b. Buku hasil penelitian potensi tungau sebagai agen pengendali hayati *Pratylenchus coffeae* sangat layak digunakan sebagai buku ilmiah populer dan sebagai media informasi untuk masyarakat.

4.3 Saran

Diharapkan untuk kedepannya dapat dilakukan penelitian lanjut mengenai potensi tungau predator terhadap kematian *P. coffeae* yang dapat diaplikasikan langsung ke media tanam berupa kopi. Tidak hanya 2 jenis saja yang digunakan namun diharapkan dapat menggunakan beberapa jenis tungau predator yang diujikan serta dapat berpotensi digunakan sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, B., dan I. Efendi. 2015. Komoditas Kopi Arabika di Sulawesi Selatan. *Jurnal Pertanian dan Industri*. 3(2): 25-34.
- Azevedo, L. H., dan L. G. Leite. 2019. Free Living Nematodes as Alternative Prey For Soil Predatory Mites: an Interdisciplinary Case Study of Conservation Biological Control. *Biological Control*. 132(1): 128-134.
- Barros, B. E. A., E. M. R. Pedrosa., dan E. F. D. Franca. 2019. Mobility of *Pratylenchus Coffeae* in Segmented Soil Columns Submitted to Water Flows And Plant Stimuli. *Semina: Ciencias Agrarias, Ladrina*. 40(5): 2189-2200.
- Bell, C. A., C. J. Lilley., dan J. Mc Carthy. 2015. Plant-Parasitic Nematodes Respond to Root Exudate Signals With Host-Specific Gene Expression Patterns. *Plos Pathogen Journals*. 15(2):145-157.
- Bilgrami, A. L. (1994). Predatory Behaviour of a Nematodes Feeding Mite *Tyrophagous putrescentiae* (Sarcoptiformes: Acaridae). *Fundamental and Applied Nematology*. 20(1): 96-98.
- Bramsista, G. A., I. G. Swibawa., dan Solikhin. 2015. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemulsaan Terhadap Kelimpahan Nematoda Parasit Tumbuhan di Lahan Perkebunan Tebu Menjelang Panen Periode Ratoon II PT GMP. *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(3): 379-383.
- Campos, V. P. dan L. Villain. 2005. *Nematode Parasite Of Coffee and Coca*. pp 529-580. In M. Luc, R.A. Sikora Danj. Bridge (eds.). *Plant Parasitic Nematode In Subtropical and Tropical Agriculture*. Willingford: CABI Publishing.
- Castillo, P. dan N. Vovlas. 2007. *Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management*. Netherland: Koninklijke Brill Nv.
- Carrillo, D., J. E. Pena, dan G. J. Moraes. 2015. *Prospect for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organism*. Springer International Publishing.
- Davies, K. dan Y. Spiegel. 2011. *Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes: Building Coherence Between Microbial Ecology and Moleculer Mechanisms*. New York: Springer.

- Dropkin, V. H. 1992. *Pengantar Nematologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Ebone, L. A., M. Kovaleski., dan C. C. Deuner. 2019. Nematicides: History, Mode, and Mechanism Action. *Plant Science Today*. 6(2): 91-97.
- Eseinbeis, G. dan W. Wichard. 1987. *Atlas on the Biology of Arthropods*. New York: Springer- Verlag Berlin Heidelberg
- Faradonbeh, M. M., H. Ostovan., B. M. Oconnor., M. Gheibi., O. Joharchi, dan F. Macchioni. 2019. *Promyalges italicus* sp. Nov. (Astigmata: Epidermoptidae) with Redescriptions of Mites of the Families Epidermoptidae and Cheyletidae (Prostigmata) Associated with *Pseudolynchia canriensis* (Diptera: Hippoboscidae) From Iran Italy. *Persian Journal of Acarology*. 8(1): 27-46.
- Ferris, Howard. 2018. *Nematodes*. [Http://Www.nemalex.ucdavis.edu](http://www.nemalex.ucdavis.edu) [Diakses Pada 2 November 2019].
- Gerson, U., R. L. Smiley., dan R. Ochoa. 2003. *Mites (Acari) for Pest Control*. New York: Blackwell Science Oxford. 183-189.
- Hajek, A.E. 2004. *Natural Enemies: An Introduction To Biological Control*. New York: Cambridge University Press.
- Halimah, D., A. Munif, dan Giyanto. 2016. Potensi Bakteri Endofit *Ochrobactrum intermedium*-C939a31, *Klebsiella oxytoca*-C939a32, *Bacillus subtilis*-I308a32 Asal Tanaman Kopi Untuk Mengendalikan Nematoda Luka Akar *Pratylenchus coffeae*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 12(2): 62-68.
- Haq, M. A. 2016. Oricultural Farming Practice: a Novel Approach to Agricultural Productivity. *Journal of Acarological Society Japan*. 25(4): 51-75.
- Harni, R. 2013. Potensi Bakteri Endofit Mengendalikan Nematoda Parasit Pada Tanaman Kopi. *Sirinov*. 1(3): 117-122.
- Hilwan, I. dan H. E. Prastiwi. 2013. Keanaekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah Pada Areal Bekas Tambang Timah di Kabupaten Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Silviculture Tropika*. 4(1): 35-41.
- Hollis, J. P. 2018. Induced swarming of a nematode as a means of isolation. *Nature*. 182: 956-957.

