



**KEANEKARAGAMAN NEMATODA SEBAGAI INDIKATOR
KUALITAS TANAH PADA LAHAN CABAI RAWIT
(*Capsicum frutescens*) DESA BANGSRING SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI *BOOKLET***

SKRIPSI

Oleh:

**Kusuma Indah Mawarni
220210103100**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**



**KEANEKARAGAMAN NEMATODA SEBAGAI INDIKATOR
KUALITAS TANAH PADA LAHAN CABAI RAWIT
(*Capsicum frutescens*) DESA BANGSRING SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI *BOOKLET***

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Pendidikan Biologi.*

SKRIPSI

Oleh:

**Kusuma Indah Mawarni
220210103100**

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

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan kemudahan yang telah diberikan, serta dengan iringan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Achmad Fauzi dan Ibu Misriyatun yang selalu menjadi alasan dalam setiap langkah yang saya perjuangkan. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tidak pernah berkurang, serta segala pengorbanan yang mungkin tidak pernah mampu saya balas sepenuhnya. Di setiap proses panjang yang saya lalui, ada doa dan harapan kalian yang menjadi penguat ketika perjalanan terasa berat.
2. Paman, bibi, serta saudara dan saudari saya yang selalu memberi perhatian, semangat, dan pengingat bahwa saya tidak pernah berjalan sendirian. Terima kasih atas segala perhatian, dukungan, dan kehangatan yang selalu diberikan dalam setiap proses yang saya jalani.
3. Bapak dan Ibu guru di TK Pertiwi 38, SDN 1 Tamanagung, SMPN 1 Banyuwangi, SMAN 1 Banyuwangi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, serta pengalaman berharga sebagai bekal dalam perjalanan pendidikan dan kehidupan saya.
4. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, yang telah menjadi tempat penulis dalam menimba ilmu, bertumbuh, dan membentuk karakter akademik.

MOTTO

It always seems impossible until it's done

- Nelson Mandela¹

حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

"Cukuplah Allah menjadi Penolong kami dan Dia sebaik-baik Pelindung."

(QS. Ali 'Imran [3]: 173)²

¹ Mandela, N. (1994). *Long Walk to Freedom*. Boston: Little, Brown and Company.

² Kementerian Agama RI. 2019. *Al- Qur'an dan Terjemahannya*, Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kusuma Indah Mawarni

NIM : 220210103100

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul:
“KEANEKARAGAMAN NEMATODA SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS
TANAH PADA LAHAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) DESA
BANGSRING SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI *BOOKLET*”

adalah benar-benar hasil karya 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 skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 20 Mei 2026

Yang menyatakan,

Kusuma Indah Mawarni

NIM 220210103100

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*KEANEKARAGAMAN NEMATODA SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS TANAH PADA LAHAN CABAI RAWIT (Capsicum frutescens) DESA BANGSRING SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BOOKLET*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 20 Mei 2026
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Prof. Dr. Iis Nur Asyiah., S.P., M.P
NIP : 197306142008012008

Tanda Tangan

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.
NIP : 196405101990021001

(.....)

2. Penguji Anggota

Nama : Ika Lia Novenda S.Pd, M.Pd.
NIP : 760014635

(.....)

ABSTRACT

Chili (Capsicum frutescens) cultivation in Bangsring Village depends on good soil quality to support optimal plant growth. Soil nematodes are widely used as biological indicators because their community structure reflects soil ecological conditions. This study aimed to analyze the diversity and community structure of soil nematodes in cayenne pepper fields as indicators of soil quality and ecosystem stability, as well as to identify the presence of plant-parasitic nematodes. The research was conducted from 22 September to 19 December 2025 using a quantitative descriptive method, which included soil sampling using a zig-zag technique, nematode extraction, and identification to the genus level. The results showed that 10 nematode genera belonging to four trophic groups were found in the cayenne pepper field, including bacterivores, fungivores, predators, and plant-parasitic nematodes. The bacterivorous group was dominant, while predators had the lowest abundance. The nematode diversity index (H') was 1,03, indicating low diversity. The Plant Parasitic Index (PPI) was 3, indicating moderate parasitic pressure, while the Maturity Index (MI) was 1,42, indicating a disturbed soil ecosystem. The PPI/MI ratio was 2,10 indicating a highly disturbed biological condition of the soil. The booklet developed based on the research results obtained a validation score of 82.4%, which was categorized as very feasible for use as an educational and informational medium.

Keywords: *Capsicum frutescens; nematodes; soil biological quality; bioindicator; booklet.*

RINGKASAN

KEANEKARAGAMAN NEMATODA SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS TANAH PADA LAHAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens*) DESA BANGSRING SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI *BOOKLET*; Kusuma Indah Mawarni; 220210103100; 2026; 47 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan komoditas dengan permintaan pasar yang terus meningkat di Indonesia, sehingga produktivitasnya perlu didukung oleh kualitas tanah. Tanah dengan kualitas yang baik ditentukan oleh keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologis yang mampu menunjang pertumbuhan tanaman serta aktivitas organisme tanah. Salah satu organisme yang berperan penting dalam ekosistem tanah ialah nematoda memiliki peran penting dalam siklus hara, dekomposisi bahan organik, serta pengendalian populasi organisme lain. Perubahan struktur komunitas nematoda dapat mencerminkan kondisi ekosistem tanah sehingga dapat digunakan sebagai indikator kualitas tanah. Namun, informasi mengenai peran nematoda masih banyak disampaikan dengan istilah ilmiah yang sulit dipahami masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman nematoda sebagai indikator kualitas tanah pada lahan cabai rawit di Desa Bangsring serta memanfaatkannya sebagai *booklet*.

Penelitian dilakukan pada bulan 22 September sampai 19 Desember 2025. Penelitian menggunakan metode eksploratif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Sampel tanah diambil pada enam lahan cabai rawit menggunakan metode *systematic random sampling*. Nematoda diekstraksi dengan metode Whitehead Tray, kemudian diidentifikasi hingga tingkat genus berdasarkan karakter morfologi. Struktur komunitas dianalisis menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), MI, PPI, dan rasio PPI/MI. Selain itu, dilakukan analisis sifat fisik dan kimia tanah. Hasil penelitian dimanfaatkan dalam penyusunan *booklet* yang selanjutnya diuji kelayakannya melalui validasi oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna.

Berdasarkan hasil penelitian pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*), diketahui 5 ordo nematoda dari 10 genus dengan total sebanyak 154 individu, yaitu *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Meloidogyne*, *Hemicriconemoides*, *Pratylenchus*, *Ditylenchus*, *Aphelenchus*, *Monhystera*, *Ironus*, dan *Prismatolaimus*. Komunitas nematoda terdiri atas 4 kelompok trofik berbeda pada lahan cabai rawit dengan dominasi kelompok nematoda bakterivor dan paling sedikit jumlahnya yaitu kelompok nematoda predator.

Hasil analisis indeks keanekaragaman nematoda didapatkan nilai indeks keanekaragaman H' 1,03 menunjukkan bahwa keanekaragaman nematoda tergolong dalam kategori rendah. Nilai indeks parasit tumbuhan (PPI) sebesar 3 yang berarti dalam kategori parasitisme sedang. Indeks maturitas (MI) dengan nilai sebesar 1,42 tergolong ekosistem terganggu. Rasio PPI/MI diperoleh sebesar 2,10 dalam kategori gangguan tinggi. Kondisi kualitas tanah berdasarkan indikator biologis komunitas nematoda menunjukkan bahwa kualitas biologis tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring tergolong sangat terganggu.

Hasil analisis tanah menunjukkan tekstur tanah tergolong *sandy clay* dengan pH 6,2 (agak asam), kandungan P_2O_5 tergolong tinggi, K_2O sedang, sedangkan C-organik dan N-total tergolong rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanah masih mampu mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi rendahnya kandungan bahan organik membatasi ketersediaan sumber energi bagi mikroorganisme tanah sehingga memengaruhi struktur komunitas nematoda. Hal ini tercermin dari dominasi nematoda oportunistik, rendahnya nilai MI, serta tingginya rasio PPI/MI yang menunjukkan bahwa kualitas biologis tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring belum optimal. *Booklet* yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian ini memperoleh nilai validasi rata-rata sebesar 82,4% dengan kriteria sangat layak, sehingga dapat digunakan sebagai media informasi dan pembelajaran.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Keanekaragaman Nematoda pada Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Desa Bangsring serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Mohammad Na'im, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Prof. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi;
4. Prof. Dr. Iis Nur Asyiah, S.P., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing saya dengan sabar, meluangkan waktu dan memberikan kritik serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan Ika Lia Novenda, S.Pd, M.Pd. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Nita Fitriana, M.Sc. dan Hikmah Buroidah, S.Pd., M.Pd. selaku validator ahli materi dan validator ahli media yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan saran dan kritik untuk penyempurnaan produk *Booklet* yang disusun oleh penulis;
7. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember yang telah memberikan ilmu bermanfaat serta bimbingan selama studi;

8. Om Suaib dan Kak Rokhim yang telah membantu kelancaran mencari area penelitian serta mendampingi proses wawancara bersama petani.
9. Bapak & Ibu pemilik lahan cabai rawit di Desa Bangsring yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
10. Kakak dan adik tercinta, Maulida Cahyani dan Diah Indri Lestari serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
11. Teman-teman seperjuangan sejak menjadi mahasiswa FKIP Universitas Jember, yang selalu menemani, menguatkan, memberikan dukungan, serta saling memberikan nasihat dan motivasi;
12. Teman-teman penelitian Nematoda angkatan 2022; Diana, Himawari, Sherly, Yunia, dan Sisilia, yang berjuang bersama menyelesaikan penyusunan skripsi;
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu dalam membantu dan memberikan kelancaran dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga segala bantuan, doa, dan kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah Swt. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi salah satu referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang biologi.

