



**IDENTIFIKASI DAN UJI DAYA SERANG NEMATODA PREDATOR
TERHADAP MORTALITAS *Meloidogyne* spp. SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

Oleh
Reny Dwi Irfiana
NIM 150210103071

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



**IDENTIFIKASI DAN UJI DAYA SERANG NEMATODA PREDATOR
TERHADAP MORTALITAS *Meloidogyne* spp. SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

diajukan guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada
Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Oleh
Reny Dwi Irfiana
NIM 150210103071

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

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

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orangtuaku tercinta Ibu Sulirawati dan Bapak Sukari, serta kakakku tersayang Arfiyan Julianto, yang doanya tidak pernah henti beliau haturkan kepada Allah SWT, yang tulus memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan yang selalu mengingatkan untuk bersyukur dalam setiap keadaan;
2. Guru-guru TK Dharma Wanita, SDN 6 Kaligondo, SMPN 2 Genteng, MAN Genteng, dan seluruh Dosen Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang telah membimbing dengan tulus, mengarahkan dengan sabar, dan memberikan ilmu dengan penuh keikhlasan;
3. Almamater tercinta, Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang selalu menjadi kebanggaan;

MOTO

Man Jadda Wajada (Siapa yang bersungguh-sungguh, akan berhasil!) *)

Tuhanmu tidak meninggalkan kamu dan tidak (pula) benci kepadamu.

(Terjemahan QS. Adh-Dhuha: 3) **)

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Terjemahan QS. Al-Insyirah: 6-8) **)

*) Fuadi, A. 2013. Negeri 5 Menara. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

**) Departemen Agama Republik Indonesia. 2009. Al-Quran dan Terjemahannya. Jakarta: CV. Pustaka Al-Kautsar.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reny Dwi Irfiana

NIM : 150210103071

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “**Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne spp.* Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks**” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Juli 2019

Yang menyatakan,

Reny Dwi Irfiana

NIM 150210103071

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI DAN UJI DAYA SERANG NEMATODA PREDATOR
TERHADAP MORTALITAS *Meloidogyne* spp. SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI
BUKU NONTEKS**

Oleh
Reny Dwi Irfiana
NIM 150210103071

Pembimbing

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

PERSETUJUAN

**IDENTIFIKASI DAN UJI DAYA SERANG NEMATODA PREDATOR
TERHADAP MORTALITAS *Meloidogyne* spp. SERTA
PEMANFAATANNYASEBAGAI
BUKU NONTEKS**

SKRIPSI

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

Oleh

Nama Mahasiswa : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Angkatan Tahun : 2015
Daerah Asal : Banyuwangi
Tempat, Tanggal Lahir : Banyuwangi, 25 April 1997

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 26 Juli 2019
Tempat : Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19610222 198702 2 001

Anggota I,

Anggota II,

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

Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIP. 19800705 200604 2 004

Mengesahkan:
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

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

RINGKASAN

Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks; Reny Dwi Irfiana; 150210103071; 2019; 49 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Nematoda predator merupakan salah satu musuh alami nematoda parasit tanaman yang keberadaannya sering terabaikan. Penelitian mengenai agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman yang banyak berkembang saat ini adalah mengenai bakteri, jamur, aktinomisetes, alga, dan mikoriza. Jika dilihat dari mekanisme pengendaliannya nematoda predator lebih baik karena dapat menyerang langsung ke *Meloidogyne* spp. melalui predasi sedangkan bakteri dan jamur mekanisme pengendaliannya secara tidak langsung. Habitat dari nematoda predator adalah tanah, sekaligus berperan penting dalam kestabilan jaring-jaring makanan tanah (*soil food web*). Selain dapat berperan sebagai agen pengendali hayati, nematoda predator juga dapat berperan dalam merangsang siklus nutrisi tanaman yang memungkinkan tanaman untuk lebih menahan beban nematoda di akarnya. Ada 4 ordo yang merupakan nematoda predator yaitu ordo Mononchida, Diplogasterida, Dorylaimida, dan Aphelenchida. Masing-masing ordo memiliki cara makan yang berbeda-beda dan belum diketahui manakah yang memiliki daya serang terbaik terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.

Tujuan penelitian ini adalah 1) Mengidentifikasi apa saja nematoda predator yang terdapat pada tanah organik, 2) Melihat pengaruh daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp., 3) Mengetahui perbandingan nematoda predator yang memiliki daya serang paling tinggi terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp., 4) Menghasilkan buku nonteks yang layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat. Jenis penelitian ini ada 2 yaitu tahap identifikasi merupakan penelitian deskriptif dan tahap uji daya serang adalah penelitian eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Laboratorium Farmasi Klinis

dan Komunitas, Fakultas Farmasi, dan Laboratorium Biologi, FKIP, Universitas Jember.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 1 kontrol dengan masing-masing ulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan 1 (P1) adalah 5 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp.; Perlakuan 2 (P2) adalah 10 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp.; Perlakuan 3 (P3) adalah 15 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp., dan Kontrol berisi 50 *Meloidogyne* spp. tanpa nematoda predator. Pengamatan dilakukan setiap 3 jam sekali selama 24 jam dengan cara menghitung jumlah *Meloidogyne* spp. yang mati. Data dicari persentase mortalitasnya dan selanjutnya dianalisis menggunakan One Way ANOVA dengan taraf signifikansi 5%, apabila hasilnya terdapat pengaruh yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut yaitu uji LSD.

Hasil identifikasi dari tanah organik mendapatkan 2 spesies nematoda predator dari 2 ordo berbeda yaitu *Labronema* sp. (Dorylaimida) dan *Iotonchus* sp. (Mononchida). Tahap uji daya serang hanya dilakukan pada *Labronema* sp. (Dorylaimida) dikarenakan keberadaan *Iotonchus* sp. (Mononchida) terbatas. Hasil uji menunjukkan bahwa nematoda predator memiliki daya serang yang mampu menyebabkan mortalitas terhadap *Meloidogyne* spp. Persentase mortalitas tertinggi adalah P1 dengan nilai sebesar 38% dan terendah adalah P3 dengan nilai sebesar 30%. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,007 < 0,05$ yang artinya perlakuan berpengaruh signifikan, sehingga dilakukan uji lanjut yaitu uji LSD. Hasil uji LSD menunjukkan bahwa ketiga perlakuan berbeda secara nyata apabila dibandingkan dengan kontrol. Hasil uji kelayakan buku nonteks menunjukkan rata-rata nilai sebesar 90,81% dengan kualifikasi sangat layak.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks” sebagai tugas akhir di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1).

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

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

8. Keluarga tercinta, Ibunda Sulirawati dan Ayahanda Sukari, serta kakakku Arfiyan Julianto, yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Seluruh teknisi laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP; Pak wahyu dan Pak Sanusi selaku teknisi laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian; Mbak Dini selaku teknisi laboratorium Farmasi Klinis dan Komunitas, Fakultas Farmasi, Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian;
10. Sahabat satu tim penelitian Cica Ismi Nur Hajizah dan Ellena Fransina Leonor Lilipaly selaku kakak pembimbing, yang saling membantu, saling memberikan semangat dan motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini;
11. Sahabat kosan Nias Hore, Tutut Widyawati dan Reny Wulandari yang telah banyak membantu, menemani, dan selalu memberi semangat dalam banyak hal selama perkuliahan dan proses penyelesaian skripsi;
12. Sahabat-sahabatku: Ulum Winarsih, Wheni Milasari, Nuris Fatahilah, Eni Ermawati, Fitri Maulidina, Fara Dias Safrina, Ahmad Masduki, M. Nailul Abror, Zulfi Ridhotul, dan Dian Fadillah Humairoh, terima kasih atas waktu yang telah kita lalui bersama selama kuliah, sehingga perjalanan perkuliahan menjadi sangat berwarna;
13. Teman-teman organisasi di UNEJ Mengajar (UJAR) dan HMPSP Biologi Lumba-lumba atas pengalaman yang luar biasa;
14. Kawan-kawan angkatan 2015 Pendidikan Biologi Universitas Jember;
15. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulisan skripsi ini masih ada kekurangan sehingga penulis menerima kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2019

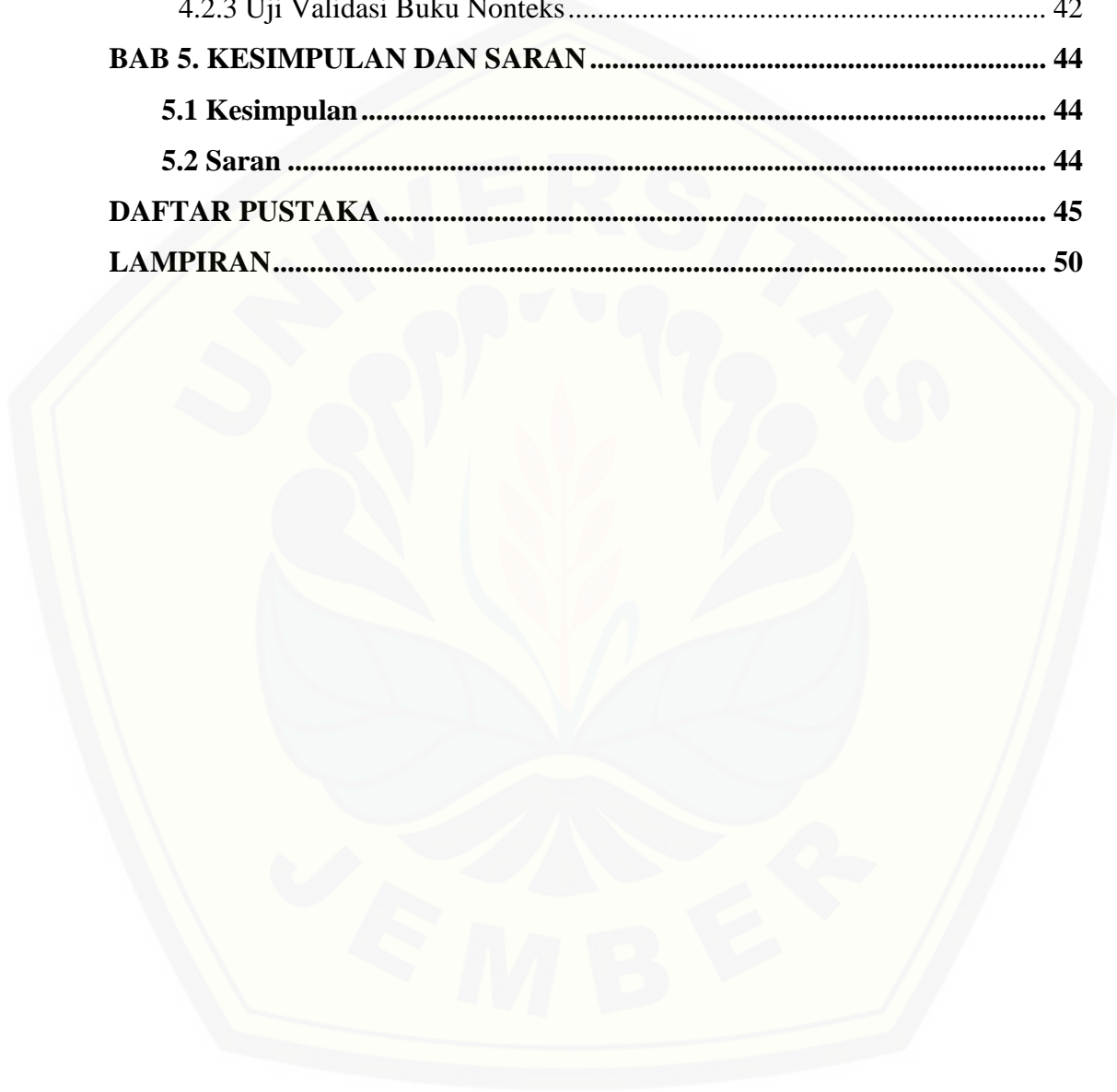
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN_PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
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	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Nematoda Parasit Tanaman <i>Meloidogyne</i> spp.	6
2.2 Pengendalian <i>Meloidogyne</i> spp.	9
2.3 Nematoda Predator	10
2.3.1 Ordo Mononchida.....	12
2.3.2 Ordo Dorylaimida.....	13
2.3.3 Ordo Diplogasterida.....	15
2.3.4 Ordo Aphelenchida.....	16
2.4 Peran Nematoda Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati.....	18

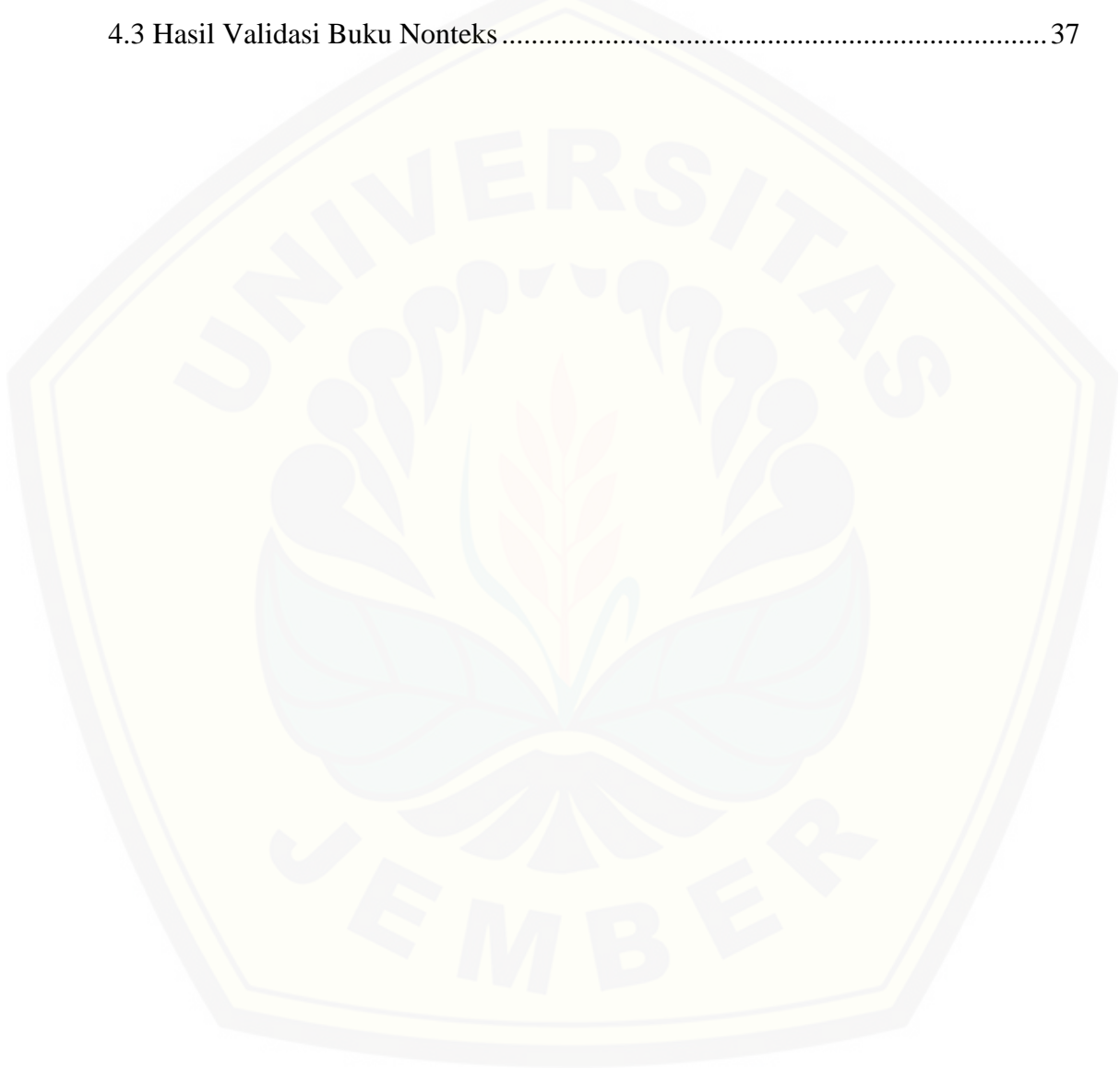
2.5 Buku Nonteks	19
2.6 Kerangka berpikir	20
2.7 Hipotesis	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2.1 Tempat Penelitian	22
3.2.1 Waktu Penelitian.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.3.1 Variabel Bebas.....	22
3.3.2 Variabel Terikat	22
3.3.3 Variabel Kontrol	22
3.4 Definisi Operasional.....	23
3.5 Desain Penelitian	23
3.6 Alat dan Bahan.....	24
3.6.1 Alat	24
3.6.2 Bahan	24
3.7 Prosedur Penelitian.....	24
3.7.1 Tahap Persiapan.....	24
3.7.2 Tahap Ekstraksi	24
3.7.3 Tahap Identifikasi	25
3.7.4 Tahap Pengujian	26
3.8 Parameter Pengamatan	26
3.9 Analisis Data.....	27
3.9.1 Analisis data penelitian.....	27
3.9.2 Analisis Validasi Buku Nonteks.....	27
3.10 Alur Penelitian	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian.....	30
4.1.1 Hasil Identifikasi.....	30
4.1.2 Hasil Uji Daya Serang	34

4.1.3 Hasil Uji Validasi Buku Nonteks	37
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Identifikasi	38
4.2.2 Uji Daya Serang.....	40
4.2.3 Uji Validasi Buku Nonteks.....	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Nonteks	28
4.1 Rerata Mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. Selama 24 Jam	35
4.2 Rerata Persentase Mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. Selama 24 Jam	36
4.3 Hasil Validasi Buku Nonteks	37



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi <i>Meloidogyne</i> spp.....	7
2.2 Bagian anterior nematoda yang menunjukkan tipe alat atau senjata makannya	11
2.3 Morfologi <i>Mylonhculus</i> sp.	13
2.4 Morfologi <i>Dorylaimoides</i> sp.	14
2.5 Morfologi <i>Mononchoides</i> sp.	16
2.6 Morfologi <i>Seinura onondagensis</i> n.sp.	17
2.7 Skema Kerangka Berpikir	20
3.1 Skema Alur Penelitian.....	29
4.1 Morfologi <i>Labronema</i> sp. betina utuh	30
4.2 Morfologi <i>Labronema</i> sp. betina.....	31
4.3 Morfologi <i>Labronema</i> sp. jantan utuh	31
4.4 Morfologi <i>Labronema</i> sp. jantan.....	32
4.5 Morfologi <i>Iotonchus</i> sp. utuh.....	32
4.6 Morfologi <i>Iotonchus</i> sp.	33
4.7 Massa Telur (<i>Egg Mass</i>) <i>Meloidogyne</i> spp.....	33
4.8 <i>Meloidogyne</i> spp. Tahap Juvenil 2 (J2).....	34
4.9 Grafik Mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp.	35
4.10 Daya Serang <i>Labronema</i> sp. Terhadap <i>Meloidogyne</i> spp.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matriks Penelitian	50
Lampiran B. Dokumentasi Penelitian	55
Lampiran C. Data Hasil Pengamatan	56
Lampiran D. Data Hasil Analisis SPSS	57
Lampiran E. Lembar Validasi Produk	59
E1. Lembar Validasi Produk Oleh Ahli Media	59
E2. Lembar Validasi Produk Oleh Ahli Materi	62
E3. Lembar Validasi Produk Oleh Pengguna	65
Lampiran F. Surat Ijin Penelitian	69
F1. Surat Ijin Penelitian FKIP	69
F2. Surat Ijin Penelitian FAPERTA	70
F3. Surat Ijin Penelitian FARMASI	71
Lampiran G. Produk Buku Nonteks	72
Lampiran H. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi	73
H1. Pembimbing Utama	73
H2. Pembimbing Anggota	74
Lampiran I. Hasil Identifikasi	75

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Nematoda puru akar (NPA) *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu hama penting di dunia yang cukup sulit dikendalikan karena kisaran inang yang luas dan perkembangannya yang cepat. Menurut Luc *et al.* (2005) *Meloidogyne* spp. tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis. Pertumbuhan tanaman yang terserang *Meloidogyne* spp. akan terhambat sebab serapan air dan unsur haranya terhambat, sehingga dapat menyebabkan hasil panen berkurang (Andani *et al.*, 2016). Menurut Dropkin (1991) *Meloidogyne* spp. memegang peranan penting dalam menimbulkan kerusakan akar pada tanaman hortikultura, palawija, perkebunan, dan gulma. Salah satu tanaman perkebunan potensial Indonesia yang juga terserang *Meloidogyne* spp. adalah kopi.

Berdasarkan Campos dan Villain (2005) *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu nematoda parasit yang menimbulkan masalah serius pada kopi selain *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, dan *Radopholus*. Menurut Silva *et al.* (2013) *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu faktor utama dalam penurunan produktivitas kopi di Brazil dan Amerika latin yang mencapai 45%. Selain itu Santos *et al.* (2017) juga menyebutkan bahwa Rodontia yakni daerah penghasil kopi terbesar di wilayah utara Brazil mengalami penurunan produksi kopi sebesar 20% akibat serangan *Meloidogyne* spp. Hal tersebut di atas lah yang membuat keberadaan *Meloidogyne* spp. harus dikendalikan.

Pengendalian hama yang sering dilakukan oleh petani adalah menggunakan pestisida kimia. Pestisida kimia digunakan karena efektif, praktis dan ekonomis, namun seringkali penggunaannya melebihi dosis anjuran. Menurut Indiaty dan Marwoto (2017) penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dapat menimbulkan resistensi hama dan pencemaran lingkungan. Selain itu menurut Syatravati dan Inderiati (2017) pestisida yang digunakan terus menerus dan tidak bijaksana akan menimbulkan resistensi hama, matinya musuh alami dan organisme berguna, timbulnya strain baru hama dan penyakit, serta pencemaran

lingkungan. Adanya dampak negatif pestisida kimia membuat pengendalian hama mulai beralih ke pengendalian hayati.