- Ika, M. 2015. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Perkebunan Di Indonesia. *Jurnal pengendalian OPT*. 4(1): 11-16.
- Imbriani, J. L. dan R. Mankau. 1983. Studies on *Lasioseius scapulatus*, a Mesostigmatid Mite Predaceous on Nematodes. *Journal Nematology*. 15(6): 523-528.
- Irawan, A. dan A. Hasibin. 2018. Pengembangan Buku Nonteks Bagi Siswa SMA Muhammadiyah Bantul Sebagai Bahan Penunjang Pembelajaran. *Jurnal Sosioedukasi*. 2(1): 14-22: 87-99.
- Iswella, E., Pudjianto, dan S. Santoso. 2016. Tingkat Pemangsaan *Neoseiulus longispinosus* Evans (Acari: Phytoseiidae) Terhadap *Tetranychus urticae* Koch dan *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae) serta Perilaku Kanibalismenya. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 13(3).
- Krantz, G. W. dan D. E. Walter. 2009. *A Manual of Acarology*. USA: Texas Tech University Press.
- Makarova, O. L. 2019. North Pacific Versus North Atlantic: a Case With Species of the Amphiboreal Littoral Mite Genus *Thalassogamasus* gen. nov. (Parasitiformes, Mesostigmata, Parasitidae). *Zootaxa*. 4647(1): 457-485.
- Manwaring, M., H.F. Nahrung, dan H. Wallace. 2019. Attack Rate And Prey Preference of *Laseioseius subterraneus* and *Protogamasellus mica* on Four Nematode Species. *Experimental and Applied Acarology*. 10(3): 1-13.
- Marcellino, L. A., M. T. Quintero., P. Mendoza dkk., 2014. Evaluation of Predation of the Mite *Lasioseius penicilliger* (Aracnida: Mesostigmata) on *Haemonchus contortus* And Bacteria-Feeding Nematodes. *Journal of Helminthology*. 88(1): 20-23.
- Moore, J. G., Walter, D.E, dan Hunt, H.W. 1988. Arthropod Regulation of Micro and Mesobiota in Belowground Detrital Food Webs. *Annual Review of Entomology*. 33(4): 765-779.
- Muraoka, M. dan N. Ishibashi. 1976. Nematode-feeding Mites and Their Feeding Behaviour. *Entomol Zoology*. 11(1): 1-7.
- Mustika, I., A. Islami, dan I. Pancawati. 2015. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Perkebunan di Indonesia. *Jurnal Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*. 1(4): 33-40.

- Ning Li, W. dan X. Feng Xue. 2019. Mitochondrial Genome Reorganization Provides Insights Into the Relationship Between Oribatid Mites and Astigmatid Mites (Acari: Sarcoptiformes: Oribatida). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 4(3): 347-356.
- Nugrohorini. 2012. *Nematoda Parasit Tanaman*. Surabaya: UPN Press Surabaya.
- Oka, Y., H. Koltai., M. B. Eyal., dan Y. Spiegel. 2000. New Strategies for the Control of Plant Parasitic Nematodes. *Pest Management Science*. 56: 983-988.
- Omar, N.A. dan O. M. O. Mohamed. 2014. Effect of Different Prey Mites on the Biological Aspects and Life Table Parameters of the Cunaxid Mite, *cunaxa setirostris* (Hermann) (Cunaxidae). *Acarines*. 8(1) 9-12.
- Purnomo, J. G. 2010. *Ekologi Arthropoda*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Pedoman Penulisan Buku Nonteks*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Ramakrishnan, N. dan R. Neravathu. 2019. Oribatid Mites as Potential Predators of the Root Knot Nematode, *Meloidogyne Incognita*. *Acarological studies*. 1(2): 123-128.
- Sulistyowati, E. D., S. Rahayu, dan F. N. Aini. 2012. Aplikasi Jamur *Paecilomyces lillacinus* Untuk Menginduksi Ketahanan Tanaman Kopi Terhadap Nematoda Parasit, *Pratylenchus coffeae*: Efektivitas Jamur *Paecilomyces lillacinus* Strain 251 Terhadap Nematoda Parasit, *Pratylenchus coffeae*. *Prosding Insinas*. 3(4): 145-148.
- Sumathi, E., R. Vishnupriya., K. Ramaraju, dan M. Geetha. 2019. Biological Control of Phytophagous Mites: A Review. *International Journal of Current Microbiology And Applied Sciences*. 8(1): 2153-2160.
- Sumiati, A. dan R. P. D. Julianto. 2018. Analisa Reisdu Pestisida Di Wilayah Malang Dan Penanggulangannya Untuk Keamanan Pangan Buah Jeruk. *Jurnal Buana Sains*. 18(2): 125-130.
- Sunarto, T., T. Suganda., dan F.N. Fazrina. 2016. Pengujian Bakteri Endofit untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Nematoda Bengkang Akar (*Meloidogyne graminicola*). *Penelitian ALG Universitas Padjajaran*. 3(4): 102-105.

- Suryaman, M. 2010. *Penggunaan Bahasa di Dalam Penulisan Buku Nonteks Pelajaran*. Yogyakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Stirling, G. P. 2014. *Biological of Plant-Parasitic Nematodes*. London: Library of Congress Cataloging-In-Publication Data.
- Stirling, G. R., A. M. Stirling, dan D. E. Walter. 2017. Prostigmatid Mite Protogamasellus Mica, An Effective Predator of Free-Living and Plant-Parasitic Nematodes. *Journal of Nematology*. 49(3): 327-333.
- Swibawa, I., G. W. Putra, dan A. Sunaryo. 2019. Produktivitas Budidaya Tanaman Kopi Arabika dan Robusta di Kecamatan Talang Padang, Sumba. *Jurnal Pertanian Dan Perkebunan*. 3(2): 219-230.
- Swibawa, I. G., N. Yasin., T. N. Aeny, dan S. Dewi. 2019. Nematoda Parasit Tumbuhan Dominan pada Bibit dan Tanaman Kopi Robusta (*C. canephora* var *robusta*) Muda di Kabupaten Tanggamus, Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 7(1): 219-230.
- Triman, B. dan Mulyadi. 2001. Pengendalian Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Buncis Dengan Bakteri *Pasteuria penetrans* dan Solarisasi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 7(1): 49-55.
- Utomo, M. 2012. *Tanpa Olah Tanah (Teknologi Pengolahan Pertanian Lahan Kering)*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Walter, D. E. 1988. Predation and Mycophagy by Endostigmatid Mites (Acari: Prostigmata). *Acarol*. 4: 159-164.
- Walter, D. E. dan D. T. Kaplan. 1990. Species, Guilds and Functional Groups: Taxonomy and Behavior in Nematophagus Arthropods. *Journal of Nematology*. 21(8): 789-795.
- Walter, D. E. dan H. C. Proctor. 2013. *Mites: Ecology, Evolution and Behaviour*. New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Walter, D. E., H. W. Hunt., dan E. T. Elliot. 1988. Guilds of Functional Groups? an Analysis of Predator Arthropods from a Shorgrass Stepe Soil. *Pedobiologia*. 31: 247-260.
- Walter, D. E. dan Ikonen. E. K. 1989. Species, Guilds and Functional groups: Taxonomy and Behaviour in Nematophagus Arthropods. *Journal of Nematology*. 21: 315-327.