Jember, 20 Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Deskripsi Umum Tanaman Cabai Rawit.....	5
2.2 Indikator Kualitas Tanah	7
2.3 Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah	8
2.4 Nematoda	9
2.5 Kelompok Trofik Nematoda	10
2.5.1. Nematoda Pemakan Bakteri	10
2.5.2. Nematoda Pemakan Jamur	10
2.5.3. Nematoda Pemakan Segala	11
2.5.4. Nematoda Predator	11
2.5.5. Nematoda Pemakan Akar Tanaman	11
2.6 <i>Booklet</i>	12
2.7 Kerangka Berfikir	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2.1. Tempat Penelitian.....	14
3.2.2. Waktu Penelitian	14
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	14

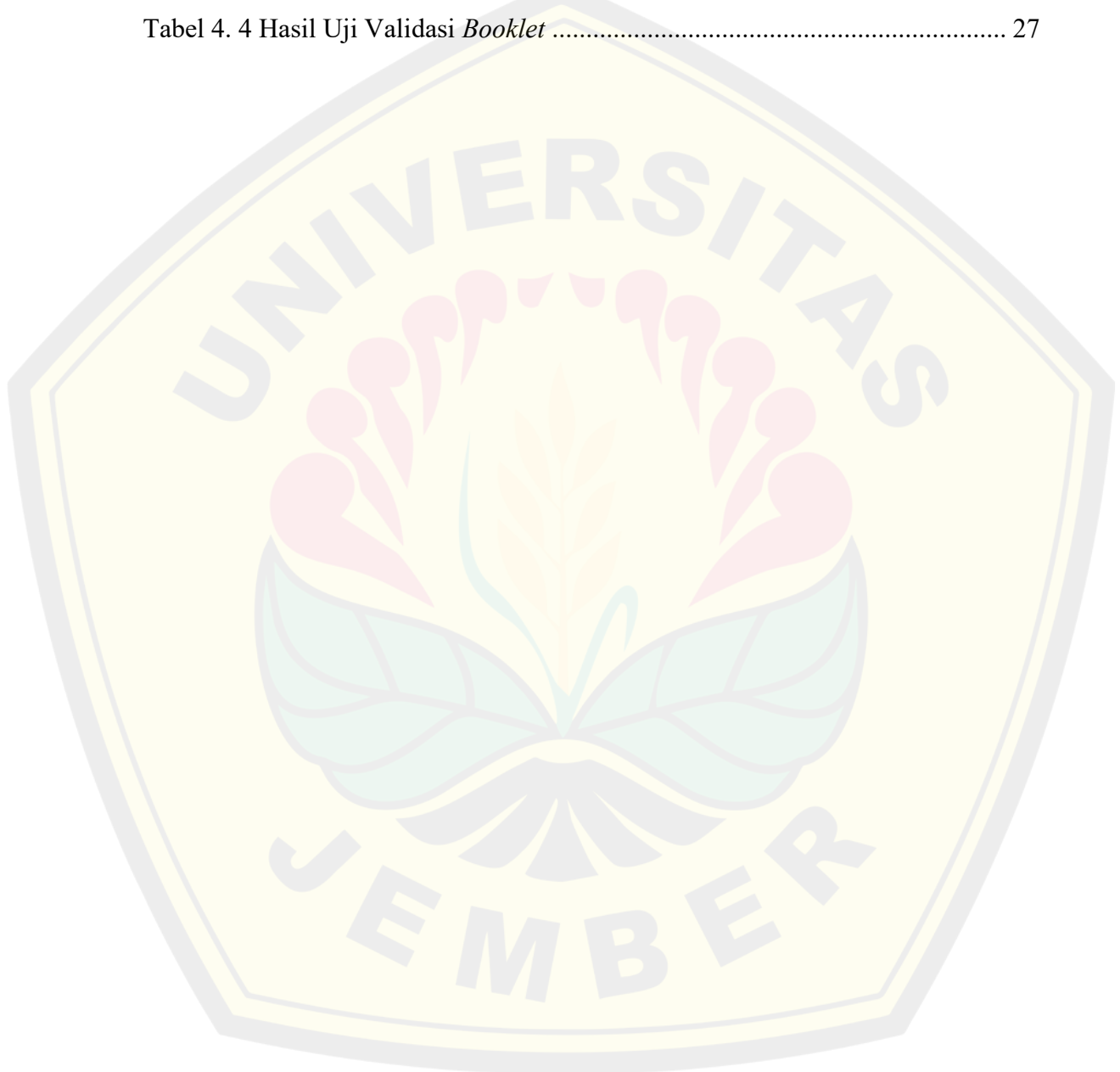
3.3.1. Populasi Penelitian	14
3.3.2. Sampel Penelitian	14
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.5 Prosedur Penelitian	15
3.5.1. Persiapan Alat dan Bahan.....	15
3.5.2. Pengambilan Sampel	15
3.5.3. Ekstraksi Nematoda.....	16
3.5.4. Identifikasi Nematoda	16
3.5.5. Perhitungan Jumlah Populasi Nematoda.....	16
3.5.6. Wawancara	16
3.5.7. Analisis Tanah	16
3.5.8. Dokumentasi.....	17
3.5.9. Penyusunan Booklet.....	17
3.6 Analisis Hasil Penelitian	17
3.7 Analisis Validasi <i>Booklet</i>.....	18
3.8 Kerangka Alur Penelitian.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Hasil Penelitian.....	20
4.1.1. Genus Nematoda pada lahan cabai rawit	20
4.1.2. Keanekaragaman Nematoda.....	25
4.1.3. Struktur Komunitas Nematoda pada Lahan Cabai rawit.....	26
4.1.4. Hasil Analisis Tanah	26
4.1.5. Uji Validasi Booklet.....	26
4.2 Pembahasan	27
4.2.1. Identifikasi Nematoda berdasarkan Genus.....	27
4.2.2. Analisis Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai Rawit..	30
4.2.3. Kondisi Lingkungan Abiotik Tanah.....	32
4.2.4. Validasi Booklet.....	36
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman Cabai Rawit (Sumber : homecare24.id)	5
Gambar 2. 2 Kerangka Berfikir.....	13
Gambar 3. 1 Pola Pengambilan Sampel.....	15
Gambar 3. 2 Skema Alur Penelitian.....	19
Gambar 4. 1 Nematoda <i>Rhabditis</i>	20
Gambar 4. 2 Nematoda <i>Cephalobus</i>	21
Gambar 4. 3 Nematoda <i>Meloidogyne</i>	21
Gambar 4. 4 Nematoda <i>Hemicriconemoides</i>	22
Gambar 4. 5 Nematoda <i>Pratylenchus</i>	22
Gambar 4. 6 Nematoda <i>Ditylenchus</i>	23
Gambar 4. 7 Nematoda <i>Aphelenchus</i>	23
Gambar 4. 8 Nematoda <i>Monhystera</i>	24
Gambar 4. 9 Nematoda <i>Ironus</i>	24
Gambar 4. 10 Nematoda <i>Prismatolaimus</i>	25
Gambar 4. 11 Diagram Keanekaragaman Nematoda Berdasarkan Trofik	25

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nematoda di Lahan Cabai Desa Bangsring.....	20
Tabel 4. 2 Nilai Indeks Komunitas Nematoda	26
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Kimia Tanah	26
Tabel 4. 4 Hasil Uji Validasi <i>Booklet</i>	27



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan komoditas pertanian yang banyak dibudidayakan oleh petani Indonesia serta memiliki permintaan tinggi di pasar. Tahun 2023 konsumsi rata-rata konsumsi cabai rawit naik 5,8% dibandingkan tahun 2022 (Ahdiat, 2024). Namun permintaan pasar yang meningkat ketika tidak diimbangi oleh produktivitas yang baik akan menyebabkan inflasi, kenaikan harga cabai rawit. Hal ini dapat terjadi karena banyak faktor, mulai dari faktor cuaca ekstrem, kualitas tanah, adanya hama dan penyakit, serta pengelolaan lahan yang kurang tepat. Kualitas tanah yang optimal sangat diperlukan untuk menghasilkan tanaman cabai rawit yang sehat dan produktif (Septariani *et al.*, 2019; Sari *et al.*, 2020).