Pengendalian hayati lebih ramah lingkungan karena tidak meninggalkan residu kimia dan umumnya spesifik pada hama tertentu. Menurut Purnomo (2010) Pengendalian hayati adalah usaha penggunaan musuh alami, baik dengan introduksi maupun manipulasi untuk mengendalikan hama. Musuh alami nematoda parasit tanaman (*Meloidogyne* spp.) cukup banyak antara lain: bakteri, jamur, aktinomisetes, alga, mikoriza dan nematoda predator, namun penelitian yang banyak berkembang adalah agen pengendali hayati jamur dan bakteri (Pal dan Gardener, 2006). Seringkali keberadaan nematoda predator sebagai musuh alami *Meloidogyne* spp. terabaikan, padahal jika dilihat dari mekanisme pengendaliannya nematoda predator lebih baik karena menyerang langsung ke *Meloidogyne* spp., sedangkan bakteri dan jamur mekanisme pengendaliannya secara tidak langsung.

Nematoda predator merupakan kesatuan penting dalam jaring-jaring makanan di tanah (*soil food web*) yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman (Bilgrami, 1997 dalam Askary *et al.*, 2015). Selain dapat berperan sebagai agen pengendali hayati, nematoda predator dapat berperan dalam merangsang siklus nutrisi tanaman yang memungkinkan tanaman untuk lebih menahan beban nematoda di akarnya (Chattopadhyay dan Prasad, 2016). Nematoda predator dapat mengendalikan nematoda parasit secara langsung melalui predasi. Menurut Askary *et al.*, (2015) beberapa nematoda predator seperti *Allodorylaimus amylovorus*, *Discolaimus arenicolus* dan *Thornia* spp. serta *Seinura* spp. memangsa telur dan juvenil nematoda parasit tanaman *Heterodera* spp. dan *Meloidogyne* spp. Penelitian Wilecki *et al.* (2015). juga menyebutkan bahwa nematoda predator *Pristionchus pacificus* mampu membunuh larva *Caenorhabditis elegans*. Penelitian Koohkan dan Shokoohi (2014) juga menyebutkan bahwa nematoda predator *Mylonchulus sigmaturus* mampu menurunkan *Meloidogyne javanica* dan *Aphelenhus avenae* secara signifikan pada percobaan laboratorium.

Nematoda predator di atas sebagian besar tergolong ke dalam 4 ordo yaitu Mononchida, Diplogasterida, Dorylaimida, dan Aphelenchida (Khan dan Kim, 2007). Masing-masing ordo memiliki cara makan yang berbeda-beda. Menurut Askary *et al.*, (2015) ada tiga tipe cara makan nematoda predator yaitu memotong-menelan, menusuk-menghisap, dan memotong-menghisap. Ordo Mononchida memiliki cara makan memotong-menelan dengan alat makan berupa gigi dorsal runcing besar dan gigi kecil (dentikel), ordo Dorylaimida dan Aphelenchida memiliki cara makan menusuk-menghisap yakni menusuk mangsanya dengan stilet dan menghisap isi tubuhnya, dan ordo Diplogasterida memiliki cara makan memotong-menghisap dengan alat makan berupa rongga mulut dengan cakar seperti gigi dorsal yang dapat digerakkan.

Keempat ordo di atas berpotensi sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit tanaman, tetapi belum diketahui berapa perbandingan yang dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Meloidogyne* spp. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui nematoda predator yang memiliki daya serang terbaik terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp. Informasi mengenai kemampuan daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp. ini perlu disebarluaskan pada masyarakat. Salah satu media informasi yang dapat digunakan adalah buku nonteks. Buku nonteks adalah buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun sekolah, tetapi bukan merupakan buku pegangan utama dalam kegiatan pembelajaran (Widyaningrum *et al.*, 2015). Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian mengenai **“Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks”**.

1.2 Rumusan masalah

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

- a. Apa sajakah nematoda predator yang berhasil diidentifikasi?

- b. Bagaimana pengaruh daya serang nematoda predator terhadap *Meloidogyne* spp.?
- c. Berapa perbandingan nematoda predator yang mampu menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap *Meloidogyne* spp.?
- d. Bagaimana hasil uji kelayakan buku nonteks mengenai Nematoda Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit Tanaman?

1.3 Batasan masalah

Batasan masalah agar penelitian ini lebih terarah pada permasalahan yang akan diteliti, antara lain:

- a. Nematoda predator yang digunakan berasal dari tanah organik yaitu tanah kompos daun dari area Kecamatan Glenmore (Banyuwangi) dan tanah yang tercampur dengan pupuk kandang sapi dari area Kecamatan Srono (Banyuwangi).
- b. Nematoda Predator yang digunakan dalam proses uji daya serang adalah nematoda predator yang paling banyak ditemukan.
- c. Daya serang nematoda predator diindikasikan dengan mortalitas *Meloidogyne* spp.
- d. *Meloidogyne* spp. yang digunakan berasal dari akar tanaman pacar air yang terserang *Meloidogyne* spp. (yang dipakai adalah juvenil tahap 2).

1.4 Tujuan

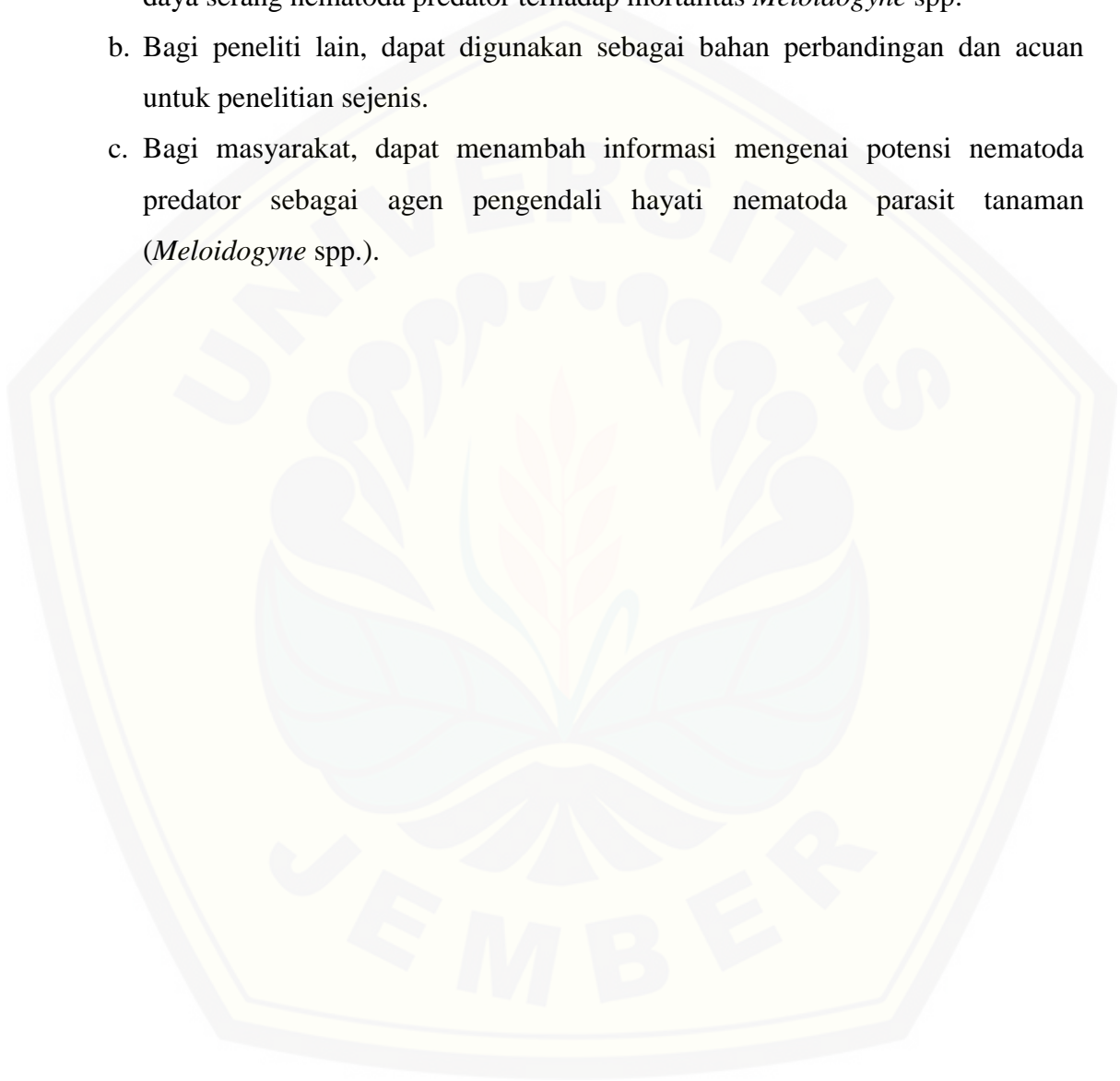
Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, tujuan yang ingin dicapai diantaranya adalah:

- a. Mengidentifikasi apa saja nematoda predator yang terdapat pada tanah organik.
- b. Melihat pengaruh daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.
- c. Mengetahui perbandingan nematoda predator yang mampu menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap *Meloidogyne* spp.
- d. Menghasilkan buku nonteks yang layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat.

1.5 Manfaat

Setelah dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat membawa manfaat, diantaranya adalah:

- a. Bagi penulis, dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan mengenai daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.
- b. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan perbandingan dan acuan untuk penelitian sejenis.
- c. Bagi masyarakat, dapat menambah informasi mengenai potensi nematoda predator sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit tanaman (*Meloidogyne* spp.).



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

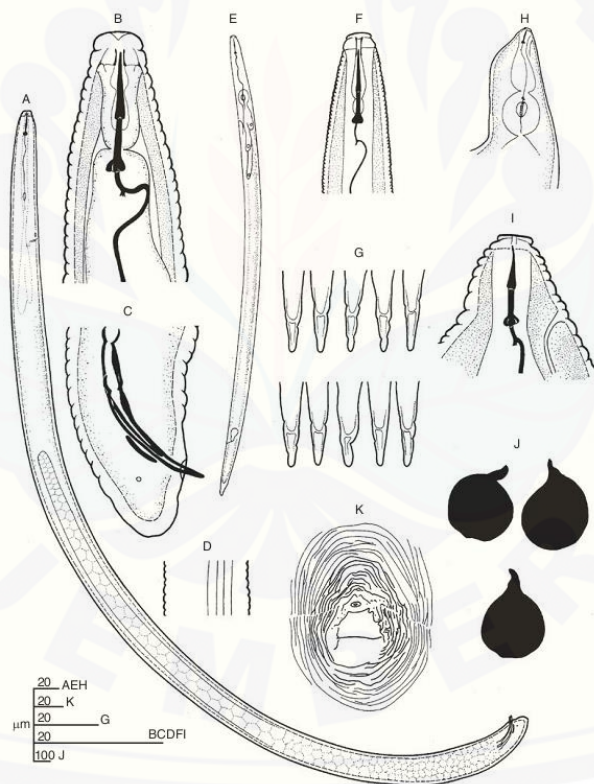
2.1 Nematoda Parasit Tanaman *Meloidogyne* spp.

Nematoda parasit tanaman adalah hama penting yang menyebabkan miliaran dolar kerusakan pada tanaman pangan dan serat di dunia (Davies dan Spiegel, 2011). *Meloidogyne* spp. tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis (Luc *et al.*, 2005). Pertumbuhan tanaman yang terserang *Meloidogyne* spp. akan terhambat sebab serapan air dan unsur haranya terhambat, sehingga dapat menyebabkan hasil panen berkurang (Andani *et al.*, 2016). Berikut ini merupakan klasifikasi *Meloidogyne* spp. berdasarkan ITIS (2018):

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Nematoda
Class	: Chromadorea
Order	: Tylenchida
Family	: Heteroderidae
Genus	: <i>Meloidogyne</i>
Species	: <i>Meloidogyne</i> spp.

Meloidogyne spp. berasal dari bahasa Yunani yang berarti “betina berbentuk apel”, merupakan polyphagus penting secara ekonomi, parasit obligat pada tanaman yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi dan terdistribusi di seluruh dunia, serta parasit hampir di setiap spesies tumbuhan. *Meloidogyne* spp. bereproduksi dan memakan sel tumbuhan yang ada di dalam akar tanaman, sehingga memunculkan bengkak kecil atau besar seperti simpul akar. Tumbuhan yang terserang *Meloidogyne* spp. akan menunjukkan gejala seperti kekerdilan, tumbuhan kurang kuat, dan layu, selain itu infeksi sekunder akan menghasilkan pembusukan yang luas sebab *Meloidogyne* spp. bekerja dengan cara mempengaruhi serapan air dan hara pada sistem perakaran tanaman (Perry *et al.*, 2009).

Meloidogyne spp. bersifat dimorfik seksual. Betina: berada dalam jaringan akar, globose (membulat), diameternya 0,3-0,7 mm dengan leher ramping. Vulva terletak subterminal dekat anus. Memiliki kutikula keputih-putihan, tipis dan transparan. Stilet pendek, labial skletonnya lemah. Memiliki pori ekskretori dari anterior ke median bulb dan dekat dengan stilet. Memiliki dua saluran genital yang membelit. Telur disimpan dalam matriks gelatin. Jantan: vermiform, hidup bebas di tanah, ukurannya 1-2 mm. Tubuhnya biasanya meliuk-liuk sepanjang 180°. Stilet dan labialnya kokoh. Ekornya pendek, hemisfer dan spikulanya kuat. Remaja (J2): ramping, vermiform, panjangnya sekitar 450 µm. Kerangka stilet dan labialnya lemah. Ekor berbentuk kerucut dengan bagian hialin di ujungnya (Luc *et al.*, 2005).



Gambar 2.1 Morfologi *Meloidogyne* spp.; A: Jantan utuh; B: Anterior jantan; C: Ekor jantan; D: Bidang lateral jantan; E: J2 utuh; F: Bagian anterior J2; G: Bagian ekor jantan; H, I: Anterior betina, bagian lateral; J: Betina utuh; K: Pola perineum (Sumber: Perry *et al.*, 2009).

Meloidogyne spp. memiliki siklus hidup yang terdiri atas 6 tahap yaitu telur, 4 fase juvenil (J1-J4) dan dewasa yang berlangsung selama 2-4 minggu. Mula-mula betina berkembangbiak secara partenogenesis menghasilkan telur. Telur tersebut diselimuti oleh matriks gelatin yang terdiri atas glikoptotein. Telur ini awalnya lunak dan akan menjadi kencang serta coklat seiring bertambahnya usia. Telur mengalami embriogenesis dan molting menjadi juvenil tahap 1 (J1), selanjutnya telur akan mengalami molting dan menetas menjadi juvenil tahap 2 (J2). Penetasan telur menjadi J2 tergantung suhu dan kelembaban lingkungan. Di dalam tanah J2 rentan dan perlu mencari *host* (inang) yakni akar tanaman. J2 invasif menyerang ujung akar dan mulai mencari tempat permanen yaitu pada sel protoxylem dan profloem dengan cara menginduksi sel-selnya untuk berdiferensiasi menjadi sel raksasa sehingga akar akan membesar dan membentuk benjolan. Di bawah kondisi menguntungkan, juvenil tahap 2 akan mengalami molting membentuk juvenil tahap 3 (J3) dan setelah 14 hari akan membentuk juvenil tahap 4 (J4), dan akhirnya tahap dewasa. Tubuh jantan dan betina tahap dewasa akan mengalami pembengkakan sehingga aktivitasnya akan terbatas. Ukuran tubuh betina dewasa akan tetap membengkak dan mengandung telur dalam jumlah yang banyak, sedangkan jantan dewasa tubuhnya akan kembali ramping seperti semula (Perry *et al.*, 2009).

Meloidogyne spp. merupakan endoparasit yang menetap, berinteraksi dengan *host* secara menarik yakni dengan cara menginduksi parenkim sel akar membentuk sel raksasa yang berisi multinukleat sebagai sumber makanannya (Perry *et al.*, 2009). *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu dari 10 nematoda parasit tanaman yang bersifat patogen dan merugikan perekonomian berdasarkan survei pengetahuann ilmiah dan ekonomi, tercatat ada sekitar 98 spesies pada Februari 2013 dan merupakan parasit hampir di seluruh tanaman (Jones *et al.*, 2013). Empat spesies *Meloidogyne* spp. yang dianggap paling penting dan tersebar merata yaitu *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, dan *M. shapla* (Moens *et al.*, 2009). Menurut Dropkin (1991) *Meloidogyne* spp. memegang peranan penting dalam menimbulkan kerusakan akar pada tanaman hortikultura,

palawija, perkebunan, dan gulma. Salah satu tanaman perkebunan potensial Indonesia yang juga terserang *Meloidogyne* spp. adalah kopi.

Berdasarkan Campos dan Villain (2005) *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu nematoda parasit yang menimbulkan masalah serius pada kopi selain *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, dan *Radopholus*. Menurut Silva *et al.* (2013) *Meloidogyne* spp. merupakan salah satu faktor utama dalam penurunan produktivitas kopi di Brazil dan Amerika latin yang mencapai 45%. Selain itu Santos *et al.* (2017) juga menyebutkan bahwa Rodontia yakni daerah penghasil kopi terbesar di wilayah utara Brazil mengalami penurunan produksi kopi sebesar 20% akibat serangan *Meloidogyne* spp.

2.2 Pengendalian *Meloidogyne* spp.

Pengendalian hama dan penyakit tanaman oleh petani masih tergantung pada penggunaan pestisida kimia, karena praktis dalam aplikasi dan hasil pengendalian cepat terlihat, tetapi seringkali penggunaannya melebihi dosis anjuran. Menurut Indiati dan Marwoto (2017) penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Syatrawati dan Inderiati (2017) bahwa pestisida yang digunakan terus menerus akan menimbulkan resistensi hama, resurgensi hama, matinya musuh alami dan organisme berguna, timbulnya strain baru hama dan penyakit, serta pencemaran lingkungan. Adanya dampak negatif pestisida kimia membuat pengendalian hama mulai beralih ke pengendalian hayati.

Pengendalian hayati adalah usaha penggunaan musuh alami, baik dengan introduksi maupun manipulasi untuk mengendalikan hama (Purnomo, 2010). Pengendalian hayati merupakan salah satu teknik pengendalian hama yang difokuskan terhadap pengendalian bersifat biologi dan beberapa cara lainnya yang tidak atau sedikit mengganggu keseimbangan alami ekosistem pertanian, sehingga terjaga keseimbangan antara populasi hama dan populasi musuh alaminya (Helmi, 2015). Jadi, pengendalian hayati adalah pengendalian populasi hama dengan menggunakan agen hayati (musuh alaminya). Berdasarkan mekanisme interaksinya dengan patogen, agen pengendali hayati dibedakan menjadi dua yaitu

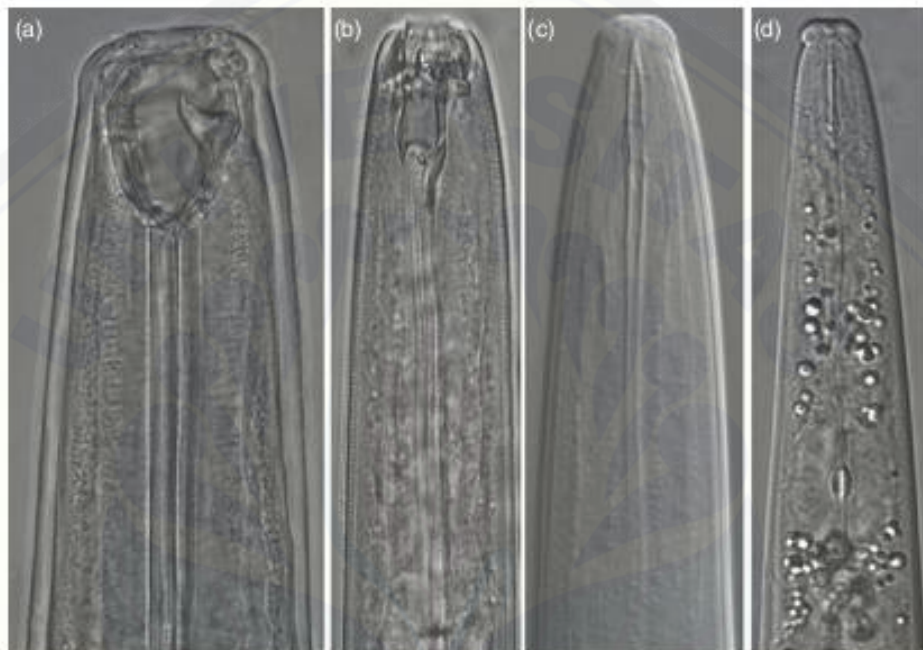
interaksi langsung dan interaksi tidak langsung. Interaksi langsung dihasilkan dari kontak fisik antara patogen dan agen hayati yaitu hiperparasitisme/predasi. Sedangkan interaksi tidak langsung berasal dari kegiatan yang tidak melibatkan penginderaan atau penargetan patogen oleh agen hayati yakni kompetisi atau induksi pertahanan tanaman oleh agen hayati (Chandrashekara *et al.*, 2014).

Menurut Pal dan Gardener (2006) musuh alami nematoda parasit tanaman (*Meloidogyne* spp.) cukup banyak, antara lain bakteri, jamur, aktinomisetes, alga, mikoriza dan nematoda predator, namun penelitian yang banyak berkembang adalah agen hayati jamur dan bakteri. Seringkali keberadaan nematoda predator sebagai musuh alami *Meloidogyne* spp. terabaikan, padahal menurut Davies dan Spiegel (2011) nematoda predator telah menunjukkan potensi sebagai agen hayati dan mampu menjaga keseimbangan ekosistem tanah. Mekanisme pengendalian hama oleh jamur dan bakteri adalah melalui interaksi tidak langsung, sehingga hasilnya tidak dapat langsung terlihat. Sedangkan mekanisme pengendalian hama (*Meloidogyne* spp.) oleh nematoda predator adalah secara langsung, sehingga memungkinkan hasilnya dapat langsung terlihat.