- Walter, D. E., R. A. Hudgens., dan D. W. Freckman. 1986. Consumption of Nematodes by Fungivorous Mites, *Tyrophagus* spp. (Acarina: Astigmata: Acaridae). *Oecologia*. 70: 357-361.
- Yang, S. H., W. Q. Zhou., D. W. Wang dkk. 2019. Evaluation of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) for the Control of Plant Parasitic Nematodes, *Radopholus similis* (Tylenchida: Pratylenchidae) And *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Heteroderidae). *Biocontrol Science and Technology*. 10(1): 1-10.



MARIKS PENELITIAN

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian
Potensi Tungau Predator sebagai Agen Pengendali Nematoda Parasit Kopi <i>Pratylenchus coffeae</i> Zimmermann . Serta Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer	Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki nilai jual sangat tinggi. Peningkatan produksi kopi dengan skala yang semakin besar menyebabkan perubahan dalam ekosistem tanah sangat menguntungkan bagi perkembangan populasi hama dan penyakit kopi. Salah satu hama yang menyerang tanaman kopi adalah nematoda parasit (Anshori, 2015). Nematoda parasit tanaman merupakan organisme yang habitat aslinya yaitu tanah atau perakaran atau risosfer. Kopi yang terserang oleh nematoda parasit akan berdampak pada pertumbuhan dan hasil kopi yang kurang maksimal. Salah satu nematoda parasit dominan menyerang akar tanaman kopi adalah <i>Pratylenchus coffeae</i> . Infeksi <i>Pratylenchus coffeae</i>	1. Bagaimana pengaruh daya serang tungau predator terhadap pertumbuhan populasi nematoda parasit kopi <i>Pratylenchus coffeae</i> ? 2. Jenis tungau manakah yang dapat berperan paling tinggi dalam menekan	1. Variabel bebas pada penelitian potensi tungau predator adalah variasi jumlah tungau yang digunakan pada tiap perlakuan, yaitu berjumlah 1,2, dan 3 tungau predator. 2. Variabel terikat pada penelitian potensi	1. Data primer: Berdasarkan hasil uji potensi tungau dalam mengonsumsi dan menekan populasi nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> selama 72 jam (3 hari). 2. Data sekunder: diperoleh dari internet, jurnal, dan	Jenis Penelitian: deskriptif kuantitatif dilanjutkan dengan eksperimental laboratorium. Tempat dan Waktu Penelitian: Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan januari hingga maret 2020 dimulai dari tahap ekstraksi hingga tahap uji daya

terhadap akar kopi membuat akar kesulitan dalam menyerap air serta nutrisi dari dalam tanah sehingga hal ini membuat akar menjadi mudah busuk dan cepat mati (Davies, 2011).

Permasalahan ini diatasi oleh petani kopi menggunakan pestisida kimia. Pestisida kimia kurang baik digunakan dalam jangka panjang dan dapat menimbulkan dampak negatif. Dengan demikian untuk menanggulangi permasalahan ini perlu adanya pengendalian secara hayati atau biologi yaitu dengan menggunakan musuh alami berupa predator. Predator yang dapat dijadikan dalam pengendalian nematoda parasit yaitu salah satunya tungau predator (Purnomo, 2010).

Tungau dapat ditemukan di tanah yang memiliki unsur atau bahan organik tinggi. Tanaman yang memiliki bahan organik tinggi yaitu tanaman perkebunan. Tanaman perkebunan biasanya menggunakan sistem TOT (Tanpa Olah Tanah) yang diharapkan akan terjadi kesuburan tanah, maka hal ini juga dapat

populasi
Pratylench
us coffeae?
3. Apakah
buku hasil
penelitian
potensi
tungau
sebagai
agen
pengendali
hayati
Pratylench
us coffeae
layak
digunakan
sebagai
buku
ilmiah
populer?

tungau
adalah
jumlah
nematoda
yang
dimakan
atau
dikonsumsi
seluruhnya
dan jumlah
nematoda
yang masih
hidup.
3. Variabel
kontrol
pada
penelitian
ini antara
lain:
a) Medium
yang
digunakan
pada uji
daya
potensi
tungau
yaitu
medium

buku
sebagai
pendukung
informasi
yang
dibutuhkan

potensi
predator.
Alat dan Bahan:
Alat yang
digunakan dalam
penelitian ini
adalah cetok,
kantong plastik,
kamera digital,
Tullgreen Funnel,
saringan nematoda
300 mesh, saringan,
kain saring, karet
gelang, gelas
plastik, sendok
plastik, timbangan
digital, pipet,
tabung erlenmeyer,
kaca benda,
mikroskop SEM,
mikroskop
binokuler,
mikroskop stereo,
pengait nematoda,
blender, pengaduk,
botol vial
berdiameter 5 cm,
gelas ukur 10 ml,

meningkatkan biota tanah salah satunya adalah tungau predator (Bramsista dkk., 2015).

Menurut Stirling (2017), tungau mampu menekan pertumbuhan hama nematoda parasit. Tungau mampu menembus ke dalam tanah (minimal 8 m di sepanjang akar). Kelompok taksonomi tungau tersebut termasuk ke dalam ordo acari dan dibagi menjadi 4 Ordo yaitu Oribatida, Prostigmata, Mesostigmata, dan Astigmata (Ning Li dan Feng Xue, 2019). Tungau memiliki bagian mulut berupa chelicerae dan memiliki gigi lebih menonjol sehingga lebih mudah untuk menusuk dan menangkap mangsanya (Eisenbeis, 1987).

Berdasarkan hal tersebut diatas untuk menangani nematoda parasit tanaman perlu adanya penelitian lebih lanjut serta dapat diinformasikan kepada masyarakat bahwasannya tungau predator sangat cocok dijadikan sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit khususnya *Pratylenchus coffeae*.

Informasi yang disampaikan

PPC
(*Plaster of Paris and Activated Charcoal*)

botol semprot, mikropipet dan tip, cawan petri 50 mm, *soil tester*, dan pH meter.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu air, tanah organik perkebunan kopi, tebu, dan jeruk. akar tanaman kopi yang terserang nematoda, bubuk gypsum, bubuk charcoal atau karbon, kertas label, dan tisu.