Kualitas tanah adalah faktor penting dalam menentukan keberlanjutan produktivitas tanaman, karena tanah yang sehat mampu menyediakan nutrisi yang cukup, struktur yang baik, dan lingkungan yang mendukung aktivitas organisme tanah (Wihardjaka, 2021). Tanah yang berkualitas memiliki keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologis yang ideal untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Dewanti *et al.*, 2021). Sifat fisik seperti porositas dan tekstur tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan air dan mendukung pertumbuhan akar. Sifat kimia tanah seperti pH dan ketersediaan nutrisi, menentukan seberapa efisien tanaman dapat menyerap hara. Selain itu, kualitas biologis tanah sangat dipengaruhi oleh aktivitas organisme tanah (Sumarniasih *et al.*, 2023).

Keberadaan organisme tanah seperti cacing tanah, bakteri, jamur, dan nematoda berperan penting dalam ekosistem tanah sebagai agen biologis yang memengaruhi sifat fisik dan kimia tanah. Organisme tanah berkontribusi dalam mempertahankan struktur tanah, siklus nutrisi, dan mengatur populasi organisme lain (Lestari & Susanti, 2019). Tanah subur menyediakan habitat yang ideal dan sumber makanan melimpah, menciptakan kondisi stabil bagi organisme tanah untuk mendukung siklus nutrisi berkelanjutan (Febriana & Susilawati, 2024).

Keanekaragaman nematoda dalam tanah mencerminkan keseimbangan ekosistem, di mana semakin tinggi keanekaragamannya, semakin optimal siklus nutrisi dan produktivitas tanah (Sopoalena *et al.*, 2022).

Nematoda merupakan cacing mikroskopis yang termasuk pada filum Nematoda. Nematoda dapat ditemukan dalam berbagai habitat dan mampu hidup di tanah, air jernih, dan sedimen laut (Cunha *et al.*, 2022; Latief *et al.*, 2023). Dalam ekosistem tanah, nematoda terdiri atas kelompok yang menguntungkan maupun merugikan. Nematoda memainkan peran penting dalam ekosistem sebagai dekomposer, predator, dan parasit. Nematoda sebagai dekomposer akan menguraikan bahan organik menjadi partikel yang lebih kecil yang berguna untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Sopialena *et al.*, 2022). Nematoda sebagai predator dapat mengendalikan populasi organisme lain pada ekosistem sehingga terjadi keseimbangan populasi (Oktafiyanto & Ibrahim, 2021). Nematoda sebagai parasit pada tanaman dan pada organisme lain yang menyebabkan penurunan produktivitas serta kerusakan (Permata *et al.*, 2021). Peran fungsional nematoda dalam ekosistem tanah sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan seperti ketersediaan makanan, suhu, kelembaban, bahan organik, dan aktivitas manusia. Oleh karena itu, keberadaan dan komposisi nematoda di dalam tanah dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kualitas tanah. Keberadaan dan komposisi nematoda yang tidak seimbang dapat diindikasikan adanya gangguan pada ekosistem tanah. Gangguan tersebut seperti perubahan kualitas tanah, pencemaran, atau perubahan iklim (Yogaswara, 2020).

Keberadaan nematoda yang umum pada berbagai jenis tanah dan fluktuasi populasi yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, menjadikan nematoda sebagai indikator efektif untuk menilai kualitas tanah (Tama, 2024). Selain itu, peran penting nematoda dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus hara, dan pengaturan kualitas tanah melalui aliran energi semakin memperkuat posisinya sebagai indikator biologis (Sianipar *et al.*, 2024). Keragaman morfologi nematoda, terutama struktur mulutnya, yang mencerminkan strategi makan yang berbeda, memungkinkan kita untuk mengidentifikasi jenis-jenis kelompok nematoda dan memahami kondisi ekosistem tanah secara lebih detail. Dengan demikian,

mengetahui keanekaragaman komunitas nematoda dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang kesehatan dan produktivitas tanah (Novianita *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2022).

Penyampaian informasi mengenai nematoda sebagai bioindikator tanah cenderung menggunakan istilah ilmiah yang sulit dipahami. Maka dari itu, diperlukan pembuatan *booklet* yang menggunakan bahasa sederhana dan terstruktur, diharapkan dapat menjadi media edukasi yang dapat diakses oleh berbagai kalangan. *Booklet* merupakan media penyampaian informasi berupa buku kecil yang memuat kalimat dan gambar dalam topik tertentu. Selain itu, *booklet* bersifat praktis yang mudah dibawa, disimpan, dibaca kapan pun dan di manapun karena bentuknya yang tidak terlalu besar serta tipis (Mahendrani & Sudarmin, 2015). *Booklet* akan menjelaskan hasil penelitian tentang kaitan antara keanekaragaman nematoda dengan kondisi tanah di lahan cabai rawit. Harapannya, *booklet* ini bisa menjadi sumber pengetahuan yang berguna bagi masyarakat dan meningkatkan pemahaman tentang pentingnya menjaga kualitas tanah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **“Keanekaragaman Nematoda sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Desa Bangsring serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah berikut:

- a. Bagaimana keanekaragaman genus dan struktur komunitas nematoda yang ada pada lahan pertanian cabai rawit di desa Bangsring?
- b. Bagaimana kondisi kualitas tanah berdasarkan indikator biologis komunitas nematoda pada lahan cabai rawit Desa Bangsring?
- c. Bagaimana *booklet* yang layak mengenai keanekaragaman nematoda sebagai indikator kualitas tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini diharapkan mencapai beberapa tujuan berikut:

- a. Untuk mengetahui keanekaragaman genus dan struktur komunitas nematoda yang ada pada lahan pertanian cabai rawit di Desa Bangsring.
- b. Untuk mengetahui kondisi kualitas tanah berdasarkan indikator biologis komunitas nematoda pada lahan pertanian cabai rawit di Desa Bangsring.
- c. Untuk mengetahui *booklet* yang layak digunakan sebagai media informasi mengenai keanekaragaman nematoda sebagai indikator kualitas tanah pada lahan cabai rawit.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Menambah ilmu pengetahuan mengenai kondisi kualitas tanah pada lahan pertanian cabai rawit di Desa Bangsring berdasarkan komunitas nematoda sebagai indikator biologis.
- b. Memberi informasi mengenai keanekaragaman dan struktur komunitas nematoda yang dapat digunakan sebagai indikator kondisi tanah pada lahan pertanian cabai rawit di Desa Bangsring.
- c. Menghasilkan informasi dalam bentuk *booklet* mengenai keanekaragaman nematoda sebagai indikator kualitas tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai media informasi bagi masyarakat dan pembaca.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Deskripsi Umum Tanaman Cabai Rawit

Cabai rawit memiliki nama latin *Capsicum frutescens* atau dikenal sebagai *hot chilli* karena rasa buahnya yang pedas karena berasal dari kandungan minyak atsiri (*capsiacin*) sangat tinggi (Warisno & Dahana, 2018). Cabai rawit termasuk dalam komoditas penyumbang inflasi terbesar di Indonesia yang berarti stabilitas harga cabai rawit akan mempengaruhi perekonomian (Nofitasari *et al.*, 2025). Hal ini membuat banyak petani membudidayakan tanaman cabai rawit karena cukup menguntungkan. Tanaman cabai masuk dalam famili Solanaceae atau terong-terongan dan salah satu varietas yang banyak dibudidayakan. Klasifikasi cabai rawit menurut ITIS 2024 :

Kingdom	: Plantae
Division	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Solanales
Family	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i> L.
Species	: <i>Capsicum annuum</i> L.
Variety	: <i>Capsicum annuum</i> var. <i>frutescens</i>



Gambar 2. 1 Tanaman Cabai Rawit (Sumber : homecare24.id)

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman perdu yang tegak, berkayu dan bercabang. Sistem perakaran tanaman cabai rawit yaitu akar serabut dan termasuk

tumbuhan berkayu. Cabai rawit memiliki daun tunggal dengan bentuk bulat sedikit melebar, ujung runcing, pangkal menyempit, tepi daun rata, dan pola pertulangan merata. Tanaman cabai rawit berbunga tunggal dan tumbuh pada ujung ruas tunas. Mahkota bunga berwarna putih dengan dasar ungu atau berwarna ungu tergantung pada varietas. Memiliki bunga sempurna yang berarti dalam satu bunga terdapat benang sari (jantan) dan putik (betina). Posisi bunga menggantung, horizontal, dan tegak diujung ruas tunas. Buah cabai rawit memiliki bentuk bulat telur, lurus, atau membengkok dengan ujung meruncing serta menempel pada tungkai. Warna buah muda yaitu hijau hingga kuning, dan saat tua berubah warna menjadi merah. Ukuran buah cabai rawit lebih kecil dan memiliki rasa yang lebih pedas dibandingkan dengan jenis cabai lain. Biji cabai rawit banyak di dalam buah dan menempel sepanjang plasenta buah dengan warna putih hingga kuning (Alif, 2017).

Tanaman cabai rawit tumbuh baik di dataran dengan ketinggian 1-1.500 mdpl. Cabai rawit tumbuh optimal apabila mendapatkan cukup air, unsur hara, humus, dan dengan struktur tanah gembur. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki curah hujan berkisar 600-1.250 mm/tahun dengan suhu 25-35°C (Latif & Chusna, 2021). pH tanah optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai rawit pada kisaran 6-7. Tanaman cabai rawit mampu dengan baik tumbuh pada jenis tanah yang lempung berpasir atau tanah dengan kaya kandungan unsur hara dan bahan organik. Tanaman cabai rawit dapat dibudidayakan di lahan pasang surut atau lahan bergambut (Harpenas & Dermawan, 2011).