2.3 Nematoda Predator

Nematoda predator merupakan salah satu kesatuan penting dalam jaring-jaring makanan di tanah (*soil food web*) yang berpotensi sebagai agen hayati terhadap nematoda parasit tanaman (Bilgrami, 1997 dalam Askary *et al.*, 2015). Nematoda predator telah menunjukkan potensi biokontrol terhadap nematoda parasit tanaman dan ditetapkan sebagai bagian penting dalam jaring-jaring makanan di tanah (*soil food web*) (Grewal *et al.*, 2005). Potensi nematoda predator untuk pengendalian biologis nematoda parasit tanaman telah ditinjau oleh Khan dan Kim (2007) yakni nematoda predator dapat mengurangi populasi nematoda parasit tanaman di hampir semua tanah, sebab nematoda predator berasosiasi konstan dengan nematoda parasit tanaman di rhizosfer, selain itu juga nematoda predator dapat melepaskan nutrisi yang mampu meningkatkan ketahanan akar terhadap serangan nematoda parasit tanaman.

Nematoda predator memiliki 4 ordo yang dapat dijadikan sebagai agen biokontrol yaitu Mononchida, Diplogasterida, Dorylaimida, dan Aphelenchida (Khan dan Kim, 2007). Sedangkan berdasarkan alat makannya, nematoda predator dibedakan menjadi tiga kategori yaitu pemotong-penelan, penusuk-penghisap, dan pemotong-penghisap (Askary *et al.*, 2015). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai alat makan dari ke empat nematoda predator di atas:



Gambar 2.2 Bagian anterior nematoda yang menunjukkan tipe alat atau senjata makannya. A: Tipe pemotong-penelan, ditemukan di Mononchida; B: pemotong-penghisap, terdapat pada jenis Diplogasterida; C dan D: penusuk-penghisap, ditemukan pada jenis Dorylaimida dan Aphelenchida (Sumber: Askary *et al.*, 2015).

Adapun alat makan nematoda predator diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: pemotong-penelan, penusuk-penghisap, dan pemotong-penghisap. Tipe pertama adalah predator Mononchida yang memiliki peralatan makan berupa gigi dorsal runcing besar dan gigi kecil atau dentikel. Alat makannya adalah jenis pemotong dan menelan sehingga mereka menelan mangsanya utuh-utuh. Tipe kedua adalah bantalan stilet yakni pada Dorylaimida dan Aphelenchida. Predator jenis ini merupakan penusuk-penghisap yakni menusuk mangsanya dengan stilet dan menghisap isi tubuh mangsa. Tipe ketiga adalah pemotong-penghisap yang

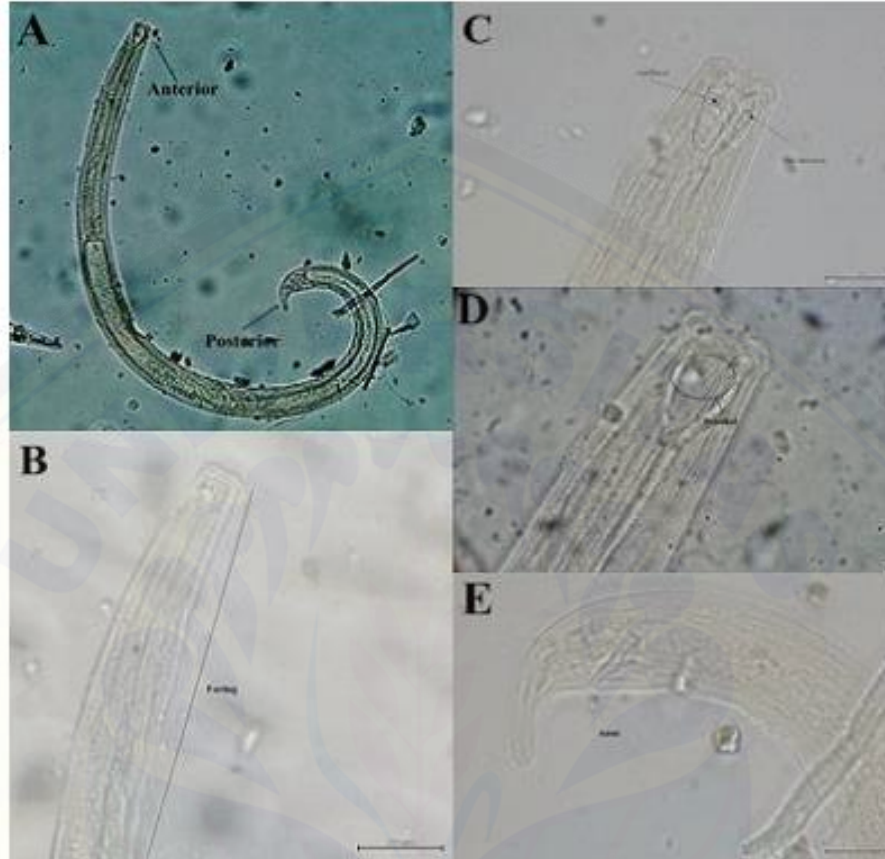
diwakili oleh Diplogasterida. Alat makan mereka berupa rongga mulut dengan cakar kuat seperti gigi dorsal yang dapat digerakkan. Gigi atau dentikel membantu memotong kutikula dan menggiling mangsanya (Grewal *et al.*, 2005). Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai empat ordo nematoda predator yang dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati:

2.3.1 Ordo Mononchida

Mononchida merupakan salah satu nematoda predator yang memiliki ciri berupa alat makan dengan satu gigi besar dan banyak dentikel (gigi kecil) yang berada di dalam rongga mulut (Askary *et al.*, 2015). Mekanisme penangkapan mangsa oleh mononchida berlangsung secara kebetulan dengan gerakan acak, mencari atau memilih mangsa, dan menyerang mangsa, namun kebanyakan menelan mangsanya langsung atau menelan mangsanya setelah mencabik-cabiknya menjadi beberapa bagian (*Iotonchus*), atau pun memotong dan menelan mangsanya seperti yang dilakukan oleh *Mylonchulus*. Mononchida biasanya langsung menelan mangsangnya dengan cara menariknya ke dalam rongga mulut di dukung dengan kontraksi otot-otot esofagus (Bilgrami, 2008).

Menurut Cobb (1917) semua Mononchida adalah predator dan mampu mengendalikan spesies nematoda parasit tanaman. Mononchida memakan berbagai nematoda parasit tanaman, rotifera, dan mikroorganisme tanah lainnya. Nematoda predator menelan 75% nematoda yang hidup bebas di tanah, dengan presentasi lebih dari 45% adalah tylenchida dan sekitar 41% dorylaimida (Bilgrami *et al.*, 1986). Bongers *et al.* (1995) dalam (Askary *et al.*, 2015) menyebutkan bahwa reproduksi mononchida rendah namun daya predasinya tinggi, siklus hidupnya relatif panjang tergantung spesiesnya. *P. punctatus* membutuhkan 45 hari untuk menyelesaikan satu siklus hidup, sedangkan *M. aquaticus* mampu menyelesaikan satu siklus hidup dalam 15 hari pada suhu 25°C (Maertens, 1975). Mononchida memiliki ukuran tubuh besar, mudah dilihat, distribusi dan frekuensinya tinggi, memiliki rongga mulut dan otot yang berkembang dengan baik, serta memiliki gigi. Berdasarkan studi yang telah dilakukan, ditemukan lebih dari 50 spesies mononchida adalah predator terhadap

nematoda parasit tanaman, yang meliputi sepuluh genus dari tiga famili yaitu Anatonchidae, Mononchidae dan Itonchidae (Askary *et al.*, 2015).

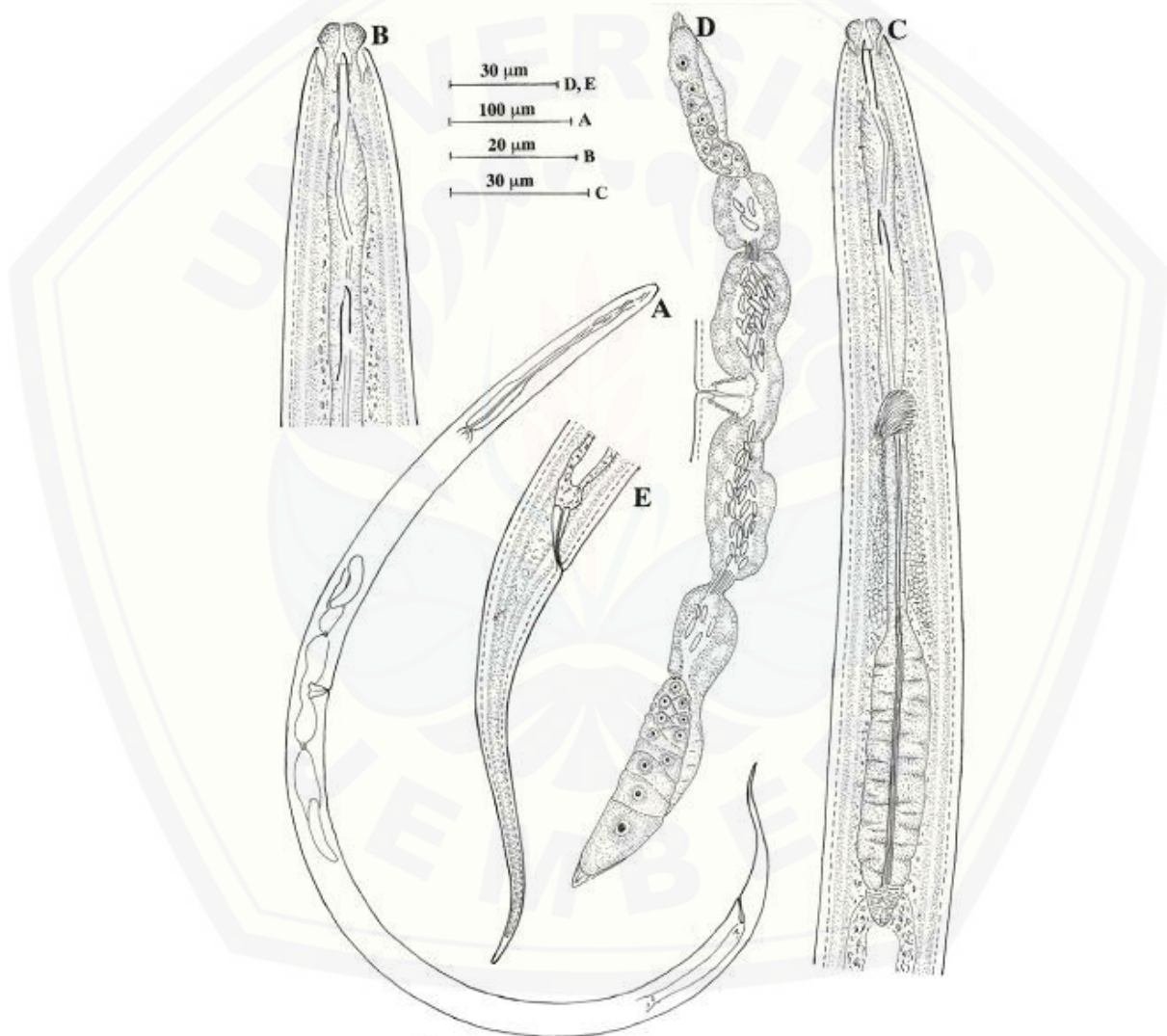


Gambar 2.3 Morfologi *Mylonchulus* sp. A: Betina utuh; B: Faring; C: Kepala; D: Gigi dentikel; E: ekor (Sumber: Nurdahlia *et.al*, 2016).

2.3.2 Ordo Dorylaimida

Dorylaimida merupakan salah satu dari ke empat ordo yang menjadi nematoda predator pemangsa nematoda parasit tanaman. Namun, tidak semua famili dari ordo Dorylaimida adalah nematoda predator. Tercatat dalam Askary *et al.* (2015) ada sekitar 14 spesies dari ordo Dorylaimida yang merupakan nematoda predator terhadap nematoda parasit tanaman, diantaranya yaitu family (genus): Qudsianematidae (*Allodorylaimus*, *Labronema*, *Eudorylaimus*, *Mesodorylaimus*), Discolaimidae (*Discolaimus*), Dorylaimidae (*Dorylaimus*), Nordidae (*Thornia*), Nyglolaimidae (*Aporcelaimellus*, *Auatides*) dan Trichodoridae (*Westindicus*). Nematoda predator dari ordo Dorylaimida memiliki tipe alat makan penusuk-penghisap dengan odontostyle, memiliki gigi besar yang menonjol (mural) yang

digunakan untuk menusuk atau memotong tubuh mangsanya sebelum dihisap isinya (Bilgrami dan Gaugler, 2004). Sebagian nematoda predator ordo Dorylaimida memiliki siklus umur panjang 3-6 bulan dan bervariasi tergantung genus atau spesiesnya, tetapi *Labronema vulpapapillatum* dapat menyelesaikan satu siklus hidup dalam 36 hari (Askary *et al.*, 2015). Dorylaimida melimpah di tanah maupun di air tawar dengan kelimpahan 200-500 juta/are (De Ley dan Blaxter, 2002).



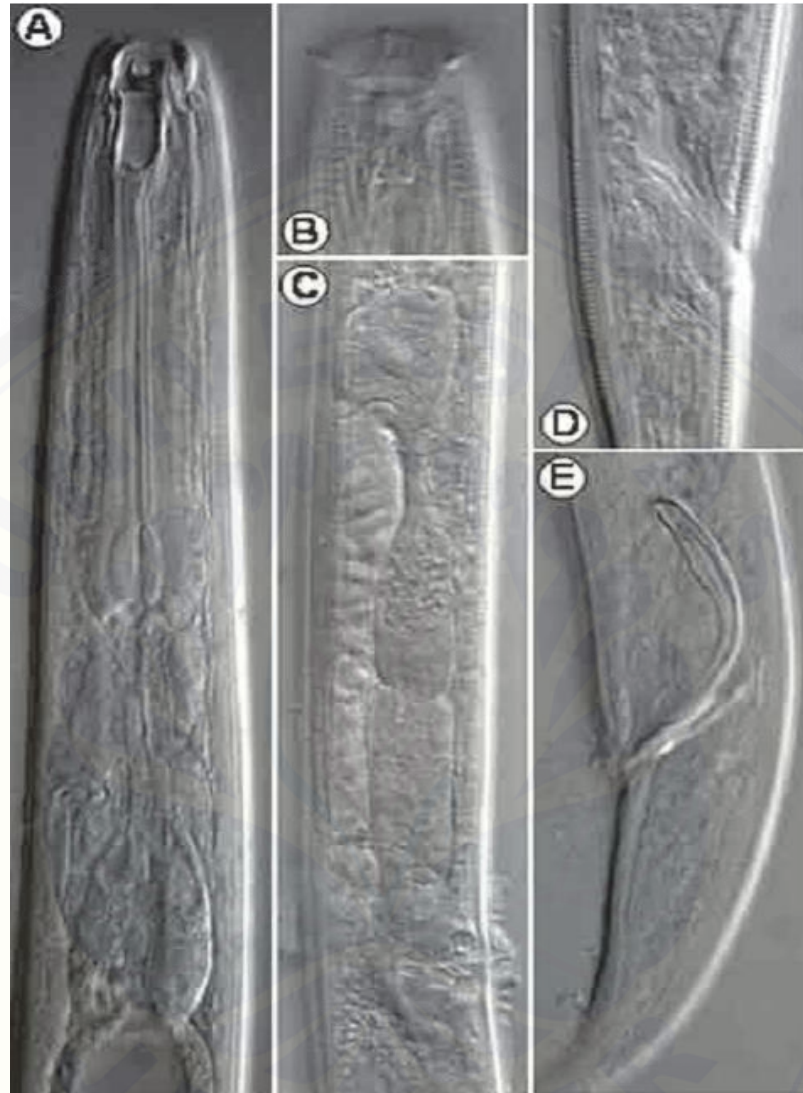
Gambar 2.4 Morfologi *Dorylaimoides* sp.; A: betina utuh; B: bagian anterior; C: faring; D: sistem genital; E: bagian posterior (Sumber: Choudhary *et al.*, 2005).

2.3.3 Ordo Diplogasterida

Diplogasterida merupakan salah satu ordo dari nematoda predator yang dapat dijadikan sebagai agen biokontrol nematoda parasit tanaman. Diplogasterida umumnya ditemukan dalam tanah organik atau pun serasah yang membusuk, memiliki rongga mulut yang disertai dengan gigi (Khan dan Kim, 2007). Diplogasterida dapat memakan mangsa yang lebih besar dari diri sendiri dengan cara memotong dan menghisap isi tubuh mangsanya setelah pencernaan ekstrakorporeal. Diplogasterida memiliki alat makan berupa rongga mulut yang dilengkapi gigi yang relatif lebih kecil daripada mononchida. Diplogasterida dapat berperan sebagai predator, omnivor, pemakan bakteri, jamur, maupun mikroorganisme lainnya (Askary *et al.*, 2015). Diplogasterida mudah dibudidayakan karena siklus hidupnya pendek, satu siklus hidup dapat diselesaikan dalam 8-15 hari dan dapat dibudidayakan secara sederhana menggunakan media nutrisi yang mengandung bakteri sebagai sumber makanan (Yeates, 1969).

Diplogasterida cocok sebagai agen biokontrol karena kemudahan budidayanya, tingkat pemangsaanya tinggi, mampu mendeteksi mangsa secara kemoatraktan, selain itu juga mampu beralih ke bakteri jika tidak tersedia mangsa ditempat tersebut, peka terhadap rangsang, resisten terhadap kondisi buruk, tingkat predasi dan fekunditasnya tinggi, serta tahan terhadap kelembaban tinggi (Askary *et al.*, 2017; Khan dan Kim, 2005; Chattopadhyay dan Prasad, 2016; Grewal *et al.*, 2005). Menurut Stirling (2014) beberapa spesies dalam ordo Diplogasterida memiliki kemampuan dalam menekan nematoda parasit tanaman di dalam rumput dan dapat mengurangi populasi total nematoda parasit tanaman setelah 30 hari aplikasi di tanah. Diplogasterida memiliki 9 spesies yang berasal dari 4 genus dan 2 famili berbeda yang telah dikukuhkan sebagai nematoda predator dari nematoda parasit tanaman. Spesies tersebut antara lain: *Butlerius degrissei*, *Butlerius micans*, *Fictor anchicoprohaga*, *Mononchoides bollingeri*, *Mononchoides changi*, *Mononchoides fortidens*, *Mononchoides gaugleri*, *Mononchoides longicaudatus* dan *Odontopharynx longicaudatus* (Askary *et al.*,

2015). Berikut ini merupakan gambar salah satu spesies nematoda predator ordo Diplogasterida yang memiliki kemampuan menekan nematoda parasit tanaman.

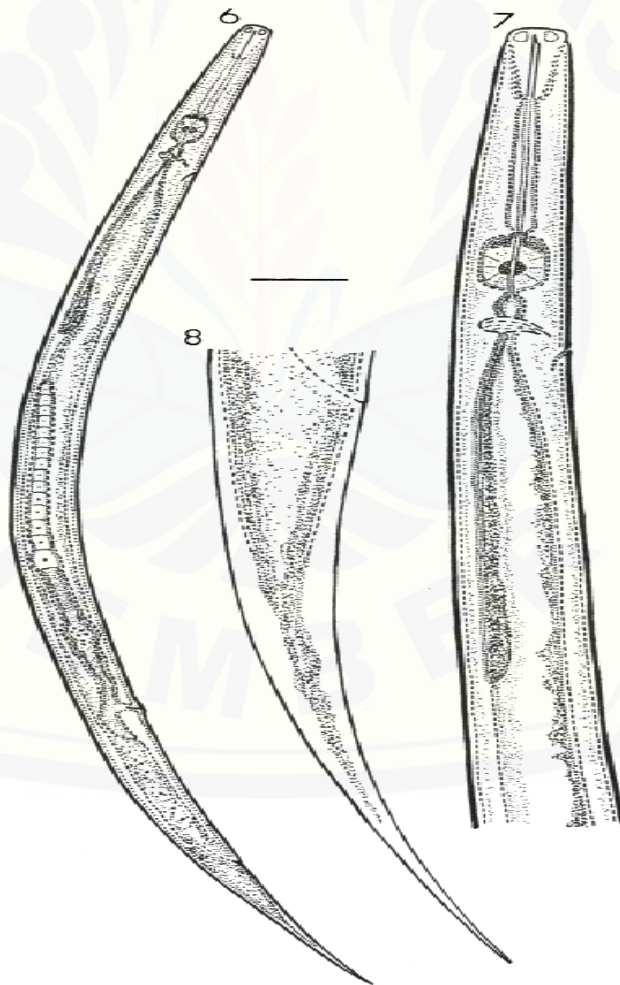


Gambar 2.5 Morfologi *Mononchoides* sp.; A: Faring; B: bagian amphidial; C: sistem reproduksi betina (anterior); D: daerah posterior jantan (Sumber: Mahamood *et al.*, 2007).

2.3.4 Ordo Aphelenchida

Aphelenchida adalah salah satu ordo yang dapat dijadikan sebagai nematoda predator. Namun tidak semua Aphelenchida adalah nematoda predator, ada yang sebagai parasit atau simbiosis pada serangga, ada yang sebagai nematoda parasit tanaman (akar, batang, daun), ada yang sebagai pemakan jamur, dan sebagian berperan sebagai nematoda predator. Ciri khas Aphelenchida sebagai

nematoda predator adalah memiliki alat makan berupa stilet dan median bulb yang menonjol pada kerongkongan. *Seinura* spp. adalah contoh Aphelenchida yang memangsa nematoda lainnya (Askary *et al.*, 2015). *Seinura* spp. memiliki stilet seperti jarum yang menembus kutikula mangsa dan menyuntikkan enzim pencernaan ke mangsa untuk melumpuhkan langsung mangsanya, kemudian diikuti oleh penghisapan isi tubuh mangsa, sehingga ia dapat memakan mangsa yang lebih besar darinya (Hechler, 1963). *Seinura* spp. memiliki siklus hidup pendek yaitu 3-6 hari dan reproduksi yang tinggi, serta dapat dibudidayakan dengan cepat dalam laboratorium. Tujuh *Seinura* spp. telah diketahui predator terhadap nematoda parasit tanaman termasuk *Heterodera* spp. dan *Meloidogyne* spp. (Askary *et al.*, 2015).