Prosedur

Penelitian:

1. Tahap Persiapan
2. Tahap ekstraksi
3. Tahap pembuatan media PPC
4. Tahap pengujian

Analisi Data: Data hasil pengamatan dianalisis

tentang penelitian ini agar mudah dipahami dan bermanfaat bagi seluruh masyarakat yaitu menggunakan media informatif berupa buku ilmiah populer. Buku ilmiah merupakan salah satu jenis buku yang berisikan tentang ilmu pengetahuan yang didalamnya menyajikan fakta serta ditulis dengan bahasa yang mudah dipahami (Setiawan, 2017). Oleh sebab itu informasi dari penelitian ini lebih mudah dipahami dan bermanfaat bagi petani maupun masyarakat umum. Berdasarkan uraian tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai “Potensi Tungau sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit Kopi *Pratylenchus coffeae* Zimmermann. dan Pemanfaatannya sebagai Buku Ilmiah Populer”.

menggunakan One Way ANOVA, dengan taraf signifikansi sebesar 5% menggunakan *software* IBM SPSS statistics 22. Jika hasilnya signifikan maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Least Significantly Difference*) pada taraf kepercayaan 95%.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Pengamatan

Pengamatan pemangsa tungau predator terhadap Nematoda Ordo Oribatida

perlakuan		pengamatan ke-							total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6			
1	1	8	7	10	12	12	12	61	10,16667	
	2	10	8	8	10	7	7	50	8,333333	
	3	8	10	11	8	11	11	59	9,833333	
2	1	13	14	13	17	15	15	87	14,5	
	2	13	16	14	13	17	17	90	15	
	3	15	15	14	17	15	15	91	15,16667	
3	1	12	13	19	18	18	18	98	16,33333	
	2	16	15	22	19	17	17	106	17,66667	
	3	15	15	20	20	17	17	104	17,33333	

pengamatan pemangsa tungau predator terhadap nematoda Ordo Mesotigmata

perlakuan		pengamatan ke-						total	rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
1	1	12	15	18	20	22	22	109	18,16667
	2	13	14	14	16	19	20	96	16
	3	12	17	16	20	19	22	106	17,66667
2	1	18	20	22	26	26	28	140	23,33333
	2	20	23	22	25	25	28	143	23,83333
	3	19	21	24	26	25	26	141	23,5
3	1	26	28	28	30	30	29	171	28,5
	2	25	28	27	28	29	30	167	27,83333
	3	24	26	28	30	27	28	163	27,16667
kontrol	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Lampiran B. Data Hasil Analisis SPSS

		Descriptives							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
pemangsaan1	A	3	8.67	1.155	.667	5.80	11.54	8	10
	B	3	13.67	1.155	.667	10.80	16.54	13	15
	C	3	14.33	2.082	1.202	9.16	19.50	12	16
	D	3	12.33	.577	.333	10.90	13.77	12	13
	E	3	19.00	1.000	.577	16.52	21.48	18	20
	F	3	25.00	1.000	.577	22.52	27.48	24	26
	Total		18	15.50	5.480	1.292	12.77	18.23	8
pemangsaan2	A	3	8.33	1.528	.882	4.54	12.13	7	10
	B	3	15.00	1.000	.577	12.52	17.48	14	16
	C	3	14.33	1.155	.667	11.46	17.20	13	15
	D	3	15.33	1.528	.882	11.54	19.13	14	17
	E	3	21.33	1.528	.882	17.54	25.13	20	23
	F	3	27.33	1.155	.667	24.46	30.20	26	28
	Total		18	16.94	6.254	1.474	13.83	20.05	7
pemangsaan3	A	3	9.67	1.528	.882	5.87	13.46	8	11
	B	3	13.67	.577	.333	12.23	15.10	13	14
	C	3	20.33	1.528	.882	16.54	24.13	19	22
	D	3	16.00	2.000	1.155	11.03	20.97	14	18
	E	3	22.67	1.155	.667	19.80	25.54	22	24
	F	3	27.67	.577	.333	26.23	29.10	27	28
	Total		18	18.33	6.221	1.466	15.24	21.43	8
pemangsaan4	A	3	10.00	2.000	1.155	5.03	14.97	8	12
	B	3	15.67	2.309	1.333	9.93	21.40	13	17
	C	3	19.00	1.000	.577	16.52	21.48	18	20
	D	3	18.67	2.309	1.333	12.93	24.40	16	20
	E	3	25.67	.577	.333	24.23	27.10	25	26
	F	3	29.33	1.155	.667	26.46	32.20	28	30
	Total		18	19.72	6.667	1.571	16.41	23.04	8
pemangsaan5	A	3	10.00	2.646	1.528	3.43	16.57	7	12
	B	3	15.67	1.155	.667	12.80	18.54	15	17

	C	3	17.33	.577	.333	15.90	18.77	17	18
	D	3	20.00	1.732	1.000	15.70	24.30	19	22
	E	3	25.33	.577	.333	23.90	26.77	25	26
	F	3	28.67	1.528	.882	24.87	32.46	27	30
	Total	18	19.50	6.474	1.526	16.28	22.72	7	30
pemangsaan6	A	3	10.00	2.646	1.528	3.43	16.57	7	12
	B	3	15.67	1.155	.667	12.80	18.54	15	17
	C	3	17.33	.577	.333	15.90	18.77	17	18
	D	3	21.33	1.155	.667	18.46	24.20	20	22
	E	3	27.33	1.155	.667	24.46	30.20	26	28
	F	3	29.00	1.000	.577	26.52	31.48	28	30
	Total	18	20.11	6.910	1.629	16.67	23.55	7	30

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
pemangsaan1	3.118	5	12	.049
pemangsaan2	6.380	5	12	.004
pemangsaan3	3.260	5	12	.043
pemangsaan4	2.773	5	12	.069
pemangsaan5	7.819	5	12	.002
pemangsaan6	8.284	5	12	.001

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pemangsaan1	Between Groups	491.833	5	98.367	63.236	.000
	Within Groups	18.667	12	1.556		
	Total	510.500	17			
pemangsaan2	Between Groups	643.611	5	128.722	72.406	.000
	Within Groups	21.333	12	1.778		
	Total	664.944	17			
pemangsaan3	Between Groups	636.667	5	127.333	71.625	.000
	Within Groups	21.333	12	1.778		
	Total	658.000	17			

pemangsaan4	Between Groups	720.944	5	144.189	49.912	.000
	Within Groups	34.667	12	2.889		
	Total	755.611	17			
pemangsaan5	Between Groups	683.833	5	136.767	57.251	.000
	Within Groups	28.667	12	2.389		
	Total	712.500	17			
pemangsaan6	Between Groups	787.111	5	157.422	76.584	.000
	Within Groups	24.667	12	2.056		
	Total	811.778	17			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

pemangsaan1

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	8.67			
D	3		12.33		
B	3		13.67		
C	3		14.33		
E	3			19.00	
F	3				25.00
Sig.		1.000	.086	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pemangsaan2Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	8.33			
C	3		14.33		
B	3		15.00		
D	3		15.33		
E	3			21.33	
F	3				27.33
Sig.		1.000	.400	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pemangsaan3Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	9.67			
B	3		13.67		
D	3		16.00		
C	3			20.33	
E	3			22.67	
F	3				27.67
Sig.		1.000	.053	.053	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pemangsaan4