Waktu panen cabai rawit sekitar 73-90 hari. Untuk mendapatkan hasil panen optimal, produktivitas lahan harus diperhatikan. Suplai air yang berlebihan dapat menyebabkan tumbuhan cabai rawit terserang penyakit oleh infeksi dari patogen. Oleh karena itu, saat yang tepat jika cabai rawit ditanam pada lahan kering adalah musim penghujan. Namun, jika hujan terjadi terus menerus dapat menyebabkan cabai rawit membusuk. Kondisi cuaca yang tidak menentu bisa membuat cabai rawit mudah terserang hama dan penyakit sehingga kuantitas dan kualitas hasil panen rendah. Rendahnya produktivitas berkaitan dengan berbagai kendala yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan cabai rawit meliputi adanya

serangan hama dan penyakit, terbatasnya lahan, faktor cuaca, dan kurangnya keterampilan dalam mengelola lahan (Zamroh & Pintakami, 2020).

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dapat terkena penyakit yang selain dikarenakan hama dan jamur juga dapat disebabkan oleh cacing tidak bersegmen yaitu nematoda parasit. Gejala yang dialami oleh tanaman cabai rawit yang terinfeksi nematoda sulit untuk diketahui sejak dini dan biasanya gejala baru mulai muncul setelah beberapa waktu kemudian dan parah. Kerugian yang ditimbulkan dari ringan hingga berat yang bervariasi tergantung dari beberapa faktor yaitu dari ketahanan tanaman, tingkat virulensi nematoda, dan keadaan lingkungan yang mendukung. Salah satu faktor lingkungan tersebut adalah kualitas tanah, yang memiliki peran penting dalam menentukan ketahanan tanaman terhadap serangan nematoda maupun patogen lainnya (Soesanto, 2024).

2.2 Indikator Kualitas Tanah

Kualitas tanah adalah kemampuan spesifik tanah untuk berfungsi secara alami atau dalam batas-batas ekosistem yang dikelola, guna mempertahankan produktivitas. Kualitas tanah yang baik mencerminkan kombinasi optimal dari komponen fisik, kimia, dan biologi tanah. Tanah yang berkualitas tidak hanya meningkatkan hasil panen, tetapi juga mendukung efisiensi penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman secara menyeluruh. (Jawang & Ndapamuri, 2023). Sifat fisika tanah menentukan kesuburan tanah. Struktur tanah merupakan susunan partikel tanah seperti pasir, liat, dan debu. Tanah yang memiliki tekstur baik berbentuk membulat, tidak mudah rusak sehingga pori-pori tanah tetap terjaga, dan aerasi yang baik saat terjadi hujan sehingga unsur hara mudah diolah dan tersedia. Dengan begitu akar tanaman dapat menyerap hara dan air dengan mudah sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Mutmainnah *et al.*, 2021).

Sifat-sifat kimia tanah memengaruhi kesehatan ekosistem dan produktivitas tanah. Tingkat keasaman (pH) menunjukkan ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme di tanah yang merupakan salah satu indikator kualitas tanah. Kandungan bahan organik, seperti karbon organik, sangat penting untuk mempertahankan struktur tanah dan memberikan nutrisi kepada mikroorganisme.

Selain itu, kesuburan tanah ditentukan oleh jumlah unsur hara makro (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium) dan mikro (seperti zinc, mangan, dan boron). Kemampuan tanah untuk menyerap dan melepaskan kation disebut kapasitas tukar kation (KTK), yang terkait langsung dengan kemampuan tanah untuk menyimpan unsur hara (Putri *et al.*, 2019; Sadono *et al.*, 2019).

Sifat biologi tanah mengacu pada keberadaan dan aktivitas organisme hidup di dalam tanah yang memengaruhi proses-proses ekosistem seperti dekomposisi bahan organik, siklus hara, serta pembentukan dan stabilisasi struktur tanah. Fauna tanah sebagai salah satu komponen biologis utama diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan ukuran, yaitu mikrofauna (nematoda dan protozoa), mesofauna (tungau dan collembola), serta makrofauna (cacing tanah, semut, dan larva serangga) (Febriana & Susilastuti, 2024). Di antara kelompok tersebut, nematoda termasuk mikrofauna yang memiliki keanekaragaman trofik luas serta sensitivitas tinggi terhadap perubahan lingkungan, sehingga sering digunakan sebagai bioindikator untuk menilai kualitas tanah secara biologi, fisik, maupun kimia (Panggabean, *et al.*, 2024).

2.3 Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah

Nematoda adalah bioindikator penting untuk kualitas tanah karena merupakan salah satu kelompok fauna tanah yang paling banyak dan beragam. Komunitas nematoda sangat sensitif terhadap perubahan dalam berbagai aspek lingkungan tanah, termasuk jumlah bahan organik, kelembaban, suhu, dan gangguan. Dengan menganalisis komposisi dan kelimpahan jenis nematoda, dapat memperoleh gambaran yang akurat tentang kesehatan dan kesuburan tanah. Peningkatan populasi kelompok nematoda tertentu, seperti predator atau parasit tumbuhan, dapat menunjukkan gangguan pada ekosistem tanah. Selain itu, rasio antara kelompok fungsional nematoda dapat digunakan untuk mengukur kesuburan dan kualitas tanah (Tama, 2024).

Keanekaragaman nematoda di tanah menunjukkan kondisi ekosistem mikro tanah, di mana komunitas nematoda terbagi menjadi beberapa kelompok trofik seperti pemakan bakteri, pemakan jamur, predator, dan parasit tumbuhan.

Kelompok-kelompok ini melakukan peran khusus dalam siklus nutrisi, seperti membantu dalam dekomposisi bahan organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan mengontrol populasi mikroorganisme patogen. Komposisi dan dominasi nematoda tertentu dapat menunjukkan kualitas tanah secara langsung. Misalnya, dominasi nematoda pemakan bakteri menunjukkan aktivitas mikroba yang tinggi, yang sering dikaitkan dengan kesuburan tanah (Novianita *et al.*, 2021; Tama, 2024; Sainipar *et al.*, 2024).

2.4 Nematoda

Nematoda secara harfiah berarti binatang yang berbentuk seperti benang, berasal dari bahasa Yunani yaitu *nema* (benang) dan akhiran *oid* (seperti) (Somowiyarjo, 2020). Nematoda merupakan filum dari salah satu jenis cacing tidak bersegmen yang memiliki tubuh berbentuk bulat memanjang, silindris, dan tubuhnya dilapisi oleh kutikula (Aksan *et al.*, 2023). Klasifikasi nematoda menurut ITIS 2024 sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Infrakingdom	: Protosmia
Superphylum	: Ecdysozoa
Phylum	: Nematoda

Nematoda merupakan hewan triplostik simetri bilateral yang bentuknya menyerupai cacing, vermiformis dan meruncing di kedua ujungnya. Pertumbuhan nematoda muda umumnya disertai dengan peluruhan kutikula dan akan berganti kulit empat kali selama maturasi. Nematoda memiliki mulut yang umumnya dikelilingi oleh bibir yang terdapat amphid (indra). Sistem pencernaan nematoda termasuk lengkap yang terdiri atas mulut, gigi, rahang, stilet, rongga mulut, otot faring, usus tubular panjang, rektum, dan anus. Memiliki sistem ekskresi unik yang terdiri atas satu atau dua sel *renette* dan atau satu set tubulus pengumpul. Pertukaran gas dan nutrisi secara difusi pada tubuh nematoda. Dinding tubuh nematoda hanya memiliki otot logitudinal yang berarti serabut otot memanjang sejajar dengan sumbu tubuhnya. Struktur dari otot longitudinal membuat nematoda memiliki

pergerakan sederhana dan terbatas pada gerakan melengkung dan meliuk-liuk karena kontraksi otot menghasilkan gelombang tidak beraturan. Nematoda jantan dan betina pada tubuh yang berbeda atau disebut dioecious (Komala, 2022).

2.5 Kelompok Trofik Nematoda

Nematoda dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tingkat taksonomi, peran ekologis, dan makanannya. Ekosistem tanah sangat bergantung pada kelompok nematoda hidup bebas yang meliputi nematoda mikrobivora (pemakan bakteri dan jamur), predator (pemakan nematoda dan hewan lain), omnivor (pemakan segala), serta nematoda parasit tumbuhan (Panjerrino *et al.*, 2019). Nematoda hidup bebas meliputi nematoda mikrobivora, predator dan omnivor yang mempengaruhi ekosistem dan kesuburan tanah. Beberapa spesies nematoda parasit tumbuhan merupakan parasit obligat yang tidak mampu hidup diluar tubuh inang. Nematoda parasit tumbuhan memiliki ciri khusus yaitu memiliki struktur stilet yang mengeras seperti tombak tapi berongga untuk menembus jaringan tanaman (Rahim *et al.*, 2021).