Gambar 2.6 Morfologi *Seinura onondagensis* n.sp.; 6: betina utuh; 7: kepala dan leher betina; 8: ekor betina (Sumber: Kaisa, 2000).

2.4 Peran Nematoda Predator Sebagai Agen Pengendali Hayati

Nematoda predator merupakan salah satu kesatuan penting dalam jaringan makanan di tanah (*soil food web*) yang berpotensi sebagai agen hayati terhadap nematoda parasit tanaman (Bilgrami, 1997 dalam Askary et al., 2015). Nematoda predator dapat berperan sebagai agen hayati dan juga berperan dalam merangsang siklus nutrisi tanaman, yang memungkinkan tanaman untuk lebih menahan beban nematoda di akar mereka (Chattopadhyay dan Prasad, 2016). Nematoda predator memainkan peran dalam proses ekosistem tanah, seperti penyediaan makanan, serat, air bersih dan udara, serta regulasi hama dan penyakit. Nematoda predator juga berperan dalam transformasi materi organik menjadi mineral dan nutrisi organik yang dapat diambil oleh tanaman yang nantinya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Selain itu aktivitasnya juga mampu berkontribusi dalam menjaga stabilitas jaringan makanan dalam tanah (Wilson dan Duarte, 2009).

Menurut Devi dan George (2018) nematoda predator menjadi pilihan alami dalam mengatasi nematoda parasit tanaman karena mereka memangsa mikroorganisme parasit tanaman. Nematoda predator juga memiliki fungsi ganda yaitu mengurangi populasi nematoda parasit tanaman dan juga melepaskan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Sehingga, nematoda predator menawarkan keamanan ekologis sebagai alternatif dari penggunaan nematisida. Peran nematoda predator sebagai agen pengendali hayati telah dibuktikan oleh beberapa penelitian terdahulu.

Berdasarkan penelitian Koohkan dan Shokoohi (2014) *Mylonchulus sigmaturus* (ordo Mononchida) mampu menurunkan *Meloidogyne javanica* dan *A. avenae* secara signifikan pada percobaan laboratorium. Sedangkan berdasarkan laporan Small (1979) *Prionchulus punctatus* (ordo Mononchida) mampu mengurangi kepadatan populasi *Globodera rostochiensis* dan *M. incognita* secara signifikan pada percobaan pot. Askary et al. (2015) menyebutkan bahwa sebagian ordo Dorylaimida (*Allodorylaimus amylovorus*, *Discolaimus arenicolus* dan *Thornia* spp.) memangsa telur dan juvenil nematoda parasit tanaman *Heterodera schachtii* dan *M. incognita*. Berdasarkan penelitian Wilecki (2015) *Pristionchus*

pacificus (ordo Diplogasterida) mampu membunuh larva *Caenorhabditis elegans* (ordo Rhabditida), hal ini sejalan dengan penelitian Bilgrami (2008) yang menyebutkan bahwa aplikasi *Mononchoides gaugleri* (ordo Diplogasterida) setelah 30 hari di lapangan rumput dapat menurunkan empat nematoda parasit tanaman yaitu (*Tylenchus* 20,2%, *Ditylenchus* 45%, *Tylenchorhynchus* 34,6%, dan *Aphelenchus* 45%). Selanjutnya disebutkan dalam Askary *et al.* (2015) *Seinura* spp. (ordo Aphelenchida) bersama beberapa nematoda myceliophagus (*Aphelencus* spp. dan *Aphelencoides* spp.) memangsa berbagai nematoda parasit tanaman termasuk *Heterodera* spp. dan *Meloidogyne* spp.

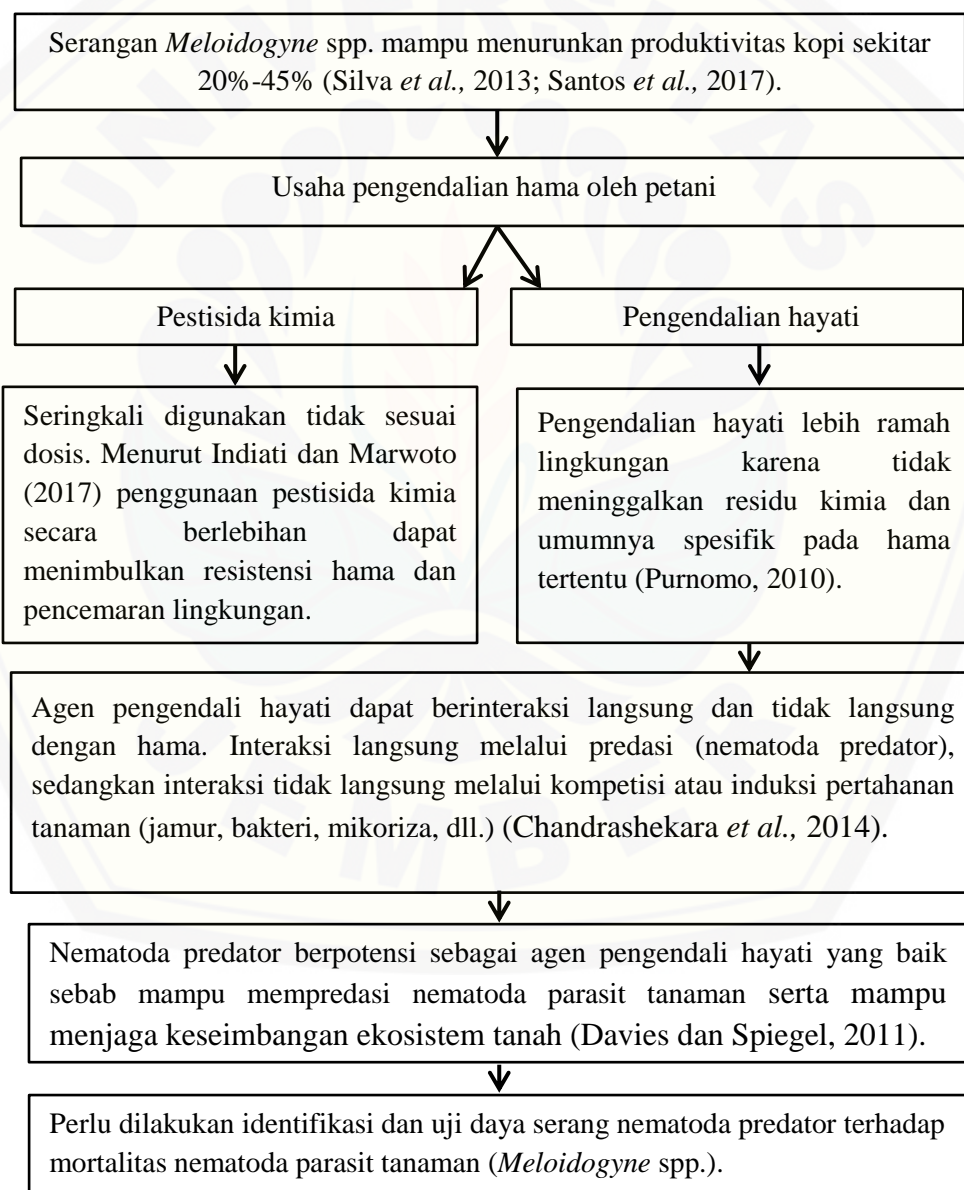
2.5 Buku Nonteks

Buku nonteks merupakan buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun sekolah, tetapi bukan merupakan buku pegangan utama dalam kegiatan pembelajaran (Widyaningrum *et al.*, 2015). Buku nonteks adalah buku pengayaan yang berfungsi untuk mengembangkan pengetahuan, meningkatkan kemampuan berpikir, dan menambah wawasan tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan budaya (Pusat Kurikulum dan Perbukuan, 2018). Berdasarkan Pusat Perbukuan (2008), ciri-ciri dari buku nonteks pelajaran, yaitu:

- a. Buku yang dapat digunakan di sekolah atau lembaga pendidikan, namun bukan merupakan buku acuan wajib bagi peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran;
- b. Buku yang menyajikan materi untuk memperkaya buku teks pelajaran, atau sebagai informasi tentang IPTEKS secara dalam dan luas, atau buku panduan bagi pembaca;
- c. Tidak diterbitkan secara berseri berdasarkan tingkatan kelas atau jenjang pendidikan;
- d. Berisi materi yang tidak terkait secara langsung dengan sebagian atau salah satu Standar Kompetensi atau Kompetensi Dasar yang tertuang dalam Standar Isi, namun memiliki keterhubungan dalam mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional;

- e. Materi atau isi buku nonteks dapat dimanfaatkan oleh pembaca dari semua jenjang pendidikan dan tingkatan kelas atau lintas pembaca, sehingga materi buku nonteks pelajaran dapat dimanfaatkan pula oleh pembaca secara umum;
- f. Penyajian buku nonteks pelajaran bersifat longgar, kreatif, dan inovatif sehingga tidak terikat pada ketentuan-ketentuan proses dan sistematika belajar yang ditetapkan berdasarkan ilmu pendidikan dan pengajaran.

2.6 Kerangka berpikir

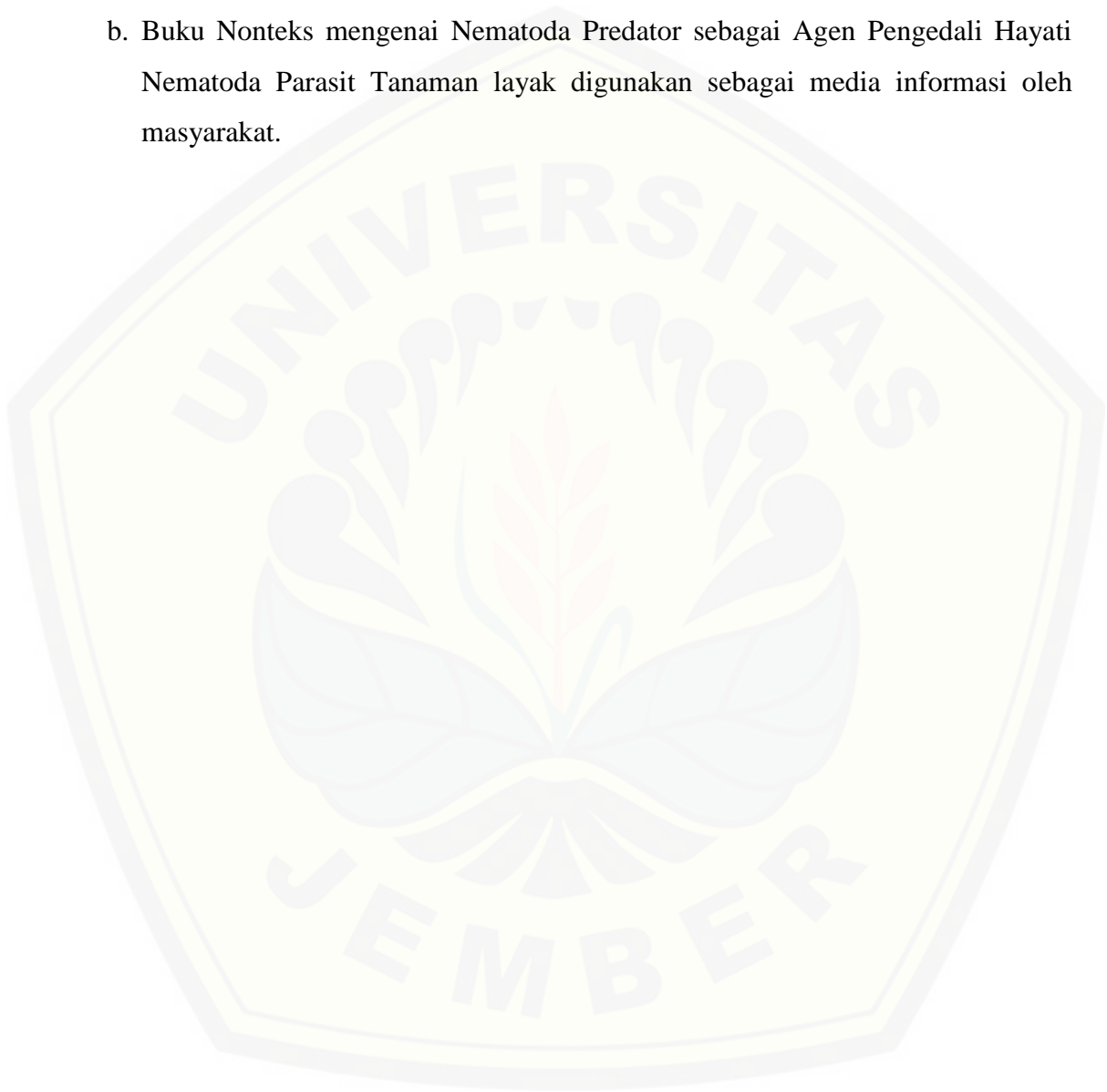


Gambar 2.7 Skema Kerangka Berpikir

2.7 Hipotesis

Berdasarkan dasar teori, maka hipotesis pada penelitian ini yaitu:

- a. Nematoda Predator memiliki daya serang yang dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Meloidogyne* spp.
- b. Buku Nonteks mengenai Nematoda Predator sebagai Agen Penedali Hayati Nematoda Parasit Tanaman layak digunakan sebagai media informasi oleh masyarakat.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini terdiri atas dua tahap yaitu tahap identifikasi dan tahap uji daya serang. Tahap identifikasi merupakan penelitian deskriptif dan tahap uji daya serang merupakan penelitian eksperimental laboratorium.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Laboratorium Farmasi Klinis dan Komunitas, Fakultas Farmasi, dan Laboratorium Biologi, FKIP, Universitas Jember.

3.2.1 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 15 Februari hingga 29 Mei 2019, dimulai dari tahap identifikasi nematoda hingga tahap uji daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah nematoda predator yang digunakan.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya serang nematoda predator terhadap *Meloidogyne* spp. (yang diindikasikan dengan mortalitas *Meloidogyne* spp.)

3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

- a. Nematoda predator yang digunakan adalah nematoda yang paling banyak ditemukan pada saat identifikasi.
- b. Nematoda parasit tanaman yang digunakan adalah *Meloidogyne* spp. tahap juvenil 2 (J2) yang berasal dari akar tanaman pacar air.

- c. Percobaan dilakukan di tempat yang sama dan disimpan pada suhu serta tempat yang sama pula.

3.4 Definisi Operasional

Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Nematoda predator merupakan kesatuan penting dalam jaring-jaring makanan di tanah (*soil food web*) yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman (Bilgrami, 1997 dalam Askary, 2015).
- b. Daya serang adalah kemampuan nematoda predator untuk menyerang dan membunuh mangsanya.
- c. Mortalitas merupakan jumlah kematian suatu populasi dalam waktu tertentu.
- d. *Meloidogyne* spp. merupakan nematoda parasit tanaman yang menyebabkan terbentuknya puru akar dan penurunan hasil produksi tanaman (Perry *et al.*, 2009).
- e. Buku nonteks adalah buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun sekolah, tetapi bukan merupakan buku pegangan utama dalam kegiatan pembelajaran (Widyaningrum *et al.*, 2015).

3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 1 kontrol dengan masing-masing 3 ulangan, sehingga total cawan yang digunakan dalam pengujian adalah $4 \times 3 = 12$ cawan. Adapun rancangan penelitiannya adalah sebagai berikut:

- a. Perlakuan 1, yaitu 5 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp.
- b. Perlakuan 2, yaitu 10 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp.
- c. Perlakuan 3, yaitu 15 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp.
- d. Kontrol, yaitu 50 *Meloidogyne* spp. tanpa nematoda predator.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat

Peralatan yang digunakan antara lain adalah *beaker glass* volume 1000 ml, kain tipis berpori, gelas plastik, pengait nematoda, gelas arloji, cawan petri, pipet tetes, timbangan, kaca benda, kaca penutup, selang plastik, mikroskop kompon/cahaya, mikroskop stereo, corong Baermann modifikasi, karet gelang, erlenmeyer, plastik, saringan 300 mesh, cawan petri diameter 5 cm, *cutter*, gelas ukur, pengaduk, kompor listrik, kulkas, parafilm, pipet, gunting, kamera digital, pinset, jarum pentul, botol kecil dan *tube eppendorf*.

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air, tanah organik kompos daun dan tanah organik yang tercampur pupuk kandang sapi, medium agar, akar tanaman pacar air yang terserang *Meioidogyne* spp., alkohol 70%, akuades, kertas label, tisu.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Tahap Persiapan

Tahap ini merupakan tahap persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian. Peralatan yang digunakan merupakan peralatan yang sudah ada di dalam Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Laboratorium Farmasi Klinis dan Komunitas, Fakultas Farmasi, dan Laboratorium Biologi, FKIP, Universitas Jember. Bahan yang digunakan diperoleh dari hasil sampling dan isolasi tanah organik serta akar tanaman pacar air yang terserang *Meloidogyne* spp.

3.7.2 Tahap Ekstraksi

Nematoda yang digunakan diperoleh dari hasil ekstraksi. Ekstraksi tanah dilakukan untuk mendapatkan nematoda predator dan ekstraksi akar dilakukan untuk mendapatkan *Meloidogyne* spp. Berikut merupakan langkah-langkah ekstraksi tanah menggunakan metode Baermann modifikasi:

- a. Mengambil sampel tanah secukupnya di lokasi yang telah ditentukan;
- b. Menimbang sampel tanah sekitar ± 100 gram;

- c. Memasukkan sampel tanah tersebut ke dalam kain berpori lalu diikat menggunakan karet gelang;
- d. Memasukkan sampel tanah tersebut ke dalam corong Baermann modifikasi dan menambahkan air secukupnya hingga tanah tersebut terendam;
- e. Mendiampkannya selama sehari semalam;
- f. Mengambil air hasil rendaman dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer;
- g. Mendiamkan air tersebut sebentar hingga mengendap, kemudian pindahkan ke dalam erlenmeyer $\pm 100-200$ ml air endapannya;
- h. Mengamati hasil ekstraksi tersebut dengan mikroskop atau dapat menyimpannya di dalam lemari pendingin.

Adapun langkah-langkah ekstraksi akar adalah sebagai berikut:

- a. Membersihkan akar dari sisa-sisa tanah dan kotoran lain yang melekat dengan cara mencuci bersih akar pada air mengalir;
- b. Mengamati akar di bawah mikroskop stereo dan memotong menggunakan pinset bagian yang terindikasi terserang *Meloidogyne* spp. (bagian bintil);
- c. Meletakkan pada cawan lain dan membedahnya menggunakan pinset/jarum untuk mendapatkan massa telur (*egg mass*) *Meloidogyne* spp.;
- d. Memisahkan massa telur dari matriks gelatinnya dan meletakkan telur yang telah terkumpul ke dalam cawan petri berisi air;
- e. Mendiamkan telur $\pm 24-120$ jam hingga telur menetas menjadi juvenil tahap 2 (J2).

3.7.3 Tahap Identifikasi

Identifikasi dilakukan secara morfologi dengan mengamati ciri-ciri morfologinya di bawah mikroskop cahaya mulai dari perbesaran kecil (40x) hingga perbesaran besar (400x), dan mencocokkan ciri-cirinya dengan buku panduan identifikasi nematoda yaitu Kunci Diagnostik Interaktif Untuk Nematoda Parasit Tanaman, *Freeliving*, dan Predator yang diadaptasi dari *An Illustrated Key To Nematodes Found In Fresh Water UNL Nematology Lab* (Pusat Karantina Tumbuhan, 2010) dan website <http://nemaplex.ucdavis.edu/>. Nematoda yang berhasil diidentifikasi, selanjutnya akan dipisahkan sesuai jenisnya dan dipilih

yang paling banyak ketersediaannya atau paling banyak ditemukan untuk dilakukan tahap pengujian.

3.7.4 Tahap Pengujian

Tahap pengujian daya serang nematoda predator terhadap *Meloidogyne* spp. diawali dengan pembuatan medium agar air. Adapun tahapan pengujian daya serang nematoda predator terhadap *Meloidogyne* spp. adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang bubuk agar sebanyak 0,4 gram dan menambahkan akuades hingga volume mencapai 40 ml;
- b. Memanaskan dan menghomogenkan larutan di atas penangas hingga mendidih;
- c. Menuang medium agar air ke dalam cawan hitung (*counting disk*) sebanyak 3 ml per cawan dan menunggu medium hingga dingin;
- d. Menyiapkan nematoda predator dan *Meloidogyne* spp.;
- e. Memasukkan nematoda ke dalam cawan dan mengamatinya selama 24 jam;
- f. Menghitung jumlah *Meloidogyne* spp. yang mati setiap 3 jam sekali.

3.8 Parameter Pengamatan

- a. Daya serang nematoda predator terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.

Pengamatan dilakukan setiap 3 jam sekali selama 24 jam untuk mengetahui tingkat mortalitas *Meloidogyne* spp. akibat serangan nematoda predator. Persentase mortalitas dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase mortalitas} = \frac{\text{jumlah } Meloidogyne \text{ spp. yang mati}}{\text{jumlah } Meloidogyne \text{ spp. total}} \times 100\%$$

- b. Penyusunan Buku Nonteks

Setelah menyelesaikan penelitian, langkah selanjutnya adalah penyusunan media informasi berupa buku nonteks. Buku yang disusun berukuran 14,8 cm x 21 cm. Buku nonteks yang dihasilkan berupa buku informatif disertai gambar yang bertujuan untuk menyebarluaskan informasi tentang nematoda predator kepada masyarakat.

c. Uji Validasi Buku Nonteks

Tahap pengujian Buku Nonteks bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan buku tersebut. Uji validasi buku dilakukan oleh 2 orang validator ahli yaitu ahli media dan ahli materi, serta 2 orang pengguna. Hasil uji validasi berupa angka dan saran sesuai kriteria yang berlaku. Hasil tersebut dapat digunakan untuk menentukan layak atau tidaknya buku tersebut sebagai media informasi masyarakat.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Analisis Data Penelitian

Data hasil pengamatan diuji menggunakan One Way ANOVA dengan taraf signifikansi 5% pada aplikasi IBM SPSS Statistics versi 22. Jika hasilnya signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut yakni uji LSD (*Least Significantly Difference*) yang bertujuan untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki pengaruh secara nyata terhadap mortalitas *Meloidogyne* spp.