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
A	3	10.00				
B	3		15.67			
D	3		18.67	18.67		
C	3			19.00		
E	3				25.67	
F	3					29.33
Sig.		1.000	.052	.814	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pemangsaan5

Duncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
A	3	10.00				
B	3		15.67			
C	3		17.33	17.33		
D	3			20.00		
E	3				25.33	
F	3					28.67
Sig.		1.000	.211	.056	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

pemangsaan6

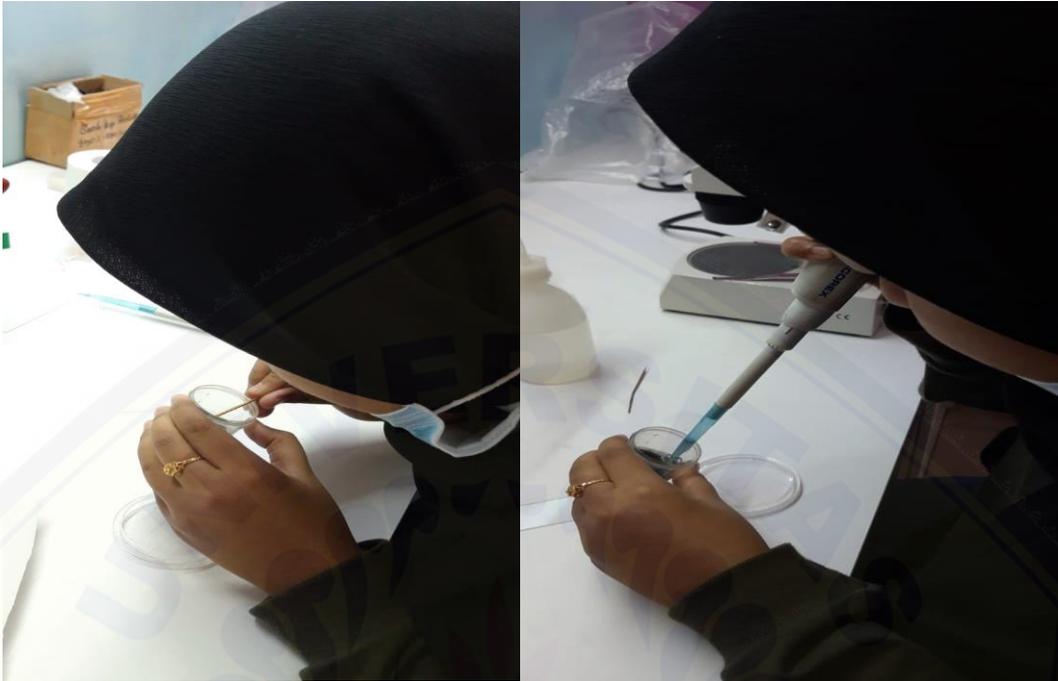
Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A	3	10.00			
B	3		15.67		
C	3		17.33		
D	3			21.33	
E	3				27.33
F	3				29.00
Sig.		1.000	.180	1.000	.180

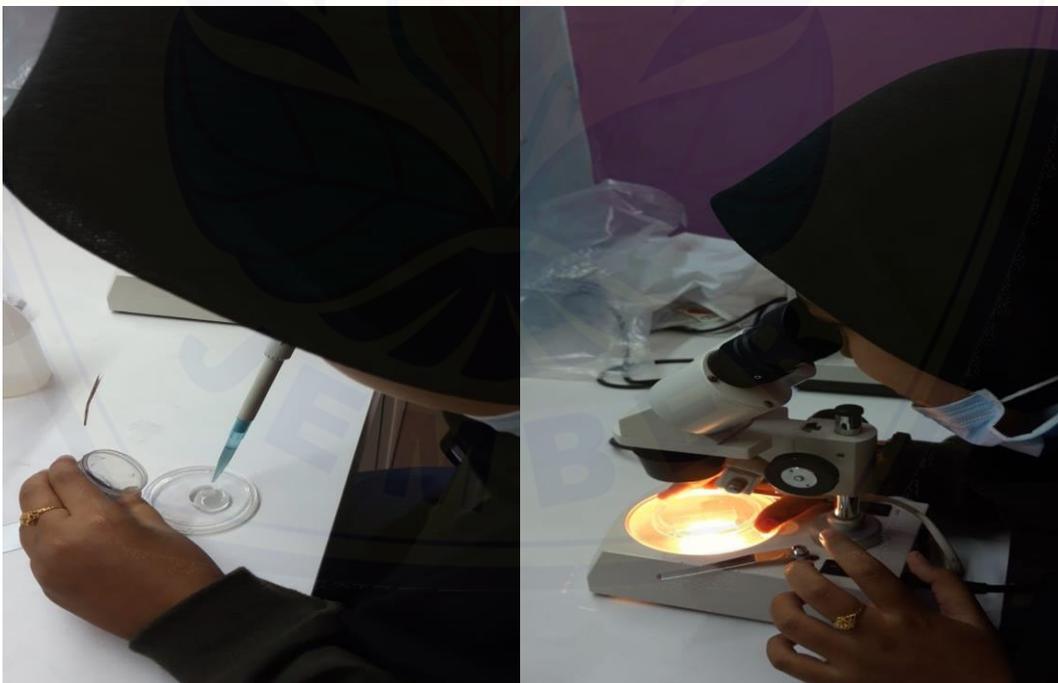
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran C. Foto Kegiatan Penelitian dan Pengamatan



a. proses uji pemangsaan tungau predator terhadap nematoda *Pratylenchus coffeae*



b. proses pengamatan dan penghitungan hasil pemangsaan tungau predator



c. botol uji penelitian



e. timbangan (menimbang tanah sebesar 200g)



d. botol uji penelitian



f. tullgreen funnel



h. proses penyaringan atau ekstraksi nematoda *P. coffeae*



i. Proses ekstraksi tungau predator



j. lahan perkebunan kopi Arabika Sumberwringin Bondowoso

Lampiran D. Hasil Validasi Buku Ilmiah Populer

**LEMBAR VALIDASI BUKU ILMIAH POPULER POTENSI TUNGAU
SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI *Pratylenchus coffeae*
OLEH AHLI MATERI**