2.5.1. Nematoda Pemakan Bakteri

Nematoda pemakan bakteri atau disebut dengan bakteriovora, sangat penting untuk siklus nutrisi tanah dan mampu membantu mengatur komunitas mikroba serta meningkatkan kesuburan tanah. Jenis nematoda tertentu akan memakan jenis bakteri tertentu. Nematoda memakan bakteri secara selektif yang dipengaruhi oleh kadar air, laju pertumbuhan, dan konsentrasi metabolit sel bakteri (Sarmah, 2022; Trap *et al.*, 2025). Ukuran tubuh nematoda pemakan bakteri relatif kecil dan mulutnya dilengkapi struktur khusus untuk menangkap dan menelan bakteri. Bakteriovor sering ditemukan di tanah yang subur atau sedimen di dasar perairan (Amir *et al.*, 2024).

2.5.2. Nematoda Pemakan Jamur

Nematoda pemakan jamur atau fungivora dapat mengendalikan populasi jamur dan berperan dalam siklus nutrisi. Nematoda fungivora akan memangsa

jamur patogen yang merusak tanaman sehingga menjaga keseimbangan populasi jamur di dalam tanah. Nematoda pemakan jamur dalam siklus nutrisi berperan dalam pertukaran nitrogen dan fosfor. Nematoda dalam kelompok ini memiliki stilet khusus untuk menusuk dan menghisap hifa jamur dan sering ditemukan pada daerah kaya akan bahan organik (Kane *et al.*, 2023).

2.5.3. Nematoda Pemakan Segala

Nematoda pemakan segala atau nematoda omnivora adalah kelompok cacing yang tidak hanya mengonsumsi satu jenis makanan, tetapi dapat memakan berbagai macam organisme lain seperti bakteri, jamur, dan hewan kecil lain, serta alga. Hal ini membuat nematoda pemakan segala tidak bergantung pada jenis makanan tertentu dan memungkinkan untuk hidup diberbagai habitat. Struktur mulut nematoda omnivor biasanya lebih kompleks untuk dapat mengonsumsi berbagai jenis makanan. Nematoda omnivor dalam ekosistem berperan sebagai pengatur populasi organisme lain, siklus nutrisi dan sebagai indikator kualitas tanah (Asif & Rahman, 2024).

2.5.4. Nematoda Predator

Nematoda predator dapat memakan nematoda lain sehingga mampu mengendalikan populasi dan menjaga keseimbangan ekologi. Nematoda predator dapat memangsa nematoda parasit perusak tanaman sehingga dengan adanya nematoda ini sebagai penekan dan pengendali populasi. Tidak hanya memakan nematoda lain, nematoda predator juga memakan protozoa dan hewan kecil. Nematoda predator memiliki struktur mulut yang kuat untuk melumpuhkan mangsanya dan mampu bergerak dengan cepat (Mendoza-de Gives, 2022).

2.5.5. Nematoda Pemakan Akar Tanaman

Nematoda pemakan akar tanaman atau nematoda parasit tumbuhan memiliki struktur mulut khusus yaitu seperti sedotan yang memungkinkan nematoda untuk menembus jaringan tanaman dengan lebih mudah. Struktur mulut khusus ini disebut dengan stilet. Sistem gigi dan rahang pada nematoda ini mirip

gigi dan rahang sehingga membantu menembus kulit dan jaringan tanaman. Nematoda pemakan akar memiliki kelenjar saliva yang menghasilkan enzim yang kemudian disuntikkan ke dalam sel tanaman. Sel tanaman yang rusak akan dikonsumsi oleh nematoda parasit (Darling *et al.*, 2022).

2.6 Booklet

Booklet merupakan media yang dapat digunakan untuk bahan ajar berupa buku kecil yang tidak memiliki banyak halaman, berisi informasi penting tentang suatu topik tertentu disertai gambar atau ilustrasi yang menarik (Permatasari *et al.*, 2022). Menurut Ridwan *et al.*, (2022) *Booklet* merupakan media cetak seperti buku dengan ukuran yang lebih kecil dan berisi informasi pokok tentang suatu topik tertentu, lebih praktis serta ekonomis. *Booklet* memiliki beberapa kelebihan yaitu memuat informasi yang dapat digunakan setiap saat, mudah dibuat dan disesuaikan. *Booklet* digunakan sebagai media penyebaran informasi karena lebih banyak memuat isi yang lebih terperinci dibandingkan media *leaflet* atau poster (Surinami & Zulyurari, 2022). *Booklet* memiliki banyak keunggulan di antaranya mudah dibawa karena memiliki ukuran kecil dan tidak tebal yang dilengkapi dengan penjelasan ringkas dan sistematis serta ilustrasi yang mendukung sehingga dapat mempermudah pembaca terhadap pemahaman suatu konsep dan fakta pada suatu topik yang disajikan (Rahmatih *et al.*, 2018). *Booklet* harus memuat isi yang jelas, lugas, menarik, dan mudah dimengerti dan lebih baik disertai foto (Apriyanti *et al.*, 2025).

2.7 Kerangka Berfikir



Gambar 2. 2 Kerangka Berfikir

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman genus dan komposisi nematoda yang ada pada lahan pertanian cabai rawit sebagai bioindikator kualitas tanah.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Tempat Penelitian

Pengambilan sampel akan dilaksanakan di beberapa lahan cabai rawit warga Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Ekstraksi dilakukan di rumah penelitian Jalan Delima Putih, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember. Identifikasi nematoda dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

3.2.2. Waktu Penelitian

Waktu pengambilan sampel akan dilakukan pada bulan Juli dan tahap penelitian dimulai dari tahap ekstraksi sampai identifikasi nematoda pada tanggal 22 September sampai 19 Desember 2025.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1. Populasi Penelitian

Populasi mencakup seluruh nematoda di lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) warga yang berada di Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi.

3.3.2. Sampel Penelitian

Sampel tanah diambil dari 6 lahan cabai rawit Desa Bangsring dengan metode sistematis random sampel. Setiap lahan diambil 11 titik yang membentuk pola zigzag.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang diperlukan untuk pengambilan sampel tanah pada lahan pertanian cabai rawit dan penyimpanan sampel tanah yaitu cetok atau sekop, plastik klip, sterofoam box, meteran, ember, kertas label, spidol, sampel tanah. Tahap ekstraksi diperlukan alat yaitu nampan plastik, nampan saring, tisu, timbangan, saringan 300 mesh, cawan hitung, pipet tetes, gelas ukur, dan botol. Tahap identifikasi nematoda menggunakan cawan hitung, cawan petri, gelas arloji, kail nematoda, kaca benda, kaca penutup, mikroskop stereo, mikroskop binokuler, dan suspensi nematoda yang telah diekstraksi.

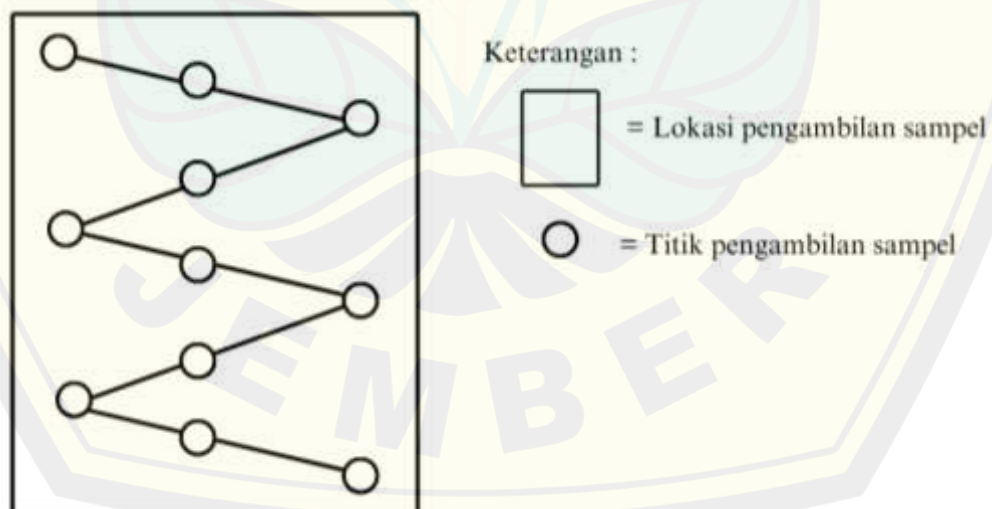
3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1. Persiapan Alat dan Bahan

Mempersiapkan alat dan bahan dari pengambilan sampel sampai identifikasi, serta mengurus perijinan untuk melakukan penelitian.

3.5.2. Pengambilan Sampel

Sebanyak 6 lahan cabai rawit dipilih secara acak sebagai lokasi pengambilan sampel. Pada setiap lahan, sampel tanah diambil dari sebelas titik secara sistematis acak menggunakan sekop pada kedalaman 15 cm, masing-masing sebanyak 200 gram. Seluruh sampel tanah dikomposit, disimpan dalam kantong plastik berlabel, serta dijaga kelembapannya (Oktafiyanto & Ibrahim, 2021).