3.9.2 Analisis Validasi Buku Nonteks

Validasi buku nonteks dilakukan oleh 2 orang validator dan 2 orang pengguna. Validator meliputi validator ahli materi dan validator ahli media. Data penilaian validasi yang diberikan berupa angka dan komentar. Terdapat 4 tingkatan kriteria penilaian oleh validator, yaitu:

- a. Skor 4: apabila validator memberikan penilaian sangat baik
- b. Skor 3: apabila validator memberikan penilaian baik
- c. Skor 2: apabila validator memberikan penilaian cukup baik
- d. Skor 1: apabila validator memberikan penilaian kurang baik

Analisis dilakukan setelah data penilaian dari validator terkumpul. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis data persentase (%). Buku nonteks dinyatakan layak sebagai bahan bacaan masyarakat jika memiliki rentang skor memenuhi syarat. Skor atau nilai untuk kelayakan buku nonteks dihitung berdasarkan rumus nilai kelayakan sebagai berikut:

$$\text{Nilai kelayakan buku} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

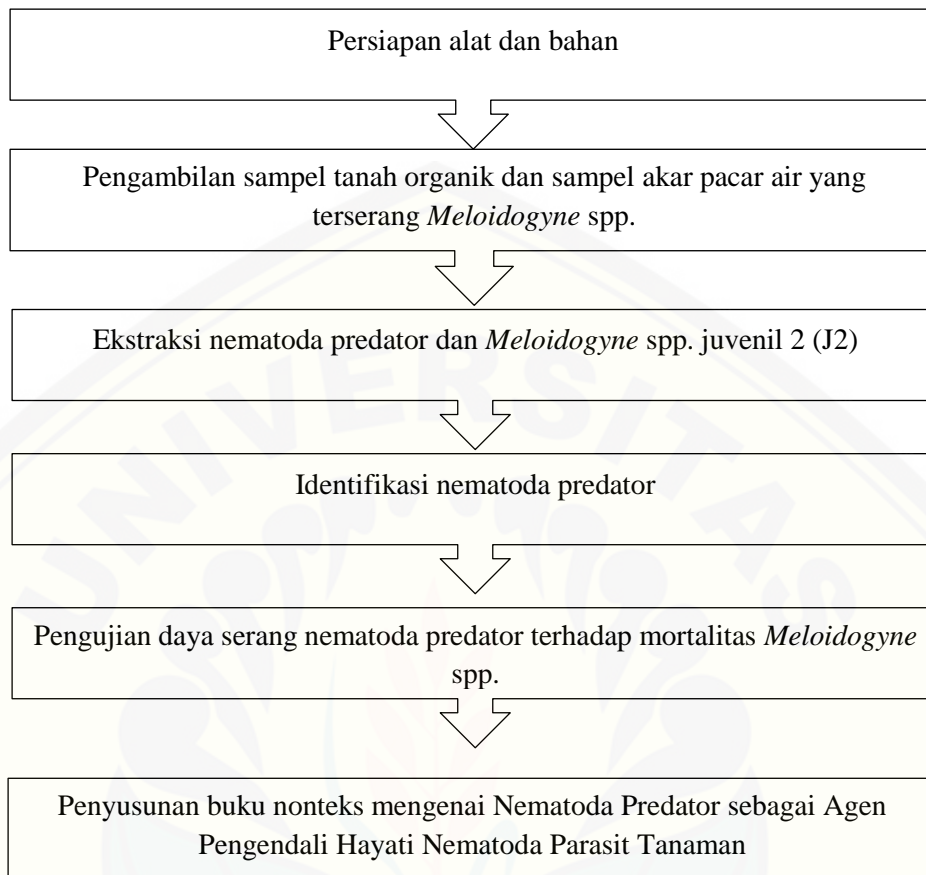
Data persentase penilaian yang diperoleh dari validator, selanjutnya akan diubah menjadi data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan kriteria validitas seperti pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Kualifikasi Kelayakan Buku Nonteks

No.	Skor (%)	Kriteria	Keterangan
1	81,25-100	Sangat layak	Produk layak digunakan dan tidak perlu perbaikan, siap dimanfaatkan sebagai bacaan masyarakat.
2	62,50-81,24	Layak	Produk layak digunakan dengan menambahkan sesuatu yang kurang dengan pertimbangan tertentu. Penambahan tidak terlalu besar atau mendasar.
3	43,75-62,49	Kurang layak	Produk belum layak digunakan dan perlu perbaikan dengan merevisi secara seksama kelemahan produk untuk disempurnakan.
4	25,00-43,74	Tidak layak	Produk tidak layak digunakan dan perlu kajian ulang dengan revisi besar-besaran dan mendasar tentang isi produk.

(Puskurbuk Depdiknas, 2013).

3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Skema Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Nematoda predator yang berhasil diidentifikasi dari tanah organik ada 2 yaitu *Labronema* sp. (ordo Dorylaimida) dan *Iotonchus* sp. (ordo Mononchida).
- b. Daya serang nematoda predator *Labronema* sp. dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Meloidogyne* spp.
- c. Perbandingan 5 nematoda predator + 50 *Meloidogyne* spp. mampu menyebabkan mortalitas tertinggi terhadap *Meloidogyne* spp.
- d. Buku Nonteks mengenai Nematoda Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit Tanaman sangat layak digunakan sebagai media informasi bagi masyarakat.

5.2 Saran

Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk:

- a. Mengidentifikasi tanah organik di kawasan lain untuk menemukan nematoda predator lain selain ordo Dorylaimida dan ordo Mononchida yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati.
- b. Melakukan pembiakan massal nematoda predator yang berhasil diidentifikasi sehingga dapat digunakan untuk pengujian lebih lanjut mengenai daya serangnya dan potensinya sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit tanaman.
- c. Memastikan nematoda predator yang digunakan dalam kondisi yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, K., H. Tarno, dan B.T. Rahardjo. 2016. Pengaruh Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). *Jurnal HPT*. 4(2): 77-84.
- Arikunto, S. 2000. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Askary, T.H. dan P.R.P Martinelli. 2015. *Biocontrol Agents of Phytonematodes*. Wallingford: CABI Publishing.
- Askary, T.H., M.M Mahfouz, dan Abd-Elgwad. 2017. *Beneficial Nematodes in Agroecosystems: A Global Perspective*. Wallingford: CABI Publishing.
- Banuelos, J., A. Alarcon, J. Larsen, S. Cruz-sanchez, dan D. Trejo. 2014. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Meloidogyne incognita* in the ornamental plant *Impatiens balsamina*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 14(1): 63-74.
- Bilgrami A.L. dan M.S. Jairajpuri. 1988a. Attraction of *Mononchoides longicaudatus* and *M. fortidens* (Nematoda: Diplogasterida) Towards Prey and Factors Influencing Attraction. *Revue de Nematologie*. 11(2): 195-202.
- Bilgrami, A.L. and Gaugler. 2004. *Feeding behavior: Nematode Behaviour*. Wallingford: CABI Publishing.
- Bilgrami, A.L. dan R. Gaugler. 2005. Feeding behaviour of the predatory nematodes *Laimydorus baldus* and *Discolaimus major* (Nematoda: Dorylaimida). *Nematology*. 7(1): 11-20.
- Bilgrami, A.L., C. Brey, dan R. Gaugler. 2008. First Field Release of A Predatory Nematode, *Mononchoides gaugleri* (Nematoda: Diplogastrida), to Control Plant-Parasitic Nematodes. *Nematology*. 10(1): 143-146.
- Bilgrami, A.L., I. Ahmad, dan M.S. Jairajpuri. 1986. A Study on the Intestinal Contents of Some Mononchs. *Revue de Nematologie*. 9: 191-194.
- C. Chattopadhyay dan D. Prasad. 2016. *Influence of Climate Change on Predatory Soil Nematodes in Management of Plant Parasitic Nematodes*. Delhi: Studera Press.
- Campos, V.P. & L. Villain. 2005. *Nematode parasites of coffee and cocoa*. pp. 529-580. In M. Luc, R.A. Sikora & J. Bridge (eds.). *Plant Parasitic Nematode in Subtropical and Tropical Agriculture*. Wallingford: CABI Publishing.

- Chandrashekhara, K.N., S. Manivannan, C. Chandashekhara, dan M. Chakravarthi. 2014. *Biological Control of Plant Diseases*. India: International Book Distributor.
- Choudary, M., W. Ahmad, Q. Tahseen, dan M.S. Jairajpuri. 2005. The occurrence of sixth odontostyle in *Dorylaimoides* sp.. *J. Nem. Morph. Syst.* 7(2): 169-172.
- Cobb, N.A.. 1917. The Mononchus: A Genus of Free Living Predatory Nematodes. *Soil Science*. 3: 431–486.
- Das S., W.M.L. Wesemael, dan R.N. Perry. 2011. Effect of temperature and time on the survival and energy reserves of juveniles of *Meloidogyne* spp.. *Agricultural Science Research Journal*. 1(5): 102-112
- Davies, K. dan Y. Spiegel. 2011. *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes*. New York: Springer.
- De Ley, P. and Blaxter, M.L. 2002. *Systematic position and phylogeny: The Biology of Nematodes*. London: Taylor and Francis.
- Devi, G. dan J. George. 2018. Predatory Nematodes as Biocontrol Agent Against Plant-Parasitic Nematode. *Agricultural Reviews*. 39(1): 55-61.
- Dropkin, V.H. 1991. *Introduction to Plant Nematology (2rd edn)*. New York: A.wiley Intercience Publication.
- Ferris, H. 2017. <http://nemaplex.ucdavis.edu/> (diakses pada 30 Mei 2019).
- Gilad, O. 2008. Competition and Competition Models. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/intraspecific-competition> (diakses pada 24 Juni 2019).
- Grewal, P.S., R.U. Ehlers, dan D.I.S. Iltan. 2005. *Nematodes As Biological Control Agents*. London: CABI Publishing.
- Hechler, H.C. (1963) Description, developmental biology and feeding habits of *Seinura tenuicaudata* (de Man), a nematode predator. *Proceedings of Helminthological Society*. 30: 183–195.
- Helmi, D. Sulistyanto, dan Purwatiningsing. 2015. Aplikasi Agen Pengendali Hayati terhadap Populasi Hama (*Plutella xylostella* Linn. dan *C. pavonana* Zell.) dan Musuh Alaminya pada Tanaman Kubis di Desa Kalibaru Kulon, Kab. Banyuwangi. *Jurnal Ilmu Dasar*. 16(2): 55-62.
- Indiati, S.W. dan Marwoto. 2017. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*. 15(2): 87-100.

- Jones, J.T., A. Haegeman, E.G.J. Danchin, H.S Gaur, J. Helder, M.G.K Jones, T. Kikuchi, R.M. Lopez, J.E.P. Rius, W.M.L. Wesemael, dan R.N Perry. 2013. Top 10 Plant-Parasitic Nematodes in Molecular Plant Pathology. *Molecular Plant Pathology*. 14(9): 946-961.
- Kaisa, T.R. 2000. *Aphelenchoides microstylus* n. sp. and *Seinura onondagensis* n. sp. (Nemata: Aphelenchina) from New York. *Journal of Nematology*. 32(4): 396-402.
- Karssen, G., Wesemael, W.M.L., dan M. Moens. 2013. *Root-Knot Nematodes*. In: Perry, R.N. & Moens, M. (Eds) *Plant Nematology*, 2nd Edn. Cab International, Wallingford, UK.
- Khan, Z. dan Y.H Kim. 2005. The Predatory Nematode, *Mononchoides fortidens* (Nematoda: Diplogasterida), Suppresses the Root-Knot Nematode, *Meloidogyne arenaria*, in Potted Field Soil. *Biological Control*. 35: 78-82.
- Khan, Z. dan Y.H. Kim. 2007. A Review on the Role of Predatory Soil Nematodes in The Biological Control of Plant Parasitic Nematodes. *Applied Soil Ecology*. 3(5): 370-379.
- Koohkan, M. dan E. Shokoohi. 2014. Mass Production and Prey Species of *Mylonchulus sigmaturus* (Nematoda: Mylonchulidae) in the Laboratory. *Acta Zoologica Bulgarica*. 66(4): 555-558.
- Kusumawati, D.E. 2018. Pengaruh Kompetisi Intraspesifik dan Interspesifik. *Agroradix*. 1(2): 28-33.
- Luc, M., R.A. Sikora, dan J. Bridge. 2005. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Willingford: CABI Publishing.
- Maertens, D. (1975) Observations on the life cycle of *Prionchulus punctatus* (Cobb, 1917) and culture conditions. *Biologische Jaarboek Dodonaea*. 43: 197-218.
- Mahamood, M., I. Ahmad, dan A.A Shah. 2007. Nematodes of the Order Rhabditida from India. Description of two species of *Mononchoides* (Nematoda: Diplogastrina). *J. Nematode Morphol. Syst.* 10(1): 1-10.
- Mahmud, Md.R. 2014. The importance of the gelatinous matrix for the survival of eggs of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. fallax*. Belgia: Gent University.
- Miyashita, N., T. Yabu, T. Kurihara, dan H. Koga. 2014. The Feeding Behavior of Adult Root-knot Nematodes (*Meloidogyne incognita*) in Rose Balsam and Tomato. *Journal of Nematology*. 46(3):296-301.

- Moens, M., R.N. Perry, dan J.L. Starr. 2009. *Meloidogyne Species A Diverse Group Of Novel And Important Plant Parasites*. In: Root-Knot Nematodes. London: CAB International.
- Mulder, C., J. Helder, M.T.W. Vervoort, dan J.A. Vonk. 2011. Trait Mediated Diversification in Nematode Predator-Prey Systems. *Ecology and Evolution*. Doi: 10.1002/ece3.36.
- Nurdahlia, S., Muhamat, dan A. Gafur. 2016. Nematoda Mononchid Dari Kebun Jeruk Di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *BIOSCIENTIAE*. 13(1): 11-18.
- Pal, K. K. dan B.M. Gardener, 2006. Biological Control of Plant Pathogens. *The Plant Health Instructor*. DOI:10.1094/PHI-A-2006-1117-02. <https://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/Documents/PHIBiologicalControl.pdf> (diakses pada 25 Desember 2018).
- Perry, R.N., M. Moens, dan J.L. Starr. 2009. *Root-Knot Nematodes*. London: CAB International.
- Purnomo, Hari. 2010. *Pengantar Pengendalian Hayati*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Pusat Karantina Tumbuhan. 2010. *Pedoman Diagnosis OPTK Golongan Nematoda*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Pusat Kurikulum dan Perbukuan. 2018. *Panduan Pemilihan Buku Nonteks*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pusat Perbukuan. 2008. *Pedoman Penulisan Buku Nonteks Pelajaran*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Santos, A.V., R.B. Rocha, C.F. Fernandes, S.F. de Silveira, A.R. Ramalho, dan J.R.V. Junior. 2017. Reaction of *Coffea canephora* clones to the root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *African Journal of Agricultural Research*. 12(11): 916-922.
- Shafqat, S., A.L. Bilgrami, dan M.S. Jairajpuri. 1987. Evaluation of the predation ability of *Dorylaimus slagnalis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Dorylaimida). *Revue Nematol.* 10: 455-461.
- Silva, R.V., R.D.L. Oliveira, P.S. Ferreira, A.O. Ferreira, dan F.A. Rodrigues. 2013. Defense Responses of *Meloidogyne exigua* in Resistant Coffee Cultivar and Non-host Plant. *Trop. plant pathol.* 38(2).
- Small, R. W. 1979. The effects of predatory nematodes on populations of plant-parasitic nematodes in pots. *Nematologica*. 25: 94-103.

- Stirling, G.R. 2014. *Biological Control of Plant-parasitic Nematodes, 2nd Edition: Soil Ecosystem Management in Sustainable Agriculture*. London: CAB International.
- Syatrawati dan S. Inderiati. 2017. Pemberdayaan Petani Dalam Penggunaan Agens Hayati Untuk Pengendalian Hama Dan Penyakit Sayur Di Kab. Enrekang. *Jurnal Dedikasi Masyarakat*. 1(1): 52-58.
- Tam, V.T.T. 2015. New Records Of The Genus *Iotonchus* (Mononchida, Iotonchidae) For Vietnam Fauna And An Updated Key To Species From Vietnam. *Tap Chi Sinh Hoc*. 37(3): 272-281.
- Thorne, G.1939. A monograph of the nematodes of the superfamily Dorylaimoidea. *Capita Zoologica*. 8: 261.
- Widyaningrum, Endang, S. Aprilya, dan M. Iqbal. 2015. Pengembangan Produk Penelitian Berupa Buku Nonteks sebagai Buku Pengayaan Pengetahuan. Artikel Ilmiah Mahasiswa. I(1):1-5.
- Wilecki, M., J.W. Lightfoot, V. Susoy, dan R.J. Sommer. 2015. Predatory feeding behaviour in *Pristionchus* nematodes is dependent on phenotypic plasticity and induced by serotonin. *The Journal of Experimental Biology*. 218: 1306-1313. doi:10.1242/jeb.118620
- Wilson, M. dan T.K. Duarte. 2009. *Nematodes As Environmental Indicators*. London: CAB International.
- Yeates, G.W. 1969. Predation by *Mononchoides Potohikus* (Nematoda: Diplogasteridae) in Laboratory Culture. *Nematologica*. 15: 1-9.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Matriks Penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Variabel	Indikator	Metode Penelitian
<p>Identifikasi dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks</p>	<p>Nematoda puru akar (NPA) <i>Meloidogyne</i> spp. merupakan salah satu hama penting di dunia yang cukup sulit dikendalikan karena kisaran inang yang luas dan perkembangannya yang cepat. <i>Meloidogyne</i> spp. merupakan salah satu nematoda parasit yang menimbulkan masalah serius pada kopi selain <i>Pratylenchus</i>, <i>Rotylenchulus</i>, dan <i>Radopholus</i> (Campos dan Villain, 2005). Menurut Silva <i>et al.</i> (2013) <i>Meloidogyne</i> spp. merupakan salah satu faktor utama dalam penurunan produktivitas kopi di Brazil dan Amerika latin yang mencapai 45%. Hal tersebut yang membuat keberadaan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa sajakah nematoda predator yang berhasil diidentifikasi ? 2. Bagaimana pengaruh daya serang nematoda predator terhadap <i>Meloidogyne</i> spp.? 3. Manakah perbandingan nematoda predator yang memiliki daya serang paling tinggi terhadap 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi apa saja nematoda predator yang terdapat pada tanah organik kompos daun dan pupuk kandang sapi. 2. Melihat pengaruh daya serang nematoda predator terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp 3. Mengetahui perbandingan nematoda predator yang memiliki daya serang paling tinggi terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. 4. Menghasilkan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variabel Bebas Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah nematoda predator yang digunakan. 2. Variabel Terikat Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya serang nematoda predator terhadap <i>Meloidogyne</i> spp. (yang diindikasikan dengan mortalitas 	<p>Daya serang nematoda predator yang diindikasikan dengan mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. selama 24 jam.</p>	<p>Jenis Penelitian: Penelitian ini terdiri atas dua tahap yaitu tahap identifikasi dan tahap uji daya serang. Tahap identifikasi merupakan penelitian deskriptif dan tahap uji daya serang merupakan penelitian eksperimental laboratorium.</p> <p>Tempat dan Waktu Penelitian: Penelitian ini dilakukan di laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas</p>

	<p><i>Meloidogyne</i> spp. harus dikendalikan.</p> <p>Pengendalian hama yang sering dilakukan oleh petani adalah menggunakan pestisida kimia. Menurut Indiati dan Marwoto (2017) penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dapat menimbulkan resistensi hama dan pencemaran lingkungan. Adanya dampak negatif pestisida kimia membuat pengendalian hama mulai beralih ke pengendalian hayati.</p> <p>Pengendalian hayati lebih ramah lingkungan karena tidak meninggalkan residu kimia dan umumnya spesifik pada hama tertentu. Menurut Purnomo (2010) Pengendalian hayati adalah usaha penggunaan musuh alami, baik dengan introduksi maupun manipulasi untuk mengendalikan hama.</p>	<p>mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp.?</p> <p>4. Bagaimana hasil uji kelayakan buku nonteks mengenai Nematoda Predator sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Parasit Tanaman?</p>	<p>buku nonteks yang layak digunakan sebagai media informasi oleh masyarakat.</p>	<p><i>Meloidogyne</i> spp.)</p> <p>3. Variabel Kontrol</p> <p>Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:</p> <p>a. Nematoda predator yang digunakan adalah nematoda yang paling banyak ditemukan pada saat identifikasi.</p> <p>b. Nematoda parasit tanaman yang digunakan adalah <i>Meloidogyne</i> spp. tahap juvenil 2 (J2) yang</p>	<p>Pertanian dan laboratorium Biologi, FKIP, Universitas Jember pada bulan Februari hingga Mei 2019, dimulai dari tahap identifikasi nematoda hingga tahap uji daya serang nematoda predator terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp.</p> <p>Analisis Data</p> <p>Data hasil pengamatan diuji menggunakan One Way ANOVA dengan taraf kepercayaan 95% ($p < 0,05\%$) pada</p>
--	---	---	---	--	--

	<p>Musuh alami nematoda parasit tanaman (<i>Meloidogyne</i> spp.) cukup banyak, salah satunya adalah nematoda predator.</p> <p>Nematoda predator merupakan kesatuan penting dalam jaring-jaring makanan di tanah (<i>soil food web</i>) yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati terhadap nematoda parasit tanaman (Bilgrami, 1997 dalam Askary <i>et al.</i>, 2015). Selain dapat berperan sebagai agen pengendali hayati, nematoda predator dapat berperan dalam merangsang siklus nutrisi tanaman yang memungkinkan tanaman untuk lebih menahan beban nematoda di akar mereka (Chattopadhyay dan Prasad, 2016). Nematoda predator sebagian besar tergolong ke dalam 4 ordo yaitu Mononchida, Diplogasterida, Dorylaimida, dan</p>			<p>berasal dari akar tanaman pacar air.</p> <p>c. Percobaan dilakukan di tempat yang sama dan disimpan pada suhu serta tempat yang sama pula.</p>	<p>aplikasi IBM SPSS Statistics versi 22. Jika hasilnya signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut yakni uji LSD (<i>Least Significantly Difference</i>) yang bertujuan untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki pengaruh secara nyata terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp.</p>
--	--	--	--	---	---

	<p>Aphelenchida (Khan dan Kim, 2007). Masing-masing ordo memiliki cara makan yang berbeda-beda.</p> <p>Keempat ordo di atas berpotensi sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit tanaman, tetapi belum diketahui mana yang memiliki daya serang terbaik terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui ordo manakah yang memiliki daya serang terbaik terhadap mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. Informasi tersebut perlu disebarluaskan, salah satu media informasi yang dapat digunakan adalah buku nonteks. Buku nonteks adalah buku pengayaan pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat umum maupun sekolah, tetapi bukan merupakan</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>buku pegangan utama dalam kegiatan pembelajaran (Widyaningrum <i>et al.</i>, 2015). Berdasarkan uraian tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai “Identifikasi dan Uji Daya Serang Nematoda Predator terhadap Mortalitas <i>Meloidogyne</i> spp. serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks”.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

LAMPIRAN B. Dokumentasi Penelitian



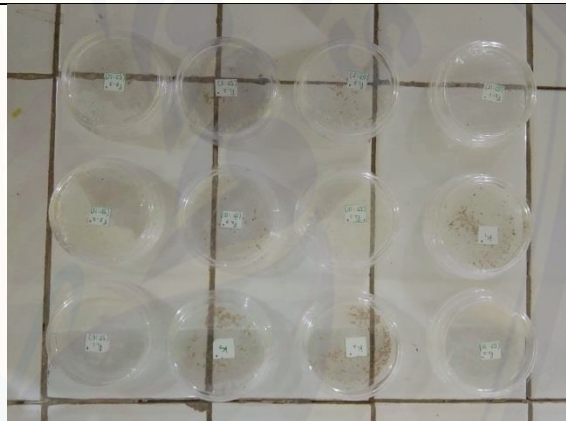
Gambar 1. Alat-alat ekstraksi tanah dengan metode Baermann modifikasi



Gambar 2. Puru akar tanaman pacar air



Gambar 3. Pengamatan dan identifikasi nematoda



Gambar 4. Tata letak percobaan (RAL)



Gambar 5. Penghitungan mortalitas *Meloidogyne* spp.