I. Identitas Penulis

Nama : Chintya Widyasari
NIM : 160210103053
Program Studi : Pendidikan Biologi

II. Identitas Validator

Nama : Vendi Eko Susilo, S.Pd.,M.Si
Alamat : Perum Kebonsari Indah Blok Y.11
Pekerjaan : Dosen

III. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda check list (✓) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan tanggapan pada bagian kesimpulan dengan melingkari salah satu pilihan yang tersedia gun keberlanjutan produk buku panduan lapang yang telah disusun.
4. Keterangan penilaian:
1 = Sangat tidak valid
2 = Tidak valid
3 = Kurang valid
4 = Valid
5 = Sangat valid

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

No	URAIAN	Skor				
A. KETENTUAN DASAR						
1.	Mencantumkan nama pengarang/penulis atau editor	1	2	3	4	5 ✓
B. CIRI BUKU KARYA ILMIAH POPULER						
1.	Bukan merupakan buku acuan wajib bagi peserta didik dalam mengikuti mata pelajaran tertentu	1	2	3	4	5 ✓
2.	Materi buku tidak dilengkapi dengan instrumen evaluasi dalam bentuk pertanyaan, tes atau bentuk lainnya	1	2	3	4	5 ✓
3.	Tidak terkait dengan standar kompetensi/kompetensi dasar dalam standar isi	1	2	3	4	5 ✓
4.	Dapat dimanfaatkan oleh pembaca dari semua lapisan masyarakat	1	2	3	4	5 ✓
C. KOMPONEN BUKU						
1.	Ada bagian awal (prakata, pengantar, dan daftar isi)	1	2	3	4	5 ✓
2.	Ada bagian isi atau materi	1	2	3	4	5 ✓
3.	Ada bagian akhir (daftar pustaka, glosarium)	1	2	3	4	5 ✓
D. PENILAIAN ISI BUKU/ KONTEN BUKU						
1.	Sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir disahih dan akurat	1	2	3	4	5 ✓
2.	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademik seperti hasil penelitian, paper, skripsi, ataupun tesis	1	2	3	4	5 ✓
3.	Berisi informasi akurat, berdasar fakta (tidak menekankan pada opini atau pandangan penulis)	1	2	3	4	5 ✓
4.	Materi/isi buku mengaitkan dengan kondisi aktual dan berhubungan dengan kegiatan sehari-hari)	1	2	3	4	5 ✓
5.	Penyajin materi/isi dilakuakn secara runtun, bersistem, dan mudah dipahami	1	2	3	4	5 ✓
6.	Penyajin materi/isi mengembangkan kreativitas, kemampuan berinovasi	1	2	3	4	5 ✓
7.	Penyajin materi/isi mneumbuhkan motivasi untuk lebih jauh	1	2	3	4	5 ✓
8.	Ilustrasi (gambar, foto, diagram, tabel) yang digunakan seesuai dan proporsional	1	2	3	4	5 ✓
9.	Istilah yang digunakan baku	1	2	3	4	5 ✓

10.	Bahasa (ejaan, kata, kalimat, dan paragraf) yang digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas)	1	2	3	✓	5
11.	Menyajikan value added	1	2	3	✓	5

Kelayakan produk buku ilmiah populer sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor dalam bentuk presentase berikut.

$$P = \frac{\text{Skor yang didapatkan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Skor maksimal} = 95$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase skor} &= \frac{80}{95} \times 100\% \\ &= 84,21\% \end{aligned}$$

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Sangat Kurang	$20 \leq X < 36$	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	$36 \leq X < 52$	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	$52 \leq X < 68$	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	$68 \leq X < 84$	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	$84 \leq X < 100$	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

Saran dan Komentar Produk Buku Ilmiah Populer

pada dasarnya buku telah bagus, akan tetapi secara isi mungkin bisa dibuat dengan kalimat atau bahasa yang lebih mudah / umum karena sasaran pembaca adalah khalayak umum. terdapat beberapa hal yang harus diperbaiki misal gambar yang dipakai hendanya diberi ukuran

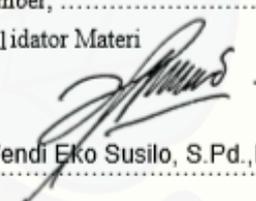
Kesimpulan:

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 24 November 2020

Validator Materi


Vendi Eko Susilo, S.Pd., M.Si

**LEMBAR VALIDASI BUKU ILMIAH POPULER POTENSI TUNGAU
SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI *Pratylenchus coffeae*
OLEH AHLI MEDIA**

I. Identitas Penulis

Nama : Chintya Widyasari
NIM : 160210103053
Program Studi : Pendidikan Biologi

II. Identitas Validator

Nama : Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd
Alamat : Perumahan Puri Bunga Nirwana 2 Jimbaran B 16
Pekerjaan : Dosen

III. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Tbu memberikan penilaian pada setiap aspek dengan memberi tanda check list (√) pada kolom skor yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.
3. Mohon Bapak/Tbu memberikan tanggapan pada bagian kesimpulan dengan melingkari salah satu pilihan yang tersedia gun keberlanjutan produk buku panduan lapang yang telah disusun.
4. Keterangan penilaian:
1 = Sangat tidak valid
2 = Tidak valid
3 = Kurang valid
4 = Valid
5 = Sangat valid

I. Instrumen Penilaian Buku Ilmiah Populer

Komponen	Butir	Skor				
Artistik dan estetika	Penggunaan teks dan grafis proporsional	1	2	3	4	5
	Kemenarikan layout dan tata letak	1	2	3	4	5
	Pemilihan warna yang menarik	1	2	3	4	5
	Tata letak unsur grafika estetis, dinamis, dan menarik serta menggunakan ilustrasi yang memperkelas pemahaman materi/isi buku	1	2	3	4	5
Fungsi Keseluruhan	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca	1	2	3	4	5
	Produk bersifat informative	1	2	3	4	5
	Secara keseluruhan produk buku menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca	1	2	3	4	5
Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam bab	1	2	3	4	5
	Keseimbangan substansi antar bab	1	2	3	4	5
Pendukung Penyajian Materi	Kesesuaian gambar dan keterangan	1	2	3	4	5
	Adanya rujukan/sumber acuan	1	2	3	4	5
Total Skor Keseluruhan						