Gambar 3. 1 Pola Pengambilan Sampel

3.5.3. Ekstraksi Nematoda

Sampel tanah diekstraksi dengan menggunakan metode *White head tray* (Asyiah *et al.*, 2024) sebagai berikut:

1. Menyiapkan baki, nampan ekstraksi, dan tisu serta disusun berurutan.
2. Meletakkan 200 gram sampel tanah yang sudah dikomposit di atas tisu dengan merata serta membasahi sampel menggunakan aquades hingga mencapai kondisi cukup terendam dan tidak terlalu banyak air.
3. Menginkubasi pada suhu ruang selama 24-48 jam.
4. Setelah inkubasi, menyaring cairan yang terkumpul di baki menggunakan saringan berukuran 200 mesh dan 400 mesh yang disusun urut, menyemprot nematoda dengan perlahan dan ditampung pada beaker glass.
5. Jika tidak segera diamati, suspensi nematoda disimpan dalam botol gelap dan diletakkan dalam lemari pendingin.

3.5.4. Identifikasi Nematoda

Identifikasi morfologi menggunakan kunci identifikasi yang merujuk pada Nematoda Parasit Tumbuhan, *Free living* dan Predator yang disusun oleh UNL Nematology Lab dan diadaptasi dari buku *An Illustrated Key To Nematodes Found in Fresh Water* serta bantuan website nemaplex (Asyiah *et al.*, 2020).

3.5.5. Perhitungan Jumlah Populasi Nematoda

Suspensi hasil ekstraksi nematoda diamati menggunakan mikroskop dan diletakkan pada cawan petri. Nematoda yang terlihat, diamati, dan diidentifikasi hingga tingkat genus serta dihitung jumlah individu tiap genus (Damayanti *et al.*, 2018).

3.5.6. Wawancara

Wawancara semi terstruktur dengan petani untuk memperoleh informasi pengolahan tanah, pemupukan, dan pemeliharaan yang dilakukan selama periode menanam.

3.5.7. Analisis Tanah

Menganalisis tanah untuk mengetahui tekstur tanah, C- Organik, N-Total, P₂O₅, K₂O, dan pH tanah (Fiyan, 2019).

3.5.8. Dokumentasi

Dokumentasi mencakup foto lokasi pengambilan sampel, kegiatan penelitian serta mengambil gambar nematoda menggunakan kamera ponsel.

3.5.9. Penyusunan *Booklet*

Pembuatan *booklet* melalui analisis kebutuhan, pengumpulan informasi dan data, menyusun kerangka penelitian, pembuatan produk, dan uji coba produk (Diri & Marlini, 2019).

3.6 Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil identifikasi dan perhitungan nematoda dilakukan analisis kualitas dan ekosistem tanah berdasarkan komunitas nematoda dengan menghitung Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H'), *Maturity Index* (MI), dan *Plant Parasite Index* (PPI). Indeks Keanekaragaman *Shannon-Wiener* untuk mengukur keanekaragaman komunitas nematoda dengan menggunakan rumus:

$$H' = \sum P_i \times \ln(P_i)$$

di mana $P_i = n_i/N$, dengan n_i adalah jumlah individu jenis ke- i dan N adalah jumlah total individu seluruh jenis. Nilai $\ln$ merupakan logaritma natural.

Kriteria nilai indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* adalah sebagai berikut:

$H' < 1,0 \rightarrow$ Keanekaragaman rendah

$1,0 < H' < 3,0 \rightarrow$ Keanekaragaman sedang

$H' > 3,0 \rightarrow$ Keanekaragaman tinggi

Selain itu, untuk menilai tingkat kestabilan ekosistem tanah berdasarkan komposisi nematoda *free-living* digunakan *Maturity Index* (MI) untuk nematoda dengan rumus:

$$MI = \sum (v_i \times f_i) / \sum f_i$$

Sedangkan untuk mengetahui tingkat serangan nematoda parasit terhadap tanaman, digunakan *Plant Parasite Index* (PPI) dengan rumus:

$$PPI = \sum (v_i \times f_i) / \sum f_i$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Jumlah individu seluruh jenis

P_i = Proporsi individu jenis ke- i

v_i = Nilai c-p jenis ke- i

f_i = Frekuensi individu jenis ke- i

Adapun kriteria nilai MI dan PPI adalah sebagai berikut:

- *Maturity Index* (MI):
 - $MI < 2,0 \rightarrow$ Ekosistem terganggu
 - $2,0 < MI < 3,0 \rightarrow$ Ekosistem gangguan sedang
 - $MI > 3,0 \rightarrow$ Ekosistem stabil
- *Plant Parasite Index* (PPI):
 - $PPI < 2,0 \rightarrow$ Parasitisme rendah
 - $2,0 < PPI < 3,0 \rightarrow$ Parasitisme sedang
 - $PPI > 3,0 \rightarrow$ Parasitisme tinggi

(Asyiah *et al.*, 2024; Sarmah *et al.*, 2022; Suyadi *et al.*, 2021)

Rasio PPI/MI merupakan perbandingan antara nilai *Plant Parasitic Index* (PPI) dan *Maturity Index* (MI) yang digunakan untuk mengetahui kondisi ketersediaan sumber daya nutrisi pada suatu habitat berdasarkan karakteristik komunitas nematoda dengan rumus :

$$\text{Rasio} = \text{PPI/MI}$$

Kriteria nilai rasio $\text{PPI/MI} \leq 0,9$ menunjukkan kondisi habitat alami dengan pemanfaatan nutrisi optimal oleh tanaman, nilai rasio $\text{PPI/MI} \leq 1,6$ menunjukkan tanah mengalami gangguan sedang, dan $\geq 1,6$ menunjukkan kondisi tanah sangat terganggu (Sarmah *et al.*, 2022; Bongers *et al.*, 1997).

3.7 Analisis Validasi *Booklet*

Validasi *booklet* sebagai media penyampaian informasi dilakukan oleh 3 validator yang terdiri dari 1 ahli materi dan 1 ahli media yang merupakan dosen Pendidikan Biologi Universitas Jember, dan validator pengguna, dengan mengumpulkan data kuantitatif serta data deskriptif berupa komentar dan saran.

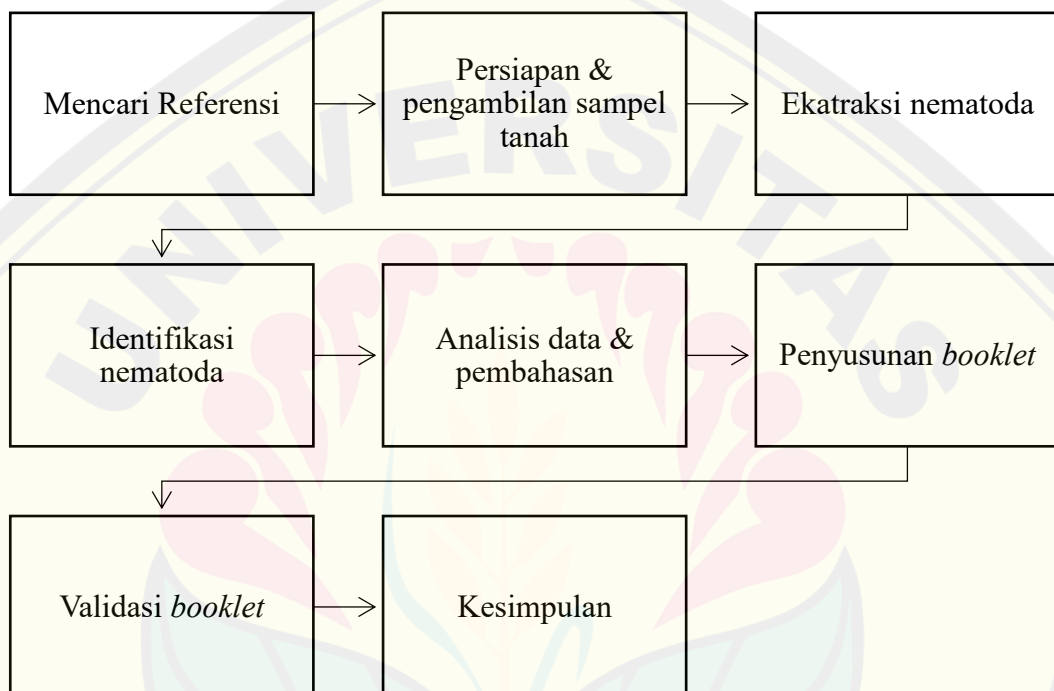
Analisis dilakukan setelah data dari validator terkumpul. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis persentase (%). Hasil data dari validator selanjutnya

dianalisis untuk menentukan tingkat kelayakan *booklet* sebagai media informasi menggunakan rumus sebagai berikut (Putri & Saino, 2020):

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Jumlah skor validasi}}{\text{Skor tertinggi}} \times 100\%$$

Perolehan hasil presentase penilaian selanjutnya, selanjutnya diubah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan kriteria validitas seperti pada tabel yang tertera pada link berikut: <https://unej.id/KriteriaBooklet>

3.8 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Skema Alur Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Genus Nematoda pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*)