Gambar 6. *Labronema* sp. yang mati

LAMPIRAN C. Data Hasil Pengamatan

Perlakuan	Ulangan	Pengamatan jam ke-								Persentase mortalitas (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
P1	1	7	8	8	8	8	10	14	17	34
	2	10	18	20	20	21	22	22	27	54
	3	3	4	4	4	6	7	9	12	24
Rerata		7	10	11	11	12	13	15	19	38
P2	1	11	12	15	15	15	19	20	23	46
	2	10	11	11	11	14	19	20	20	40
	3	3	4	6	6	7	8	8	11	22
Rerata		8	9	11	11	12	15	16	18	36
P3	1	7	7	11	11	11	14	14	16	32
	2	5	7	8	12	13	16	16	17	34
	3	2	3	3	5	7	9	9	11	22
Rerata		5	6	7	9	10	13	13	15	30
Kontrol	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rerata		0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan: pengamatan dilakukan setiap 3 jam sekali selama 24 jam

LAMPIRAN D. Data Hasil Analisis SPSS

D1. Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality^b

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PersentaseMortalitas P1	.253	3	.	.964	3	.637
P2	.292	3	.	.923	3	.463
P3	.328	3	.	.871	3	.298

a. Lilliefors Significance Correction

b. PersentaseMortalitas is constant when Perlakuan = Kontrol. It has been omitted.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	11.65566581
Most Extreme Differences	Absolute	.250
	Positive	.250
	Negative	-.181
Test Statistic		.250
Asymp. Sig. (2-tailed)		.037 ^c

a. Test distribution is Normal.

D2. Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

PersentaseMortalitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.750	3	8	.060

D3. Hasil Uji ANOVA

ANOVA

PersentaseMortalitas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2745.333	3	915.111	8.499	.007
Within Groups	861.333	8	107.667		
Total	3606.667	11			

D4. Hasil Uji LSD

Post Hoc Tests**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: PersentaseMortalitas

				Mean Difference		
		(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	(I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	P1	P2		1.333	8.472	.879
		P3		8.000	8.472	.373
		Kontrol		37.333 [*]	8.472	.002
	P2	P1		-1.333	8.472	.879
		P3		6.667	8.472	.454
		Kontrol		36.000 [*]	8.472	.003
	P3	P1		-8.000	8.472	.373
		P2		-6.667	8.472	.454
		Kontrol		29.333 [*]	8.472	.009
Kontrol	P1		-37.333 [*]	8.472	.002	
	P2		-36.000 [*]	8.472	.003	
	P3		-29.333 [*]	8.472	.009	

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

LAMPIRAN E. Lembar Validasi Produk

LAMPIRAN E1. Lembar Validasi Produk oleh Ahli Media

**LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS
OLEH VALIDATOR MEDIA**

I. Identitas Peneliti

Nama : Reny Dwi Irfiana
 NIM : 150210103071
 Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
 Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks".

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

Hormat kami,
Peneliti

III. Identitas Validator

Nama : Ika Lita N., S.Pd., M.Pd
 Alamat : Perum Perumahan Puri Bunga Nirwana
 Jemberan B 46
 No. Telp. / HP : 085655947871
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Pekerjaan : Dosen

IV. Petunjuk Penilaian

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

	3. Keserasian teks dan grafis			✓	
	4. Kemenarikan sajian atau layout dan tata letak			✓	
	5. Kemenarikan pemilihan warna			✓	
B. Fungsi Keseluruhan	6. Kemampuan buku dalam mengembangkan pengetahuan pembaca				✓
	7. Kemampuan buku dalam menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap pembaca			✓	
	8. Nilai informatif buku bagi pembaca				✓
JUMLAH SKOR KESELURUHAN				30	

Sumber: Puskurbuk Depdiknas (2013)

NILAI KELAYAKAN BUKU (MEDIA)	$= \frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	$= \frac{30}{32} \times 100\%$
	$= 93,75\%$

VIII Komentor Umum

• Kenapa identitas gambar masih ada yg tdk kontras ?
 • malah lebih ok dari sebelumnya

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IX. Saran

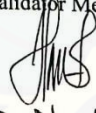
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

X. Simpulan Akhir

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

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

Jember, Juli 20 19
Validator Media


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

LAMPIRAN E2. Lembar Validasi Produk oleh Ahli Materi

LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS
OLEH VALIDATOR MATERI

I. Identitas Peneliti

Nama : Reny Dwi Irfiana
 NIM : 150210103071
 Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
 Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks".

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

Hormat kami,
 Peneliti

III. Identitas Validator

Nama : Kamalia Filni, S.Pd., M.Pd.
 Alamat : Perum. Puri Bunga Nirwana
 Cluster Bintaro NGA, Jember
 No. Telp. / HP : 081 332 105 999.
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Pekerjaan : Dosen

IV. Petunjuk Penilaian

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

NILAI KELAYAKAN BUKU (MATERI)	= $\frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	= $\frac{42}{56} \times 100\%$
	= 75 %

VIII Komentor Umum

Severa umur ~~Karya~~ 'Buku Non Teles sudah
bagus, namun karena peruntukannya ~~nya~~
itu umum, maka deskripsi ml gambar
bisa ditambah, dan kalimat "pelo diperbaiki
agar mudah dipahami khususnya bag. ang
awan / umum.

IX. Saran

- Per beberapa penjelasan pelo ditambah gambar
mis penjelasan th rit² p nematka.
- Title koma diperbaiki lagi shg tdk ada salah
pemahaman bacaan.
- Bel penjelasan pelo ditambah, kn diperuntukkan
orng awam, contoh: nekrosis eti apa? dll... (ditm kles)
- hal 3-6 ← - Gambar dan deskripsi perlu diperbaiki lagi.
9-13 ← - Pakailah contoh lokal (jgn malah mengguna-
kan contoh dari USA)
- hal 15-20 ← - Konsistensikan istilah!
- fr dari ensiklopedia mntk tdk sesuai → bisa ditilangkan
- hal 8, 6 ← - Bel kalimat tdk jelas de pdoknya
- hal 22-23 ← - Perhatikan / sempikan penerjemahan Inggris - Ind.
- hal 34 ← - Info menarik: kaitkan dg topik
- hal 33 ← - Bmb pd judul bab : —

X. Simpulan Akhir

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

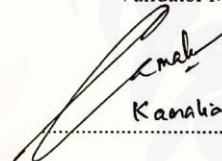
Sangat Layak

Layak

Kurang Layak

Tidak Layak

Jember, Juli 2019..
Validator Materi


Kanakia F.

LAMPIRAN E3. Lembar Validasi Produk oleh Pengguna

**LEMBAR PENILAIAN BUKU NONTEKS
OLEH TARGET PEMBACA (RESPONDEN)**

I. Identitas Peneliti

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II. Pengantar


Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks".

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

Hormat kami,
Peneliti

III. Identitas Responden

Nama : Ayu Nur Fitri
Alamat : Jl. Jawa 4a No 19a Jember
No. Telp. / HP : 082244553134
Jenis Kelamin : Perempuan
Usia : 21 Tahun
Pekerjaan : Mahasiswa

 Scanned with
CamScanner

NILAI KELAYAKAN BUKU (MEDIA)	$= \frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	$= \frac{90}{92} \times 100\%$
	$= 97,8\% \dots$

VII. Komentor Umum

- ↳ Dari segi cover terdapat Aspek yang kurang yaitu tahun terbit, Instansi Penerbit, dan dari segi gambar cover kurang memiliki daya tarik yang Menambah rasa Ingin tau pembaca.
- ↳ Dari segi Isi Maupun fitur sudah lengkap dan mendukung pemahaman dari pembaca.
- ↳ Perlu ada pendahuluan yang Mengaitkan kehidupan sehari-hari

VIII. Saran

perlu adanya pendahuluan yang dapat memancing pembaca untuk lebih semangat lagi Mengetahui bab selanjutnya.

IX. Simpulan Akhir

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

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

16 Juli 2019
 Responden
Ayu Nur Fitri
 Ayu Nur Fitri

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

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan / Program Studi : Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam / Pendidikan Biologi

II Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan di jenjang strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir, yang berjudul "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks".

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

Hormat kami,
Peneliti

III Identitas Responden

Nama : RISNA DARA AMDITA
Alamat : JL. DR. SUBANDI NOMOR 20, PATRANG, JEMBER
No. Telp. / HP : 082299549199
Jenis Kelamin : PEREMPUAN
Usia : 21 TAHUN
Pekerjaan : MAHASISWA



NILAI KELAYAKAN BUKU	$= \frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$
	$= \frac{89}{92} \times 100\%$
	$= 96.7\%$

VII. Komentar Umum

Typo → halaman 2 di bagian "Info Menarik"
 Secara keseluruhan sudah bagus tetapi menurut
 saya ~~ter~~ warna cover kurang menarik, kurang
 cerah

VIII. Saran

Cover warna hijau perpaduan kuning (contoh)
 Intinya yang cerah.

IX. Simpulan Akhir

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

- Sangat Layak
- Layak
- Kurang Layak
- Tidak Layak

Jember, 16 Juli 2019
 Responden

 Risna Dara Andita

LAMPIRAN F. Surat Ijin Penelitian

LAMPIRAN F1. Surat Ijin Penelitian FKIP



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331332475
Laman: www.fkip.uncj.ac.id

PERMOHONAN IJIN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Pendidikan MIPA
Fakultas : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
No. WA/ HP : 085755930071

*Briefing
#WA #J oleg*

Mengajukan permohonan untuk mengadakan penelitian di Laboratorium P. Biologi FKIP Universitas Jember dengan judul "Identifikasi dan Uji Daya Serang Nematoda Predator (Diplogasterida) terhadap *Pratylenchus coffeae* serta Pemanfaatannya sebagai Leaflet", dengan ketentuan bersedia mematuhi segala persyaratan yang telah ditentukan oleh laboratorium/instansi tersebut di atas.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

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

Jember, 06 November 2018

Mahasiswa Pemohon,

[Signature]
Reny Dwi Irfiana
NIM 150210103071

Menyetujui
Ketua Laboratorium,

[Signature]
Kamalia Fikri, S.Pd, M.Pd
NIP. 198402232010122004

9/18/18

LAMPIRAN F2. Surat Ijin Penelitian FAPERTA



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

Nomor 7983 /UN25.1.5/LT/2018
Lampiran :
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

07 NOV 2018

Yth. Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian, Universitas Jember

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

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi

Berkenaan dengan penyelesaian penelitian tugas akhir dengan judul: "IDENTIFIKASI DAN UJI
DAYA SERANG NEMATODA PREDATOR ORDO DIPLOGASTERIDA TERHADAP
MORTALITAS *Meloidogyne spp.* SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI LEAFLET"

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

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Prof. Dr. Sofatno M.Si.
NIP. 19670625 199203 1 003

Tembusan:

1. Kepala Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian

LAMPIRAN F3. Surat Ijin Penelitian FARMASI



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

Nomor : 506/025.1.5/LT/2019
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

24 JUN 2019

Yth. Dekan Fakultas Farmasi,
Universitas Jember

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

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi

Berkenaan dengan penyelesaian penelitian tugas akhir dengan judul "Identifikasi dan Uji Daya Serang Nematoda Predator terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. serta Pemanfaatannya sebagai Buku Nonteks"

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

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

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,

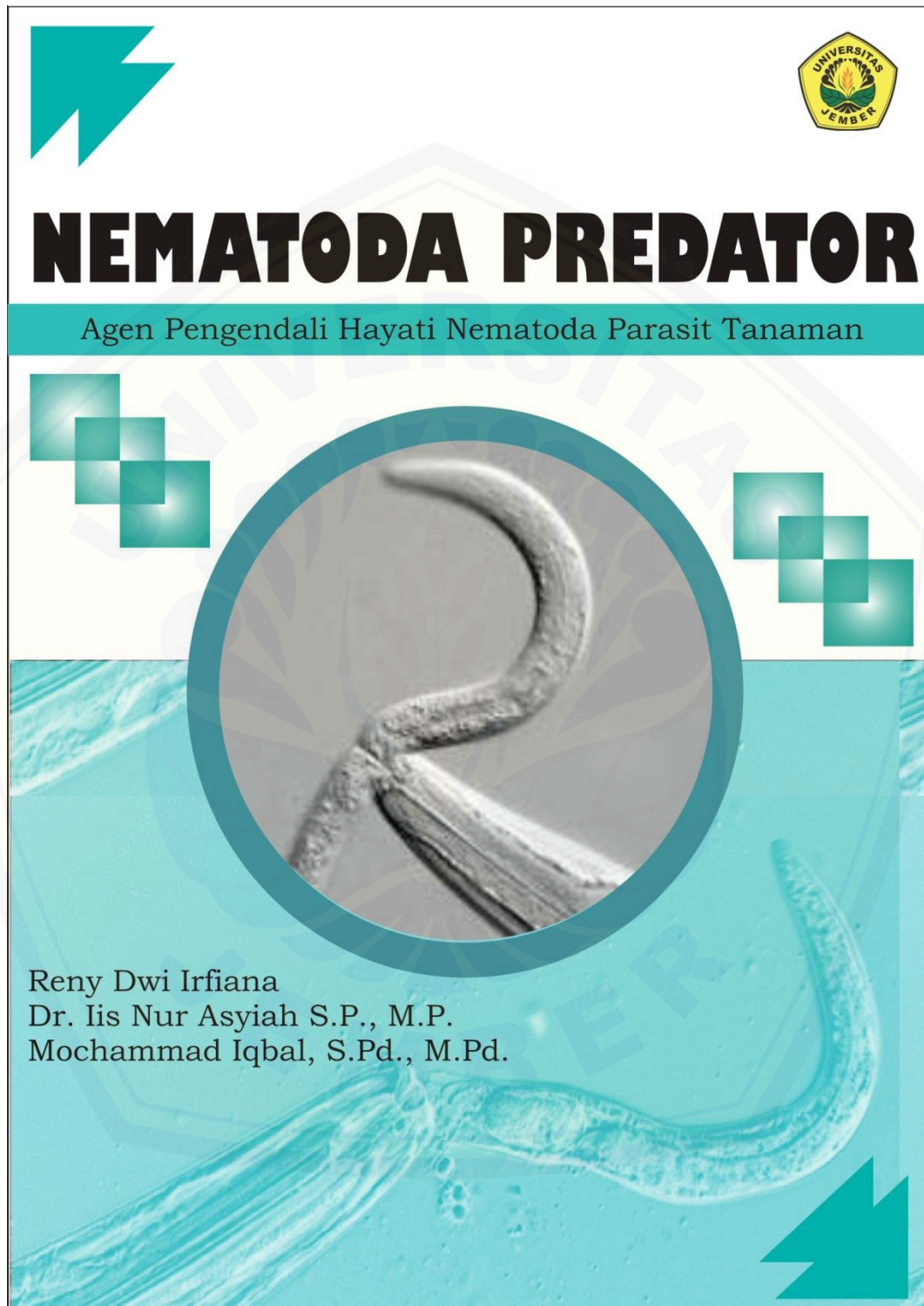


Prof. Dr. Suratno M.Si.
19670625 199203 1 003

Tembusan :

1. Kepala Laboratorium Farmasi Klinis dan Komunitas

LAMPIRAN G. Produk Buku Nonteks



LAMPIRAN H. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi**LAMPIRAN H1. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi (Pembimbing Utama)**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

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

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing Utama

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi
Judul : "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks"

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

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	27 Juli 2018	Penentuan Judul	
2.	11 September 2018	Pengajuan BAB 1,2,dan 3	
3.	22 November 2018	Revisi BAB 1,2,dan 3	
4.	27 Desember 2018	Revisi BAB 1,2, 3, dan lampiran	
5.	08 Januari 2019	ACC seminar proposal	
6.	11 Februari 2019	Seminar proposal	
7.	25 Mei 2019	Konsultasi penelitian	
8.	25 Juni 2019	Penyerahan hasil penelitian dan pengajuan BAB 1,2,3, dan 4	
9.	15 Juli 2019	Revisi BAB 1,2,3,4, 5, dan lampiran serta penyerahan artikel	
10.	17 Juli 2019	ACC ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi

LAMPIRAN H2. Lembar Konsultasi Penyusunan Skripsi (Pembimbing Anggota)



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

LEMBAR KONSULTASI PENYUSUNAN SKRIPSI
Pembimbing Utama

Nama : Reny Dwi Irfiana
NIM : 150210103071
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/ Pendidikan Biologi
Judul : "Identifikasi Dan Uji Daya Serang Nematoda Predator Terhadap Mortalitas *Meloidogyne* spp. Serta Pemanfaatannya Sebagai Buku Nonteks"

Pembimbing Anggota : Mochammad Iqbal, S.Pd., M.Pd.
Kegiatan Konsultasi

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	27 Juli 2018	Penentuan Judul	
2.	11 September 2018	Pengajuan BAB 1,2,dan 3	
3.	22 November 2018	Revisi BAB 1,2,dan 3	
4.	27 Desember 2018	Revisi BAB 1,2, 3, dan lampiran	
5.	27 Desember 2018	ACC seminar proposal	
6.	11 Februari 2019	Seminar proposal	
7.	25 Mei 2019	Konsultasi penelitian	
8.	25 Juni 2019	Penyerahan hasil penelitian dan pengajuan BAB 1,2,3, dan 4	
9.	15 Juli 2019	Revisi BAB 1,2,3,4, 5, dan lampiran serta penyerahan artikel	
10.	17 Juli 2019	ACC ujian Skripsi	

Catatan:

1. Lembar ini harus dibawa dan diisi setiap melakukan konsultasi
2. Lembar ini harus dibawa sewaktu seminar proposal skripsi dan ujian skripsi



LAMPIRAN I. Hasil Identifikasi

11. Kunci Identifikasi genus *Labronema* (Dorylaimida)

1b-17a-18b-19b-20b-21b-22b-23b-24b-25b-123b-125b-126b-129b-136b-137a-138a

← → ↻ 🏠 ⓘ Tidak aman | nemaplex.ucdavis.edu/Taxadata/Dorylaimida%20Andrassy%202009.html

Key to the Families and Genera of the Order Dorylaimida
Adapted from Andrassy (2009) by Howard Ferris (November, 2014)