Kelayakan produk buku ilmiah populer sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor dalam bentuk presentase berikut.

$$P = \frac{\text{Skor yang didapatkan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase skor} = \frac{44}{55} \times 100\% = 80$$

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Sangat Kurang	$20 \leq X < 36$	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	$36 \leq X < 52$	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	$52 \leq X < 68$	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	$68 \leq X < 84$	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	$84 \leq X < 100$	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

Saran dan Komentar Produk Buku Ilmiah Populer

1. Font boleh pakai variasi asal tdk berlebihan dan pas. Sehingga tidak terkesan kaku.
2. Untuk daftar Pustaka, bisa menggunakan variasi atau tambahan gambar seperti pada buku Campbell.
3. Untuk gambar tungau yang masih skematis, sebaiknya ditambahkan gambar aslinya by literatur sehingga akan lebih jelas.
4. Terkait gambar pendukung di aal Bab usahakan jangan sama pada semua BAB, carilah gambar yang mampu mendeskripsikan isi, gambar bisa lebih dari 1.
5. Gambar 2.1, 3.2 dan 3.3 itu gambar hasil penampakan melalui apa? Mikroskop/SEM atau lainnya. Perlu ditambahkan penjelasannya.

6. Ukuran font keterangan gambar harus dibedakan dengan tulisan utama, sehingga jelas pembedanya. Cek keseluruhan dan berlaku untuk semuanya.

Kesimpulan:

Berdasarkan penilaian diatas, maka produk buku ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
2. **Dapat digunakan dengan revisi**
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, November 2020

Validator Medis



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

NIDN. 0010118806

**LEMBAR VALIDASI BUKU ILMIAH POPULER POTENSI TUNGAU
SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI *Pratylenchus coffeae*
OLEH RESPON PENGGUNA**

I. Identitas Peneliti

Nama : Chintya Widyasari

NIM : 160210103053

Jurusan/ Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan dijenjang 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, tugas akhir yang berjudul "Potensi Tungau Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer".

Untuk mencapai tujuan tersebut, penyusun dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam melakukan penilaian buku ilmiah populer yang peneliti ajukan dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu melakukan penilaian buku ilmiah populer yang saya ajukan.

Hormat Saya,
Penyusun

Chintya Widyasari

III. Identitas Responden

Nama Lengkap : Ayu Nur Fitri
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat : Desa Karangbendo Kec. Rogojampi, Banyuwangi
 Pekerjaan : Mahasiswa
 Pendidikan Terakhir : S1

IV. Rubrik Skor Penilaian

Sangat Kurang	1	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	2	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	3	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	4	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	5	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

V. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan melingkari angka pada masing-masing item yang dinilai.
2. Jika perlu diadakan revisi pada produk Buku Panduan Lapangan silahkan menuliskan pada kotak saran yang telah disediakan di akhir instrumen validasi.

VI. Instrumen Penilaian Buku Ilmiah Populer

No.	Uraian	Skor				
A. KETENTUAN DASAR						
1.	Mencatumkan nama pengarang atau penulis, dan editor (apabila ada)	1	2	3	4	5
2.	Judul mewakili isi keseluruhan buku	1	2	3	4	5
3.	Mencatumkan penerbit atau instansi yang menaungi	1	2	3	4	5
B. SUBSTANSI						
1.	Karangan mengandung unsur ilmiah	1	2	3	4	5
2.	Informasi yang tercantum akurat dan berdasarkan fakta	1	2	3	4	5
3.	Aktualisasi tidak mengikat	1	2	3	4	5
4.	Bersifat obyektif	1	2	3	4	5
5.	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademika, misal: hasil penelitian	1	2	3	4	5
6.	Penulisan tidak terlalu kaku karena diselingi oleh fitur-fitur yang menarik agar pembaca tidak bosan	1	2	3	4	5
C. KOMPONEN BUKU						
1.	Terdapat bagian pendahuluan (prakata atau kata pengantar dan daftar isi)	1	2	3	4	5
2.	Terdapat bagian isi atau materi	1	2	3	4	5
3.	Terdapat bagian penutup (daftar pustaka, glosarium, dan profil penulis)	1	2	3	4	5
D. PENILAIAN MATERI/ISI BUKU						
1.	Materi/isi buku terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari	1	2	3	4	5
2.	Materi/isi buku menyajikan <i>value-added</i>	1	2	3	4	5
3.	Materi/isi buku memperkenalkan temuan baru	1	2	3	4	5
4.	Materi/isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan	1	2	3	4	5
5.	Materi/isi buku tidak menyinggung SARA, bias gender, serta pelanggaran HAM	1	2	3	4	5
6.	Materi/isi buku disajikan secara runtut dan mudah dipahami	1	2	3	4	5

7.	Materi/isi buku dapat mengembangkan kecakapan akademik	1	2	3	4	5
8.	Materi/isi buku dapat menumbuhkan motivasi dan rasa ingin tahu	1	2	3	4	5
9.	Materi/isi buku didukung oleh ilustrasi yang disajikan secara proporsional	1	2	3	4	5
10.	Materi/isi buku menggunakan istilah yang baku dan bahasa ilmiah	1	2	3	4	5
11.	Materi/isi buku menggunakan bahasa dan ejaan yang tepat dan mudah dipahami	1	2	3	4	5
TOTAL SKOR						

VII. Analisis Skor

Kelayakan produk buku ilmiah populer sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor dalam bentuk presentase berikut.

$$P = \frac{\text{Skor yang didapatkan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Skor maksimal} = 115$$

$$\text{Persentase skor} = 107/115 \times 100\% = 93\%$$

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Sangat Kurang	$20 \leq X < 36$	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	$36 \leq X < 52$	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	$52 \leq X < 68$	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	$68 \leq X < 84$	Semua item pada unsur yang dinilai sudah

Sangat Layak	$84 \leq X < 100$	memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer. Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
--------------	-------------------	---

VIII. Komentar Umum dan Saran

Secara keseluruhan buku ini disajikan sesuai dengan judul buku, menggunakan bahasa yang mudah dipahami, serta didukung berbagai ilustrasi gambar sehingga semakin meningkatkan pemahaman pembaca.