Berdasarkan hasil penelitian pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi, diketahui 10 genus nematoda dari 5 ordo dengan total sebanyak 154 individu yang rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nematoda di Lahan Cabai Desa Bangsring

No.	Ordo	Genus	Tipe Mulut berdasarkan manakananya	Jumlah
1.	Rhabditida	<i>Rhabditis</i>	<i>Bacterivore</i>	72
2.	Rhabditida	<i>Cephalobus</i>	<i>Bacterivore</i>	12
3.	Tylenchida	<i>Meloidogyne</i>	<i>Plant parasitic</i>	20
4.	Tylenchida	<i>Hemicriconemoides</i>	<i>Plant parasitic</i>	8
5.	Tylenchida	<i>Pratylenchus</i>	<i>Plant parasitic</i>	16
6.	Tylenchida	<i>Ditylenchus</i>	<i>Plant parasitic</i>	2
7.	Aphelenchida	<i>Aphelenchus</i>	<i>Fungivore</i>	18
8.	Monhysterida	<i>Monhystera</i>	<i>Bacterivore</i>	1
9.	Enoplida	<i>Ironus</i>	<i>Predator</i>	4
10.	Enoplida	<i>Prismatolaimus</i>	<i>Bacterivore</i>	1

Hasil Identifikasi sebagai berikut:

a. Ordo Rhabditida

1. Genus *Rhabditis*

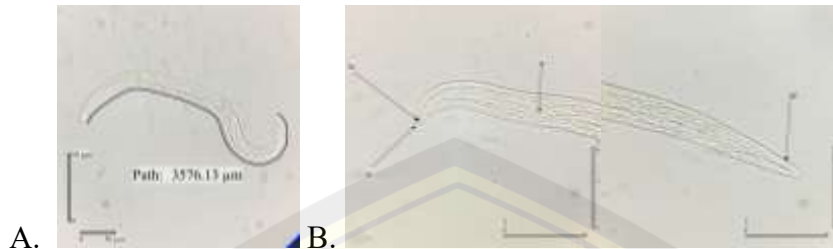


Gambar 4. 1 A. Nematoda *Rhabditis* perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda menggunakan perbesaran 400x: a. Bibir, b. Stoma, c. Median bulb, d. Terminal bulb, dan e. Ekor. (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.1 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Rhabditis* memiliki panjang tubuh 2770,65 µm. Bibir menojol dengan rongga mulut

(stoma) berbentuk tabung silindris. Esofagus memiliki dua bulbus yaitu median bulb dan terminal bulb yang jelas. Bagian posterior memiliki ekor yang meruncing tajam.

2. Genus *Cephalobus*

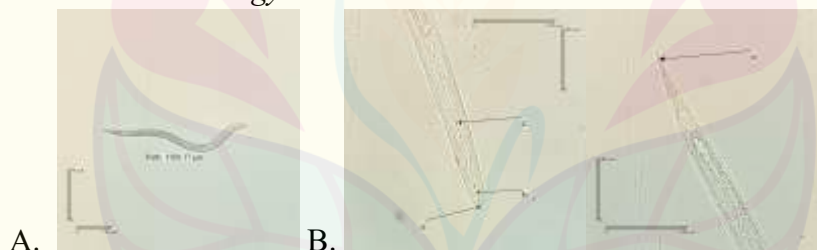


Gambar 4. 2 A. Nematoda *Cephalobus* dengan perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda menggunakan perbesaran mikroskop 400x: a. Bibir, b. Stoma, c. Basal bulb, dan d. Ekor. (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.2 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Cephalobus* dengan panjang tubuh 3576,13 µm. Bibir menonjol dan bercabang seperti mahkota. Memiliki stoma yang sempit dan esofagus dengan basal bulb terlihat jelas. Bagian posterior memiliki ekor dengan ujung tumpul.

b. Tylenchida

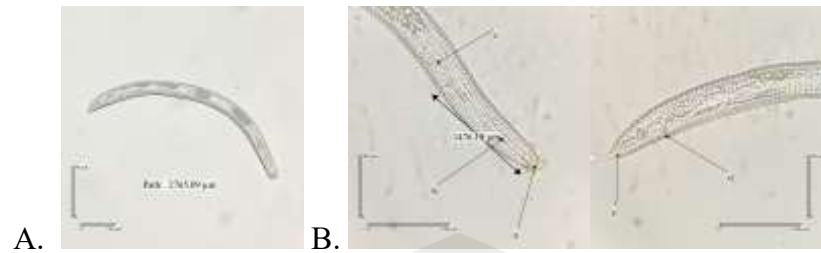
1. Genus *Meloidogyne*



Gambar 4. 3 A. Nematoda *Meloidogyne* dengan perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. Bibir, b. Stilet, c. Median bulb, dan e. Ekor (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.3 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Meloidogyne* memiliki tubuh ramping memanjang dengan panjang tubuh 1926,17 µm. Memiliki stilet pendek namun kuat dengan knob yang jelas. Bagian posterior memiliki ekor yang meruncing namun tumpul.

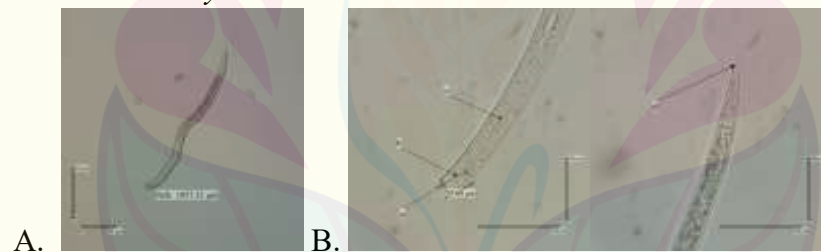
2. Genus *Hemicriconemoides*



Gambar 4. 4 A. Nematoda *Hemicriconemoides* dengan perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior nematoda dengan perbesaran 400x: a. Bibir, b. Stilet, c. Esofagus, d. Anus, dan e. Ekor (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.4 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Hemicriconemoides* yang memiliki tubuh gemuk dengan kutikula yang berkerut dan panjang tubuhnya yaitu 2765,09 μm . Memiliki annulasi (cincin) yang sangat jelas dan tersusun rapat sepanjang tubuh, sehingga tampak bersegmen. Bagian anterior memiliki bibir yang khas. Memiliki stilet sepanjang 1476,19 μm dengan knob yang terlihat jelas. Bagian posterior memiliki ekor membulat atau conoid.

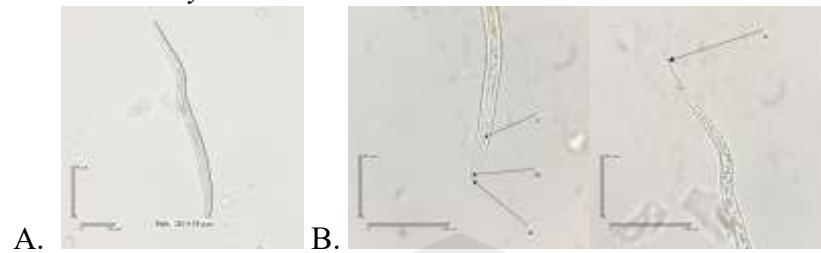
3. Genus *Pratylenchus*



Gambar 4. 5 A. Nematoda *Pratylenchus* dengan perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior nematoda dengan perbesaran mikroskop 400 kali: a. Bibir, b. Stilet, c. Median bulb, dan d. Ekor (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.5 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Pratylenchus* dengan panjang tubuh 1857,33 μm . Bagian anterior memiliki kepala rendah dan menyatu dengan tubuh. Memiliki stilet pendek dan ramping yang panjangnya 397,60 μm dengan basal knob yang bulat. Median bulb terlihat jelas. Bagian posterior memiliki ekor pendek dengan ujung meruncing tumpul.

4. Genus *Ditylenchus*



Gambar 4. 6 A. Nematoda *Ditylenchus* dengan perbesaran mikroskop 40x. B. Bagian anterior dan posterior nematoda dengan perbesaran 400x: a. Bibir, b. Stilet, c. Esofagus, dan e. Ekor (Sumber: koleksi pribadi)

Berdasarkan Gambar 4.6 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Ditylenchus* dengan panjang tubuh 1857,33 μm . Bagian anterior memiliki kepala sedikit menonjol, bibir halus, stilet yang relatif pendek dan halus. Esofagus memiliki median bulb. Bagian posterior memiliki ekor yang meruncing tajam atau pointed.

c. Aphelenchida

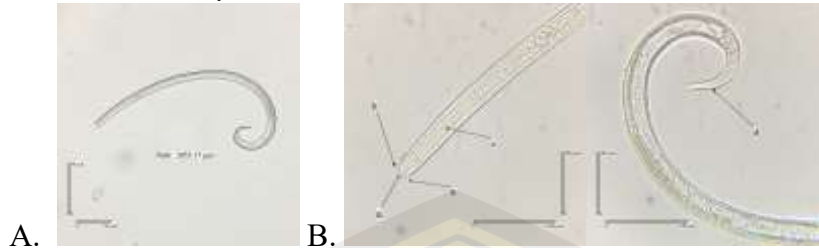
1. Genus *Aphelenchus*



Gambar 4. 7 A. Nematoda *Aphelenchus* dengan perbesaran mikroskop 40x. Bagian anterior dan posterior dari tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. median bulb, dan c. Ekor (Sumber: koleksi pribadi)

Berdasarkan Gambar 4.7 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Aphelenchus* dengan tubuh cukup ramping dan panjang tubuh 3146,25 μm . Bagian anterior memiliki kepala yang halus, stilet ramping dan tidak memiliki knob nyata. Esofagus dengan median bulb yang sangat besar dan bulat hampir memenuhi lebar tubuh. Bagian posterior memiliki ekor tumpul dan membulat.