1	a	Stoma with subventral mural tooth, stoma wide, cardia with 3 gland cells	Nygalaimina	2
	b	Stoma with axial odontostyle, stoma narrow, cardia small, without gland cells	Dorylaimina	17
		Nygalaimina Ahmad & Jairajpuri, 1979		
		Nygalaimoidea Thorne, 1935		
2	a	Female reproductive system monovarial, opisthodelphic; basal part of esophagus with a sheath of spiral muscles	Nygelidae	4
	b	Female reproductive system diovarial, amphidelphic; basal part of esophagus with a thin muscle sheath which is difficult to discern		3
3	a	Anterior part of stoma bowl-shaped and sclerotized	Aetholaimidae	5
	b	Anterior part of stoma simple, without sclerotization	Nygalaimidae	6
		Nygelidae Andrassy, 1958		
		Nygeliiinae Andrassy, 1958		
4	a	Body length < 1.4 mm; cuticle thin with fine transverse striations; lip region continuous with body contour	<i>Nygelus</i> Thorne, 1939	
	b			
		Aetholaimidae Jairajpuri, 1965		
		Aetholaimiinae Jairajpuri, 1965		
5	a	Body length < 1.4 mm; cuticle thin with fine transverse striations	Aetholaimus Williams, 1962	
	b			
		Nygalaimidae Thorne, 1935		
6	a	Basal part < 1/2 of esophagus length; esophageal gland nuclei not enlarged; cardia with 3 small transversely-ovoid glands; vulva transverse; , no paravulvae	Nygalaiminae	7
	b	Basal part < 1/2 of esophagus length; esophageal gland nuclei enlarged and readily visible; cardia with 3 longitudinally-ovoid glands; vulva longitudinal; ventral adanal region with papillae or pores (paravulvae)	Paravulvinae	15
	c	Basal part about 2/3 of esophagus length; cardial disk, no cardia glands; vulva transverse, no paravulvae	Nygalaimellinae	16
		Nygalaiminae Thorne, 1935		
7	a	Mural tooth needle-like, no lumen		8
	b	Mural tooth deltoid, linear or dorylaimoid, with lumen		10
8	a	Tail elongate with clavate terminus	<i>Clavicauda</i> Heyns, 1968	
	b	Tail short and bluntly rounded, not clavate		9
9	a	Labial region offset by a constriction, anterior body contour not continuous	<i>Solididens</i> Heyns, 1968	
	b	Labial region continuous with body contour	<i>Feroxides</i> Heyns, 1968	
10	a	Tail long, elongate-conoid, ventrally arcuate	<i>Afronygus</i> Heyns, 1968	
	b	Tail short, convex-conoid to rounded, or clavate		11
11	a	Tooth dorylaimoid with dorsal aperture	<i>Laevides</i> Heyns, 1968	
	b	Tooth deltoid or linear, without aperture		12
12	a	Labial region offset by a constriction, anterior body contour not continuous; tooth deltoid		13
	b	Labial region continuous with body contour; tooth deltoid or linear		14

13	a	Male with prominent ventromedian supplements and gubernaculum	<i>Paranygolaimus</i> Heyns, 1968	
	b	Male with weak ventromedian supplements; gubernaculum absent	<i>Nygolaimus</i> Cobb, 1913	
14	a	Tooth linear, tail convex-conoid or rounded	<i>Aquatides</i> Heyns, 1968	
	b	Tooth deltoid or linear, tail rounded to clavate	<i>Clavicaudoidea</i> Heyns, 1968	
Paravulvinae Ahmad & Jairajpuri, 1968				
15	a	Vulva longitudinal; cardia glands longitudinally ovoid	<i>Paravulvus</i> Heyns, 1968	
Nygolaimellinae Clark, 1961				
16	a	Basal part about 2/3 of esophagus length; <u>cardial</u> disk, no cardia glands; vulva transverse	<i>Nygolaimellus</i> Loos, 1949	
Dorylaimina Pearse, 1936				
17	a	Odontostyle usually < 2x lip width; anterior section of esophagus slender but muscular; posterior without muscular sheath; 5 esophageal nuclei	<i>Dorylaimoidea</i>	18
	b	Odontostyle very long and slender; anterior section of esophagus slender not muscular; posterior without muscular sheath; 3 esophageal nuclei	Longidoroidea	153
	c	Odontostyle usually about 1x lip width; anterior section of esophagus slender but muscular; posterior surrounded by muscular sheath; 5 esophageal nuclei	Belondiroidea	160
	d	Odontostyle usually 1-2x lip width; anterior section of esophagus muscular; posterior section a short bulb without muscular sheath; 5 esophageal nuclei	Tylencholaimoidea	195
Dorylaimoidea de Man, 1876				
18	a	Stoma with 4 large onchia surrounding odontostyle	<i>Actinolaimidae</i>	26
	b	Stoma without large onchia		19
19	a	Cuticle with numerous conspicuous pores with sclerotized ducts	<i>Crateronematidae</i>	42
	b	Cuticle without pores with sclerotized ducts		20
20	a	Anterior of body strongly tapered to a small head; subcuticular glands present	<i>Paraxonchiidae</i>	49
	b	Anterior of body gently tapered to a normal dorylaimid head; subcuticular glands absent		21
21	a	Lip region low with the two circles of labial papillae close together	<i>Thorniidae</i>	52
	b	Lip region normal with the two circles of labial papillae well separated		22
22	a	Sublabial region sclerotized; lips amalgamated; males with few supplements	<i>Thornenematidae</i>	57
	b	Sublabial region not sclerotized; males with variable number of supplements		23
23	a	Odontostyle long and slender with small aperture; odontophore surrounded by muscular sheath	<i>Nordiidae</i>	68
	b	Odontostyle intermediate length and diameter with large aperture		24
24	a	Female tail attenuated to filiform; male tail similar or short	<i>Dorylaimidae</i>	86
	b	Both female and male with short tail		25
25	a	Odontostyle aperture > 1/2 odontostyle length; guiding ring plicated, appears double	<i>Aporcelaimidae</i>	110
	b	Odontostyle aperture < 1/2 odontostyle length; guiding ring simple	<i>Qudsianematidae</i>	123

growing ring simple			
	Actinolaimidae Thorne, 1939		
26	a	Odontostyle robust, dorylaimoid; cuticle without longitudinal ridges; anterior and posterior parts of esophagus muscular; vulval lips sclerotized; male and female with similar long tails	Trachypleurosinae 27
	b	Odontostyle fairly robust, dorylaimoid; cuticle usually smooth; anterior and posterior parts of esophagus muscular; vulval lips sclerotized; male with short, rounded tail; female with long tail	Actinolaiminae 32
	c	Odontostyle long and slender; cuticle with longitudinal ridges; anterior part of esophagus non-muscular, mid and posterior parts muscular; vulval lips not sclerotized; male with short, rounded tail; female with long tail	Brittonematinae 28
	Trachypleurosinae Thorne, 1939		
27	a	Stoma with denticles	<i>Trachypleurosium</i> Andrassy, 1959
	b	Tail differs in male and female, elongate to filiform in female, short and rounded in male	<i>Trachactinolaimus</i> Andrassy, 1963
	Brittonematinae Thorne, 1967		
28	a	Labial region low; odontostyle fairly robust	<i>Parastomachoglossa</i> Coomans & Loof, 1986
	b	Labial region normal; odontostyle not robust	29
29	a	Cuticle very thick; inner vulval lips wider than vagina	<i>Brasilaimus</i> Zamith & Lordello, 1957
	b	Cuticle not very thick; inner vulval lips moderately developed	30
30	a	Lip region strong and expanded; male tail with filiform extension	<i>Practinocephalus</i> Andrassy, 1974
	b	Lip region not expanded; male tail without filiform extension	31
31	a	Anterior of stoma strong and hexagonal	<i>Afratinca</i> Vinciguerra & Clausi, 2000
	b	Anterior of stoma thin-walled, circular	<i>Actinca</i> Andrassy, 1964
	Actinolaiminae Thorne, 1939		
32	a	Cuticle with longitudinal ridges	<i>Actinolaimus</i> Cobb, 1913
	b	Cuticle without longitudinal ridges	33
33	a	Anterior of stoma with 4 sclerotized plates	34
	b	Anterior of stoma without sclerotized plates	35
34	a	Stoma wall with small denticles	<i>Paractinolaimoides</i> Khan, Ahmad & Jairajpuri, 1994
	b	Stoma wall without denticles	<i>Scleroactinolaimus</i> Ahmad, Khan & Ahmad, 1993
35	a	Onchia fused at base	<i>Metactinolaimus</i> Meyl, 1957
	b	Onchia separate, not fused	36
36	a	Anterior stoma walls strongly ribbed, basket-like	<i>Westindicus</i> Thorne, 1967
	b	Anterior stoma walls not ribbed	37
37	a	Anterior stoma wall with denticles	38
	b	Anterior stoma wall without denticles	39
38	a	Male supplements in a linear series	<i>Paractinolaimus</i> Meyl, 1957
	b	Male supplements in clusters or fascicles	<i>Afractinolaimus</i> Andrassy, 1970

39	a	Male supplements in a linear series		40
	b	Male supplements in clusters or fascicles		41
40	a	Anterior part of esophagus muscular	<i>Egitus</i> Thorne, 1967	
	b	Anterior part of esophagus non-muscular	<i>Stopracticina</i> Khan, Ahmad & Jairajpuri, 1994	
41	a	Onchia each with two small additional denticles	<i>Neoactinolaimus</i> Thorne, 1967	
	b	Onchia without additional denticles	<i>Mactinolaimus</i> Andrassy, 1970	
Crateronematidae Siddiqi, 1969				
42	a	Slender nematodes; cuticular pores indistinct; odontostyle very thin with small aperture; females diovarial, amphidelphic; tail conoid to elongate-conoid	Crateronematinae	47
	b	Moderately slender nematodes; cuticular pores distinct; odontostyle thick with large aperture, often >1/2 odontostyle length; females monovarial or diovarial; tail short, rounded or elongate-conoid	Lordellonematinae	43
Lordellonematinae Siddiqi, 1969				
43	a	Female reproductive system monovarial, opisthodelphic	<i>Sicorinema</i> Siddiqi, 1969	
	b	Female reproductive system diovarial		44
44	a	Cuticle with conspicuous lateral, ventral and dorsal pores		45
	b	Cuticle without conspicuous pores; odontostyle short and thick with large aperture	<i>Sicorinemella</i> Andrassy, 2009	
45	a	Odontostyle length about 1x labial width with large aperture, >1/2 odontostyle length	<i>Moshajja</i> Siddiqi, 1982	
	b	Odontostyle length > 1x labial width with aperture about 1/3 odontostyle length		46
46	a	Body slender; tail elongate-conoid	<i>Poronemella</i> Siddiqi, 1969	
	b	Body stout; tail short, conoid	<i>Lordellonema</i> Andrassy, 1959	
Crateronematinae Siddiqi, 1969				
47	a	Labial region offset from body contour, lips separated; odontostyle thin with small aperture	<i>Crateronema</i> Siddiqi, 1969	
	b	Labial region continuous with body contour, lips amalgamated; odontostyle thin with small aperture		48
48	a	Tail elongate-conoid, with distinct papillae in male	<i>Chrysonema</i> Thorne, 1929	
	b	Tail short without distinct papillae	<i>Oonaguntus</i> Thorne, 1974	
Paraxonchiidae Dhanachand & Jairajpuri, 1981				
49	a	Anterior of body narrowing strongly; neck outline concave; head very small, <1/4 body width at base of esophagus; odontostyle straight or bent dorsally; tail short-conoid or elongate-conoid to filiform	Paraxonchiinae	50
	b	Anterior of body narrowing less strongly; neck outline concave; head small, about 1/3 body width at base of esophagus; odontostyle straight; tail short-conoid or conoid-rounded	Gopalinae	51
Paraxonchiinae Dhanachand & Jairajpuri, 1981				
50	a	Odontostyle straight with small aperture	<i>Parapalus</i> Loof & Zullini	
	b	Odontostyle bent dorsally with large aperture	<i>Paraxonchium</i> Krall, 1958	
Gopalinae Andrassy, 2009				
51	a	Odontostyle length >2x labial width, aperture about 1/4 length of odontostyle	<i>Gopalus</i> Khan, Jairajpuri & Ahmad, 1987	
	b	Odontostyle length about 1x labial width, aperture about 1/2 length of odontostyle	<i>Tendinema</i> Siddiqi, 1995	

about the length of gubernaculum		1965	
	Thorniidae De Coninck, 1965		
52	a Head with lips amalgamated; two circles of labial papillae separated; odontostyle narrowing posteriorly; male with gubernaculum	Thorniinae	53
	b Head with lips amalgamated; two circles of labial papillae very close; odontostyle narrowing posteriorly; male without gubernaculum	Thorneellinae	55
	Thorniinae De Coninck, 1965		
53	a Male spicules short and straight without inner sclerotization		54
	b Male spicules arcuate with inner sclerotization; gubernaculum present	<i>Nyggolaimoides</i> Meyl in Andrassy, 1960	
54	a Labial region offset from body contour; 6 small liplets within the outer labia	<i>Thorniosa</i> Andrassy, 1996	
	b Labial region not offset from body contour; without inset liplets	<i>Thornia</i> Meyl, 1954	
	Thorneellinae Andrassy, 1987		
55	a Anterior stoma with a sclerotized ring	<i>Loofilaimus</i> Jairajpuri, Ahmad & Sturhan, 1998	
	b Anterior stoma without sclerotized ring		56
56	a Male with 3-4 supplements	<i>Sphaeroamphis</i> Ahmad & Sturhan, 2000	
	b Male without supplements	<i>Thorneella</i> Andrassy, 1960	
	Thornenematidae Siddiqi, 1969		
57	a Female tail elongate; male tail elongate or short, rounded	Thornenematinae	58
	b Female and male tails both short and rounded	Willinematinae	65
	Thornenematinae Siddiqi, 1969		
58	a Anterior of body narrow, bottle-shaped; amphids small	<i>Lagenonema</i> Andrassy, 1987	
	b Anterior of body not bottle-shaped; amphids large		59
59	a Female tail attenuated to long; male tail short, round		60
	b Tails of males and females similar, either long or short, rounded		63
60	a Female reproductive system monovarial, opisthodelphic		61
	b Female reproductive system diovarial, amphidelphic		62
61	a Labial framework and esophageal collar sclerotized	<i>Thornenema</i> Andrassy, 1959	
	b Labial framework and esophageal collar not sclerotized	<i>Opisthodyrilaimus</i> Ahmad & Jairajpuri, 1982	
62	a Collar present; male with 15-17 ventromedian supplements, contiguous	<i>Prothornenema</i> Baqri & Bohra, 2003	
	b Collar absent; male with 10-15 ventromedian supplements, spaced	<i>Coomansinema</i> Ahmad & Jairajpuri, 1989	
63	a Tail long in both males and females		64
	b Tail short, rounded in both males and females		65
64	a Female reproductive system diovarial, amphidelphic	<i>Sicaguttur</i> Siddiqi, 1971	
	b Female reproductive system monovarial, opisthodelphic	<i>Indodorylaimus</i> Mehdi Ali & Prabha, 1974	
	Willinematinae Andrassy, 1987		
65	a Female reproductive system diovarial with both branches equally developed, amphidelphic		66
	b Female reproductive system monovarial or monovarial with rudimentary anterior branch, opisthodelphic		67
66	a Body very slender, 2.9-4.6 mm long	<i>Anadorella</i> Siddiqi, 2005	
	b Body very small, 0.4-0.6 mm long	<i>Paratimminema</i> Rahaman, Ahmad & Khan, 1994	

67	a	Cephalic framework and collar sclerotized	<i>Sclerolabia</i> Carbonell & Coomans, 1986	
	b	Cephalic framework and collar not sclerotized	<i>Willinema</i> Baqri & Jairajpuri, 1967	
Nordiidae Jairajpuri & Siddiqi, 1964				
68	a	Odontostyle needle-like, <3x labial width; lips with raised papillae; vulva transverse, usually diovarial, amphidelphic; tail conoid; body length 0.6-2.2 mm	Oriverutinae	69
	b	Odontostyle 2-9x labial width; labial papillae not raised; diovarial, amphidelphic or monovarial, opisthodelphic; tail short, conoid or cylindroid; body length 0.4-1.6 mm, usually robust	Nordiinae	69
	c	Odontostyle 2-5x labial width; lips with raised papillae; usually diovarial, amphidelphic; tail rounded or filiform; body length 1-8 mm	Pungentinae	69
Pungentinae Siddiqi, 1964				
Oriverutinae Andrassy, 2009				
Nordiinae Jairajpuri & Siddiqi, 1964				
69	a	Female tail elongate; male tail rounded	<i>Californidorus</i> Robbins & Weiner, 1978 (Pungentinae)	
	b	Tail similar in both sexes, either short or long		70
70	a	Head strongly expanded; amphid apertures on lateral lips	<i>Kochinema</i> Heyns, 1963 (Pungentinae)	
	b	Head not expanded; amphid apertures post-labial		71
71	a	Odontostyle >3x labial diameter		72
	b	Odontostyle <3x labial diameter		74
72	a	Odontostyle 8-9x labial diameter; posterior of body twisted	<i>Acunemella</i> Andrassy, 2002 (Nordiinae)	
	b	Odontostyle 3-5x labial diameter; posterior of body not twisted		73
73	a	Tail cylindroid with broadly-rounded terminus	<i>Ihornedia</i> Husain & Khan, 1965 (Nordiinae)	
	b	Tail conoid or conoid-rounded with narrowly-rounded terminus	<i>Longidorella</i> Thorne, 1939 (Nordiinae)	
74	a	Odontostyle very thin, needle-like, aperture hardly discernible		75
	b	Odontostyle not needle-like, aperture discernible		76
75	a	Female reproductive system diovarial, amphidelphic	<i>Malekus</i> Thorne, 1974 (Oriverutinae)	
	b	Female reproductive system monovarial, opisthodelphic	<i>Oriverutoides</i> Ahmad & Sturhan, 2002 (Oriverutinae)	
76	a	Tail in both sexes long, filiform		77
	b	Tail in both sexes short-conoid to elongate-conoid		78
77	a	Male with numerous contiguous ventro-median supplements	<i>Lenonchium</i> Siddiqi, 1965 (Pungentinae)	
	b	Male with few, well-spaced, ventro-median supplements	<i>Enchodorus</i> Vinciguerra, 1976 (Pungentinae)	
78	a	Lips large, separate, with strongly projecting papillae		79
	b	Lips not large, papillae not strongly projecting		80
79	a	Tail short-conoid, ventrally arcuate	<i>Inbionema</i> Loof & Zullini, 2000 (Oriverutinae)	
	b	Tail elongate-conoid, dorsally arcuate	<i>Oriverutus</i> Siddiqi, 1971 (Oriverutinae)	

80	a	Stoma with thick, hyaline walls; male with numerous supplements (26-31)	<i>Lanzavecchia</i> Zullini, 1988 (Pungentinae)	
	b	Stoma with thin walls; male with <16 supplements		81
81	a	Head rounded, continuous with body contour; tail bent dorsally	<i>Actinolaimoides</i> Meyl, 1957 (Nordiinae)	
	b	Head offset from body contour; tail not bent dorsally		82
82	a	Anterior walls of stoma with four sclerotized platelets		83
	b	Anterior walls of stoma without sclerotized platelets		84
83	a	Odontostyle 2-3x labial diameter, very slender, slightly curved; guiding ring double	<i>Pungentus</i> Thorne & Swanger, 1936 (Pungentinae)	
	b	Odontostyle <2x labial diameter, straight; guiding ring simple	<i>Pungentella</i> Andrassy, 2009 (Pungentinae)	
84	a	Cuticle near vulva strongly wrinkled	<i>Rhysocolpus</i> Andrassy, 1971 (Pungentinae)	
	b	Cuticle near vulva not wrinkled		85
85	a	Tail rounded; posterior male supplements within 1x spicule length of cloaca	<i>Enchodelus</i> Thorne, 1939 (Pungentinae)	
	b	Tail conoid; posterior male supplements > 1x spicule length from cloaca	<i>Heterodoros</i> Altherr, 1952 (Pungentinae)	
Dorylaimidae De Man, 1876				
86	a	Cuticle smooth; odontostyle moderate; guiding ring narrow; vulva longitudinal, V<50%; spicules simple; male with only 1 or 2 supplements; tails in both sexes filiform; body length 0.8-1.0 mm	Amphidorylaiminae	87
	b	Cuticle smooth or with fine transverse striations; odontostyle strong, straight; guiding ring thin; vulva longitudinal, V<50%; spicules dorylaimid; male with numerous supplements; tails in both sexes elongate to filiform; body length up to 5 mm	Prodorylaiminae	87
	c	Cuticle smooth or with distinct or longitudinal ridges striations; odontostyle strong, straight >1x labial diameter; guiding ring double; spicules dorylaimid; male with numerous supplements; tail in female elongate to filiform, short and rounded in male; body length up to 9 mm	Dorylaiminae	87
	d	Cuticle smooth or with fine transverse striations; odontostyle medium size; guiding ring simple; spicules dorylaimid; male with numerous supplements; tails differ between sexes, short mamillate or elongate to filiform in female, short and rounded in male; body length usually 1-3mm	Mesodorylaiminae	87
	e	Cuticle smooth; odontostyle long and thin; guiding ring simple; vulva usually longitudinal; tails in both sexes similar or dissimilar; body length 0.8- 5 mm	Afrodorylaiminae	87
87	Amphidorylaiminae Andrassy, 1976			
	Prodorylaiminae Andrassy, 1969			
	Dorylaiminae de Man, 1876			
	Mesodorylaiminae Andrassy, 1969			
	Afrodorylaiminae Andrassy, 1969			
	a	Stoma with sclerotized pieces	<i>Fuscheila</i> Siddiqi, 1982 (Mesodorylaiminae)	
b	Stoma without sclerotized pieces		88	
88	a	Monosexual; only females present	<i>Drepanodorylaimus</i> Jairajpuri, 1966 (Afrodorylaiminae)	
	b	Bisexual; males and females present		89