Terdapat beberapa saran untuk penulis antara lain:

1. Pada beberapa halaman terdapat spasi yang terlalu panjang (seperti pada halaman 23 dan 25)
2. Penulisan "Tentang penulis" sebaiknya disajikan satu kali saja karena berisi penjelasan yang sama.
3. Bisa ditambahkan rangkuman sehingga pembaca lebih mudah mengingat isi keseluruhan buku dan poin-poin penting dari buku ini
4. Fiturnya bisa ditambahkan lagi pada hal 15 sehingga tidak ada jeda panjang.

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

Cukup Layak

Kurang Layak

Sangat Kurang Layak

**LEMBAR VALIDASI BUKU ILMIAH POPULER POTENSI TUNGAU
SEBAGAI AGEN PENGENDALI HAYATI *Pratylenchus coffeae*
OLEH RESPON PENGGUNA**

I. Identitas Peneliti

Nama : Chintya Widyasari

NIM : 160210103053

Jurusan/ Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan dijenjang 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, tugas akhir yang berjudul "Potensi Tungau Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda *Pratylenchus coffeae* Zimm. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer".

Untuk mencapai tujuan tersebut, penyusun dengan hormat meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu dalam melakukan penilaian buku ilmiah populer yang peneliti ajukan dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu melakukan penilaian buku ilmiah populer yang saya ajukan.

Hormat Saya,
Penyusun

Chintya Widyasari

III. Identitas Responden

Nama Lengkap : Muhammad Yusuf
 Jenis Kelamin : Laki - laki
 Alamat : Perumahan Kaliurang Green Garden
 Pekerjaan : Petani
 Pendidikan Terakhir : SMA

IV. Rubrik Skor Penilaian

Sangat Kurang	1	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	2	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	3	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	4	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	5	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tiak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

V. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian dengan melingkari angka pada masing-masing item yang dinilai.
2. Jika perlu diadakan revisi pada produk Buku Panduan Lapang silahkan menuliskan pada kotak saran yang telah disediakan di akhir instrumen validasi.

VI. Instrumen Penilaian Buku Ilmiah Populer

No.	Uraian	Skor				
A. KETENTUAN DASAR						
1.	Mencatumkan nama pengarang atau penulis, dan editor (apabila ada)	1	2	3	4	5
2.	Judul mewakili isi keseluruhan buku	1	2	3	4	5
3.	Mencatumkan penerbit atau instansi yang menaungi	1	2	3	4	5
B. SUBSTANSI						
1.	Karangan mengandung unsur ilmiah	1	2	3	4	5
2.	Informasi yang tercantum akurat dan berdasarkan fakta	1	2	3	4	5
3.	Aktualisasi tidak mengikat	1	2	3	4	5
4.	Bersifat obyektif	1	2	3	4	5
5.	Sumber tulisan berasal dari karya ilmiah akademika, misal: hasil penelitian	1	2	3	4	5
6.	Penulisan tidak terlalu kaku karena diselingi oleh fitur-fitur yang menarik agar pembaca tidak bosan	1	2	3	4	5
C. KOMPONEN BUKU						
1.	Terdapat bagian pendahuluan (prakata atau kata pengantar dan daftar isi)	1	2	3	4	5
2.	Terdapat bagian isi atau materi	1	2	3	4	5
3.	Terdapat bagian penutup (daftar pustaka, glosarium, dan profil penulis)	1	2	3	4	5
D. PENILAIAN MATERI/ISI BUKU						
1.	Materi/isi buku terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari	1	2	3	4	5
2.	Materi/isi buku menyajikan <i>value-added</i>	1	2	3	4	5
3.	Materi/isi buku memperkenalkan temuan baru	1	2	3	4	5
4.	Materi/isi buku sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan	1	2	3	4	5
5.	Materi/isi buku tidak menyinggung SARA, bias gender, serta pelanggaran HAM	1	2	3	4	5
6.	Materi/isi buku disajikan secara runtut dan mudah dipahami	1	2	3	4	5

7.	Materi/isi buku dapat mengembangkan kecakapan akademik	1	2	3	4	5
8.	Materi/isi buku dapat menumbuhkan motivasi dan rasa ingin tahu	1	2	3	4	5
9.	Materi/isi buku didukung oleh ilustrasi yang disajikan secara proporsional	1	2	3	4	5
10.	Materi/isi buku menggunakan istilah yang baku dan bahasa ilmiah	1	2	3	4	5
11.	Materi/isi buku menggunakan bahasa dan ejaan yang tepat dan mudah dipahami	1	2	3	4	5
TOTAL SKOR						

VII. Analisis Skor

Kelayakan produk buku ilmiah populer sebagai buku bacaan masyarakat diketahui dengan mengkonversikan skor dalam bentuk presentase berikut.

$$P = \frac{\text{Skor yang didapatkan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Skor maksimal} = 115$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase skor} &= \frac{91}{115} \times 100\% \\ &= 79.13\% \end{aligned}$$

Kualifikasi	Skor	Keputusan
Sangat Kurang	$20 \leq X < 36$	Masing-masing item pada unsur dinilai sangat tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk. Sehingga sangat dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Kurang	$36 \leq X < 52$	Semua item pada unsur yang dinilai tidak sesuai dan terdapat kekurangan dengan produk sehingga dibutuhkan pembenaran agar dapat digunakan sebagai panduan buku ilmiah populer.
Cukup Layak	$52 \leq X < 68$	Semua item pada unsur yang dinilai kurang sesuai dan ada sedikit atau banyak kekurangan. Sehingga memerlukan pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Layak	$68 \leq X < 84$	Semua item pada unsur yang dinilai sudah memenuhi kriteria namun masih belum sempurna. Sehingga memerlukan sedikit pembenaran agar dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.
Sangat Layak	$84 \leq X < 100$	Semua item pada unsur yang dinilai sesuai dan tidak terdapat kekurangan dengan produk buku dengan demikian dapat digunakan sebagai buku ilmiah populer.

VIII. Komentar Umum dan Saran

Buku yang sudah cukup bagus, tetapi perlu lebih banyak menambahkan visualisasi atau gambaran sesuai dengan yang di jelaskan pada bahasan tertentu agar lebih mudah dibaca dan dipahami oleh masyarakat luas

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
- Cukup Layak
- Kurang Layak
- Sangat Kurang Layak