89	a	Cuticle with longitudinal ridges		90
	b	Cuticle without longitudinal ridges		92
90	a	Male supplements arranged in two clusters (fascicles)	<i>Ischiodorylaimus</i> Andrassy, 1969 (Dorylaiminae)	
	b	Male supplements arranged in a continuous series		91
91	a	Female tail elongate to filiform; guiding ring double	<i>Dorylaimus</i> Dujardin, 1845 (Dorylaiminae)	
	b	Female tail conoid-rounded with short projection; guiding ring simple	<i>Kittydorylaimus</i> Andrassy, 1998 (Mesodorylaiminae)	
92	a	Tail in both sexes similar, elongate to filiform		93
	b	Tail in both sexes dissimilar, elongate in female, short and mainly rounded in male		97
93	a	Spicule simple, alaimoid, only 1 or 2 supplements	<i>Amphidorylaimus</i> Andrassy, 1960 (Amphidorylaiminae)	
	b	Spicule dorylaimoid, numerous supplements		94
94	a	Prerectum very long, 15-25x anal body diameter	<i>Protodorylaimus</i> Andrassy, 1988 (Prodorylaiminae)	
	b	Prerectum much shorter		95
95	a	Supplements close together, numbering 13-31	<i>Prodorylaimus</i> Andrassy, 1959 (Prodorylaiminae)	
	b	Supplements spaced, numbering 6-13		96
96	a	Body very slender (a about 60); head rounded, continuous with body contour	<i>Kunjudorylaimus</i> Dhanam & Jairajpuri, 2000 (Prodorylaiminae)	
	b	Body less slender; head truncate	<i>Prodorylaimium</i> Andrassy, 1969 (Prodorylaiminae)	
97	a	Male tail conoid, ventrally arcuate	<i>Afrodorylaimus</i> Andrassy, 1964 (Afrodorylaiminae)	
	b	Male tail rounded		98
98	a	Male tail with short terminal peg	<i>Baladorylaimus</i> Andrassy, 2001 (Mesodorylaiminae)	
	b	Male tail without terminal peg		99
99	a	Subcuticle strongly striated	<i>Idiodorylaimus</i> Andrassy, 1969 (Dorylaiminae)	
	b	Subcuticle not striated		100
100	a	Guiding ring double and high		101
	b	Guiding ring simple and thin		102
101	a	Amphids with very small pore-like aperture	<i>Halodorylaimus</i> Andrassy, 1988 (Dorylaiminae)	
	b	Amphids with wide slit-like aperture	<i>Laimydorus</i> Siddiqi, 1969 (Dorylaiminae)	
102	a	Body extremely slender, a = 60-90	<i>Chrysodorus</i> Jimenez-Guirado & Cadenas, 1985 (Mesodorylaiminae)	
	b	Body much less slender		103
103	a	Paired pre- and post-cloacal papillae of male very strong; sperm small and rounded		104
	b	Paired pre- and post-cloacal papillae of male very small; sperm fusiform		105

104	a	Spicules simple, without inner sclerotization; 4-8 supplements arranged in pairs	<i>Apodorylaimus</i> Andrassy, 1988 (Afrodorylaiminae)	
	b	Spicules with inner sclerotization; 12-18 supplements arranged in a single row	<i>Paradorylaimus</i> Andrassy, 1969 (Afrodorylaiminae)	
105	a	Four spindle-shaped yellowish spots near base of odontostyle	<i>Crocodylaimus</i> Andrassy, 1988 (Mesodorylaiminae)	
	b	No spindle-shaped yellowish spots near base of odontostyle		106
106	a	Each spicule with a small spur near its distal end; posterior part of male body twisted	<i>Calcaridorylaimus</i> Andrassy, 1969 (Mesodorylaiminae)	
	b	Spicules without spurs; posterior part of male body not twisted		107
107	a	Supplements 16-31, arranged in 3 groups: two continuous rows with a few between	<i>Calodorylaimus</i> Andrassy, 1969 (Mesodorylaiminae)	
	b	Supplements in a continuous row		108
108	a	Supplements <5, widely spaced	<i>Miodorylaimus</i> Andrassy, 1986 (Mesodorylaiminae)	
	b	Supplements 5-26, closely spaced		109
109	a	Body length 2.7-3.3 mm; vulva sunken below body contour	<i>Namaquanema</i> Heyns & Swart, 1993 (Mesodorylaiminae)	
	b	Body length 0.8-2.3 mm; vulva not sunken below body contour	<i>Mesodorylaimus</i> Andrassy, 1959 (Mesodorylaiminae)	
110	Aporcelaimidae Heyns, 1965			
	a	Stoma with mural tooth	Sectonematinae	111
	b	Stoma with axial odontostyle		113
111	Sectonematinae Siddiqi, 1969			
	a	Tooth parallel with body axis	<i>Sectonema</i> Thorne, 1930	
	b	Tooth at an angle to body axis		112
112	a	Anterior part of stoma with fine rasp-like denticles	<i>Nygotlaimium</i> Thorne, 1930	
	b	Anterior part of stoma without denticles	<i>Scapidens</i> Heyns, 1965	
113	a	Tail very long and filiform	Aporcedorinae	114
	b	Tail short, conoid-rounded or hemispherical	Aporcelaiminae	115
114	Aporcedorinae Andrassy, 2009			
	a	Tail very long and filiform	<i>Aporcedorus</i> Jairajpuri & Ahmad, 1983	
	b			
115	Aporcelaiminae Heyns, 1965			
	a	Cuticle with 2 layers that refract light differently		116
	b	Cuticle layers refract light similarly		117
116	a	Male with 2-5 pairs of adcloacal supplements; lip region only slightly offset	<i>Makatinus</i> Heyns, 1965	
	b	Male with only 1 pair of adcloacal supplements; lip region strongly offset	<i>Aporcelaimellus</i> Heyns, 1965	
117	a	Lip region rounded, lips amalgamated, odontostyle very thick	<i>Acrotonus</i> Thorne, 1974	
	b	Lip region not rounded, lips not or only slightly amalgamated, odontostyle not unusually thick		118
118	a	Vestibule heavily sclerotized, anterior of odontostyle thick	<i>Sivallis</i> Jairajpuri & Ahmad, 1985	
	b	Vestibule not sclerotized, anterior of odontostyle normal		119

119	a	Odontostyle aperture arched dorsally, vulva cuticle wrinkled, very large nematodes (7-9.3 mm)	<i>Epacrolaimus</i> Andrassy, 2000	
	b	Odontostyle aperture not arched dorsally, vulva cuticle smooth		120
120	a	Aperture 1/3 of odontostyle length, vulva lips not sclerotized	<i>Tubixaba</i> Monteiro & Lordello 1980	
	b	Aperture A½ or greater of odontostyle length, vulva lips usually sclerotized		121
121	a	Lip region high, tail conoid and > 1 anal body diameter	<i>Metaporcelaimus</i> Lordello, 1965	
	b	Lip region wide, tail conoid-rounded or hemispherical and < 1 anal body diameter		122
122	a	Body large (4-10 mm), vulval lips sclerotized	<i>Aporcelaimus</i> Thorne & Swanger, 1936	
	b	Body around 2 mm, vulval lips not sclerotized	<i>Aporcella</i> Andrassy, 2002	
123		Qudsianematidae Jairajpuri, 1965		
		Discolaiminae Siddiqi, 1969		
		Carcharolaiminae Thorne, 1967		
		Qudsianematinae Jairajpuri, 1965		
		Arctidorylaiminae Mulvey & Anderson, 1979		
		Ecumenicinae Andrassy, 2009		
124	a	Lip region broadly offset and high; lateral fields with conspicuous glands	<i>Latocephalus</i> Patil & Khan, 1982 (Discolaiminae)	
	b	Lip region normal; lateral fields without glands	<i>Ecumenicus</i> Thorne, 1974 (Ecumenicinae)	
125	a	Cuticle usually with conspicuous longitudinal ridges	<i>Arctidorylaimus</i> Mulvey & Anderson, 1979 (Arctidorylaiminae)	
	b	Cuticle without longitudinal ridges		126
126	a	Head with sclerotized basket-like structure		127
	b	Head without sclerotized basket-like structure		129
127	a	Tail conoid, ventrally arcuate, about 2x abd	<i>Caryboca</i> Lordello, 1967 (Carcharolaiminae)	
	b	Tail conoid-rounded to bluntly rounded, ventrally arcuate, about 1x abd		128
128	a	Mouth cavity barrel-shaped and heavily sclerotized posterior to basket-like structure	<i>Caribenema</i> Thorne, 1967 (Carcharolaiminae)	
	b	Mouth cavity simple and slightly sclerotized posterior to basket-like structure	<i>Carcharolaimus</i> Thorne, 1939 (Carcharolaiminae)	
129	a	Lateral field with numerous conspicuous glandular structures		130
	b	Lateral field without glandular structures		136
130	a	Head with inner sclerotized ring or plate structure		131
	b	Head without inner sclerotized ring or plate structure		132
131	a	Tail conoid, curved ventrally	<i>Mylodiscoides</i> Lordello, 1963 (Discolaiminae)	
	b	Tail bluntly-rounded, short	<i>Mylodiscus</i> Thorne, 1939 (Discolaiminae)	

132	a	Posterior section of esophagus surrounded by strong spiral-muscle sheath	<i>Salimella</i> Siddiqi, 2005 (Discolaiminae)	
	b	Posterior section of esophagus without spiral-muscle sheath		133
133	a	Labial region much wider than adjacent body, sucker-like		134
	b	Labial region not so wide, not sucker-like		135
134	a	Tail elongate filiform	<i>Filidiscolaimus</i> Siddiqi, 1995 (Discolaiminae)	
	b	Tail short, bluntly rounded or conoid rounded	<i>Discolaimus</i> Cobb, 1913 (Discolaiminae)	
135	a	Tail elongate, 2-5x abd, prerectum with short blind sac	<i>Discolaimoides</i> Heyns, 1963 (Discolaiminae)	
	b	Tail shorter, <2x abd, prerectum without blind sac	<i>Discolaimium</i> Thorne, 1939 (Discolaiminae)	
136	a	Male with adcloacal pair of supplements far from cloaca, odontostyle weakly sclerotized	<i>Amblydorylaimus</i> Andrassy, 1998 (Qudsianematinae)	
	b	Male with adcloacal pair of supplements on anterior cloacal lip		137
137	a	Oral field somewhat sunken with small inner liplets		138
	b	Oral field without inner liplets		140
138	a	Vulva longitudinal, male with supplements contiguous	<i>Labronema</i> Thorne, 1939 (Qudsianematinae)	
	b	Vulva transverse, male with supplements spaced		139

I2. Kunci Identifikasi genus *Iotonchus* (Mononchida)

1-2-38-39-40-41-42-45-46

Pedoman Diagnosis OPTK Galangan Nematoda

Lampiran 5. Contoh Kunci Nematoda dari UNL Nematology Lab

Kunci Diagnosis Interaktif untuk Nematoda Parasit Tumbuhan, Freelifving dan Predator

oleh

[UNL Nematology Lab](#)

Adaptasi dari :

An Illustrated Key to Nematodes Found in Fresh Water


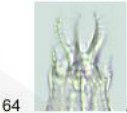



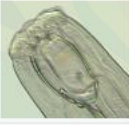
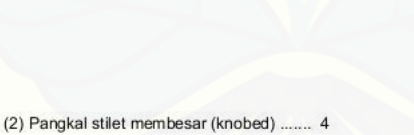
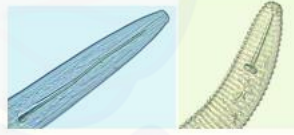
- Armen C. Tarjan (University of Florida, Lake Alfred)
- Robert P. Esser (Florida Department of Agriculture, Gainesville)
- Shih L. Chang (Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio)




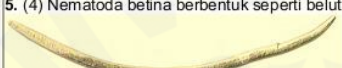



Bab I

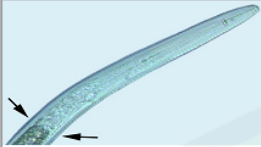
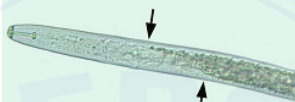
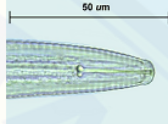


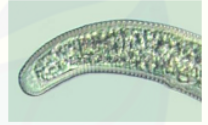


Originally published in J. Water Pollution Cont. Fed. 1977. Vol 49: 2318-2337 /
publikasi asli di J. Water Pollution Cont. Fed. 1977. Vol 49: 2318-2337

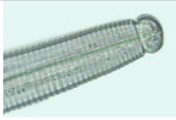
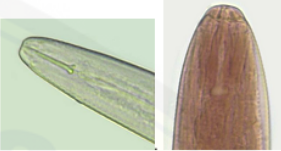



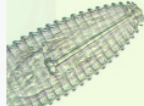


Bab


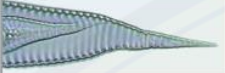

[II](#) [III](#) [IV](#)


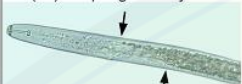

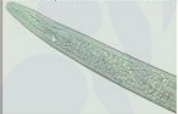


<p>1. Seta pada kepala tidak jelas atau tidak ada 2</p>	
<p>• Seta pada kepala tidak ada, terdapat struktur berupa embelan menyerupai seta .. 64</p>	
<p>• Terdapat seta di bagian kepala 69</p>	
<p>2. (1) Memiliki stilet 3</p>	
	<p>• tidak mempunyai stilet 38</p>
	
<p>3. (2) Pangkal stilet membesar (knobed) 4</p>	
	



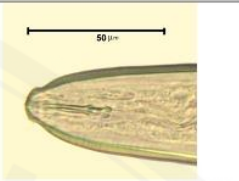



<p>• Pangkal stilet tidak membesar 29</p>	
<p>4. (3) Bubus pada median esophagus memiliki katup 5</p>	
<p>• Bubus pada median esophagus tidak memiliki katup 22</p>	
<p>5. (4) Nematoda betina berbentuk seperti belut..... 6</p>	
<p>• Tubuh nematoda betina membengkak (spt. balon)..... 21</p>	
<p>6. (5) Vulva terletak ± di bagian tengah panjang tubuh.... 7</p>	
<p>• Vulva terletak pada ± sepertiga panjang tubuh bagian belakang 14</p>	
<p>7. (6) Esophagus tidak menjorok ke intestinum..... 8</p>	


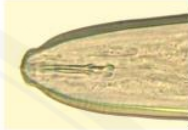

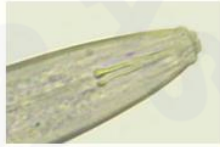




	<ul style="list-style-type: none"> • Esophagus menjorok ke intestinum (<i>overlapping</i>).... 11
	
<p>8. (7) Panjang stilet kurang dari 50 mikron 9</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Panjang <i>stylet</i> lebih dari 80 mikron..... Dolichodoris 	
<p>9. (8) Ekor meruncing tetapi ujungnya tumpul... Quinisulcius</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ekor tidak meruncing..... 10 	
<p>10. (9) Ujung ekor membesar (knobbed)... Psilenchus</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ujung ekor tidak membesar atau meruncing.... Tylenchohynchus, Merlinius, Geocenamus (in part), Scutylenchus, Nagelus 	





<p>11. Bibir menonjol..... 12</p>	
<p>• Bibir datar atau sedikit melengkung13</p>	
<p>12. (11) Stilet kokoh, panjang 40-50 mikron.... Hoplolaimus</p>	
<p>• stilet panjang dan ramping, panjang lebih dari 90 mikron... Belonolaimus</p>	
<p>13. (11) Panjang tubuh 0,5 – 1 mm..... Radopholus</p>	
<p>• Panjang tubuh 2 - 3 mm..... Hirshmaniella</p>	
<p>14. (6) Kutikula beranulasi jelas, stilet panjang.....15</p>	
<p>• Anulasi kutikula tidak jelas, stilet pendek.....17</p>	
<p>• Anulasi kutikula tidak jelas, stilet panjang... Paratylenchus</p>	
<p>15. (14) Tidak mempunyai seludang kutikula (cuticular seath).....16</p>	


	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai seludang kutikula Hemicycliophora
	<p>16. (15) Anulasi kutikula menyerupai duri atau sisik... Criconema</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Anulasi kutikula tidak menyerupai duri atau sisik. ... Mesocriconema
	<p>17. (14) Apabila mati posisi tubuh lurus.....18</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Apabila mati posisi tubuh melingkar..... Helicotylenchus
	<p>18. (17) Bulbus pada median esophagus ada tetapi tidak begitu jelas.... 19</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Bulbus pada median esophagus berkembang baik. Aphelenchoides


<p>19. (18) Esophagus menjorok ke intestinum (<i>overlapping</i>).... 20</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Esophagus tidak menjorok ke intestinum. Tylenchus

<p>20. (19) <i>Median bulbus</i> dan katupnya kecil, stilet biasanya lemah... Ditylenchus</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Katup pada <i>median bulbus</i> dan stilet berkembang baik, bibir mendatarPratylenchus

<p>21. (5) Tubuh nematoda betina berwarna putih dan tanpa telur (di dalamnya)... Meloidogyne</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Tubuh nematoda betina berwarna coklat, biasanya di dalamnya terdapat telur Heterodera



	
<p>22. (4) Stilet pendek, kurang dari 100 mikron.....23</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stilet panjang, lebih dari 100 mikron.... Xiphinema 	 
<p>23. (22) Stilet kompleks (tidak sederhana) 24</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stilet sederhana 25 	 

<p>24. (23) Stilet bagian depan menyerupai busur (arch-like)... Diphtherophora</p> <p>• stilet bagian dorsal menebal..... Tylencholaimellus</p>	 
<p>25. (23) Knob stilet memanjang. 26</p> <p>• Knob stilet bulat..... 27</p>	 
<p>26. (25) Ekor seperti cambuk (filiform)... Aulolaimoides</p> <p>• Ekor bulat. Enchodelus</p>	 
<p>27. (25) Ekor membulat..... 28</p> <p>• Ekor meruncing..... Nothovlenchus</p>	 
<p>28. (27) Pangkal esophagus memanjang.... Tylencholaimus</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> • Pangkal esophagus lonjong..... Doryllium
	<p>29. (3) Bulbus pada median esophagus tidak mempunyai katup.30</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Bulbus pada median esophagus mempunyai katup....37
	<p>30. (29) Dinding stoma (rongga mulut) tidak mengalami penebalan kutikula.31</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Dinding stoma mengalami penebalan kutikula (Actinolaimus, Metactinolaimus, Neoactinolaimus, Paractinolaimus) Actinolaiminae 	
<p>31. (30) Pangkal esophagus memanjang dan melebar (expanded)..... 32</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ekspansi esophagus sama atau rata..... Oionchus
	<p>32. (31) Seperlima atau seperenam esophagus bagian pangkal berupa bulbus yang lonjong ... 33</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Sepertiga esophagus bagian pangkal membesar..... 36

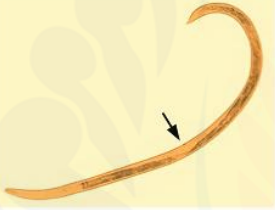


33. (32) Posisi stilet di tengah-tengah. 34

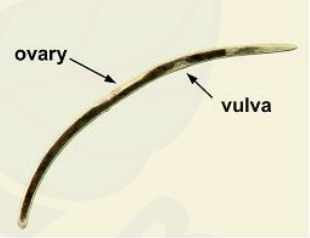



- Posisi stilet tidak ditengah, berasal dari gigi pada dinding stoma.... [Campydora](#)



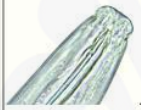


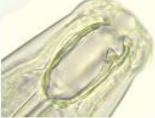
34. (33) Mempunyai sepasang gonad, posisi vulva biasanya dekat pertengahan panjang tubuh.... 35








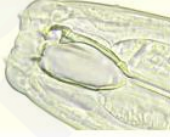


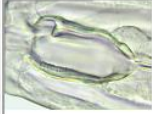
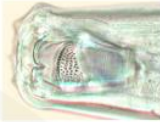
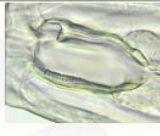
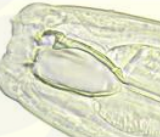
- Mempunyai gonad tunggal di bagian belakang vulva, posisi vulva biasanya di bagian depan tubuh



sampai pertengahan panjang tubuh [Tylectus](#)

<p>35. (34) Stilet gilig (slender) Leptonchus</p>	
<p>• Stilet tidak gilig Dorylaimoides</p>	
<p>36. (32) Posisi stilet di tengah-tengah, (Dorylaimus, Eudorylaimus,</p>	
<p>Labronema, Mesodorylaimus, Thornia, Laimydorus, Prodorylaimus) ... Dorylaiminae</p>	
<p>• Posisi stilet tidak ditengah, berasal dari gigi di dinding stoma..... Nyqolaimus</p>	
<p>37. (29) Ekor meruncing..... Seinura</p>	
<p>• Ekor membulat Aphelenchus</p>	
<p>38. (2) Mempunyai gigi dan jelas 39</p>	

<p>• Tidak bergigi, kalau ada berukuran kecil atau tidak jelas..... 50</p>	
<p>39. (38) Bagian tengah esophagus tidak mengalami ekspansi ... 40</p>	
<p>• Bagian tengah esophagus mengalami ekspansi 49</p>	
<p>40. (39) Ekor menuncing atau mengecil ke arah ujung 41</p>	
<p>• Ekor membulat 47</p>	
<p>41. (40) Ekor nematoda jantan tanpa seta 42</p>	
<p>• Ekor nematoda jantan mempunyai seta..... <i>Oncholaimus</i></p>	
<p>42. (41) Stoma mempunyai struktur bergerigi (denticles) 43</p>	
<p>• Stoma tanpa denticles..... 45</p>	
<p>43. (42) Denticles menyebar atau dalam baris memanjang (longitudinal) 44</p>	

	
<p>• Denticles tersusun dalam baris transversal..... Myionchulus</p>	
<p>44. (43) Denticles tersusun memanjang di dalam stoma..... Prionchulus</p>	
<p>• Denticles menyebar pada dinding stoma. Sporonchulus</p>	
<p>45. (42) Gigi mengarah kedepan pic.....46</p>	
<p>• Gigi mengarah ke belakang..... Anatonchus</p>	
<p>46. (45) Gigi terdapat pada bagian belakang stoma. Iotonchus</p>	