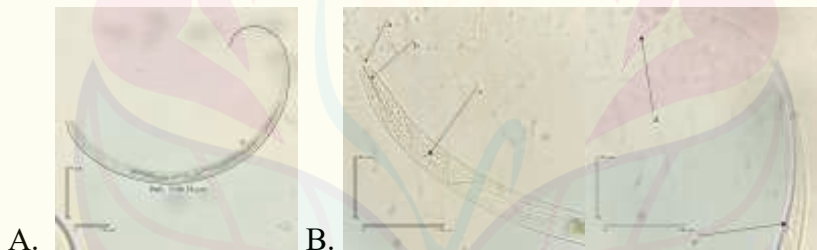
d. Monhysterida

1. Genus *Monhystera*

Gambar 4. 8 A. Nematoda *Monhystera* dengan perbesaran mikroskop 40x. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. setae, c esofagus, dan d. Ekor (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.8 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Monhystera* dengan panjang tubuh 3855,17 μm . Bagian anterior memiliki bibir yang dilengkapi dengan setae di sisi kanan dan kiri kepala. Memiliki esofagus yang hampir silindris lurus. Bagian posterior memiliki ekor yang panjang dan meruncing halus.

e. Enoplida

1. Genus *Ironus*

Gambar 4. 9 A. Nematoda *Ironus* dengan perbesaran mikroskop. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. stoma, c. esofagus, d. ekor, dan e, anus (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.9 dan gambar 4.18 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Ironus* memiliki tubuh yang ramping dan memanjang dengan ukuran panjang tubuh 5106,38 μm . Bagian anterior memiliki bibir tebal dan kuat. Esofagus silindris. Bagian posterior terdapat anus dan memiliki ekor yang panjang meruncing halus atau filiform.

2. Genus *Prismatolaimus*



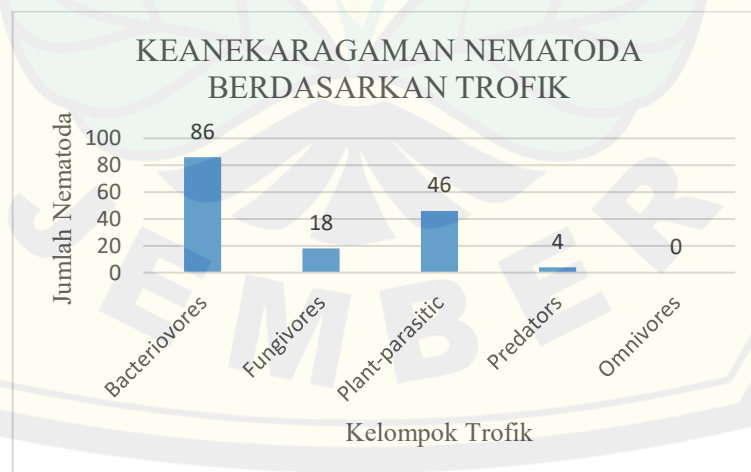
Gambar 4. 10 A. Nematoda *Prismatolaimus* dengan perbesaran mikroskop 40x. Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran 400x: a. bibir, b. setae, c. stoma, d. esofagus, e. anus, dan f. Ekor (Sumber: koleksi pribadi).

Berdasarkan Gambar 4.10 nematoda yang ditemukan termasuk genus *Prismatolaimus* dengan tubuh memanjang dan ramping sepanjang 3132,20 μm . Bagian kepala memiliki setae dan stoma lebar yang menyerupai bentuk kotak atau prisma. Memiliki esofagus yang sederhana. Bagian posterior dengan ekor yang sangat panjang dan halus serta terdapat anus.

Gambar yang lebih jelas terkait hasil penelitian dapat diakses pada link berikut ini : <https://unej.id/HasilIdentifikasiNematoda>

4.1.2. Keanekaragaman Nematoda

Berdasarkan hasil identifikasi nematoda pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) Desa Bangsring dikelompokkan berdasarkan kelompok trofik nematoda diketahui jumlah yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 11 Diagram Keanekaragaman Nematoda Berdasarkan Trofik

4.1.3. Struktur Komunitas Nematoda pada Lahan Cabai rawit (*Capsicum frutescens*)

Hasil analisis struktur komunitas nematoda pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) berdasarkan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H'), indeks parasit tumbuhan (*Plant Parasitic Index*/PPI), dan indeks maturitas (*Maturity Index*/MI) disajikan dalam Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Nilai Indeks Komunitas Nematoda

Analisis	Nilai Indeks	Kriteria
H'	1,03	Keanekaragaman rendah
PPI	3	Parasitisme sedang
MI	1,42	Ekosistem terganggu
PPI/MI	2,10	Gangguan tinggi

4.1.4. Hasil Analisis Tanah

Berdasarkan hasil analisis kimia dan fisik tanah lahan cabai rawit di Desa Bangsring, diperoleh nilai N-Total, P_2O_5 , K_2O , C-Organik, dan tekstur tanah disajikan pada tabel 4.3 berikut :

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Tanah

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kriteria
pH	-	6,2	Agak asam
P_2O_5	Ppm	34,43	Tinggi
K_2O	%	0,10	Sedang
Tekstur	-	Sandy Clay	-
C-Organik	%	1,27	Rendah
N-Total	%	0,12	Rendah
C/N	-	10,6	Sedang

4.1.5. Uji Validasi *Booklet*

Hasil validasi *booklet* berjudul “Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)” oleh 3 validator yaitu 1 validator ahli materi dan 1 validator ahli media dilakukan oleh Dosen Pendidikan Biologi Universitas Jember serta 1 validator pengguna. Hasil uji validasi dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Uji Validasi *Booklet*

Validator	Total Skor	Nilai Validasi (%)	Saran dan Komentar
Ahli materi	49	70%	Menambahkan tahun 2026 di cover. Pada bagian deskripsi nematoda tuliskan nama takson beserta gambar nematoda 1 yang mewakili. Gambar halaman 10 diberi keterangan (kanan dan kiri), untuk penjelasan pengelompokan nematoda lebih baik di poin. Gambar lahan cabai rawit halaman 11 dizoom + klasifikasi. Halaman 13 nama jenis nematoda dibuat tabel. Pada kesimpulan ditulis sesuai judul secara jelas dan sistematis.
Ahli media	71	88%	Menyebutkan lokasi lahan cabai rawit. Menambahkan rujukan untuk peran nematoda. Menambahkan pendahuluan.
Pengguna	67	89,3%	Beberapa ukuran tulisan dapat diperbesar. Tampilan beberapa halaman bisa dibuat lebih berwarna.
Rerata skor	62,3	82,4%	

Setelah validasi ini dilakukan, terdapat saran yang digunakan untuk memperbaiki booklet. Revisi hasil validasi booklet dapat dilihat pada link berikut:

<https://unej.id/BookletRevisi>

4.2 Pembahasan

4.2.1. Identifikasi Nematoda berdasarkan Genus

Identifikasi nematoda diawali dengan pengambilan sampel tanah dari lahan cabai yang ada di Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Berdasarkan hasil identifikasi nematoda ditemukan sebanyak 10 genus nematoda yang tergolong dalam 5 ordo dengan total sebanyak 154 individu. Genus yang ditemukan terdiri atas nematoda parasit tumbuhan maupun nematoda hidup bebas (*free-living*).

Berdasarkan hasil identifikasi, 10 genus nematoda di antaranya *Rhabditis* yang termasuk nematoda saprofit pemakan bakteri (*bacterivore*) dari ordo Rhabditida. Bentuk tubuhnya tidak terlalu ramping namun tampak kokoh. Bagian anterior yaitu struktur esofagusnya yang khas mempunyai dua bulb terlihat jelas, stoma berbentuk seperti tabung dan bibir yang sesuai dengan jenis makanannya memungkinkan untuk memperoleh mangsa. Nematoda ini paling umum ditemukan pada tanah yang kaya bahan organik, kompos, dan air tawar. Dengan memakan bakteri akan mempercepat siklus nitrogen di tanah dengan mengubah nitrogen menjadi bentuk yang bisa diserap tumbuhan yaitu amonia (Na *et al.*, 2021).

Genus *Cephalobus* berada dalam ordo Rhabditida merupakan salah satu nematoda yang paling luas distribusinya. Genus *Cephalobus* dapat ditemukan mulai dari tanah subur, gurun pasir, hingga daerah kutub. Dikenal dengan kemampuannya yang mampu tetap aktif pada kelembapan tanah rendah. Genus *Cephalobus* pemakan bakteri dan mengontrol populasi mikroba di tanah, sesuai dengan bentuk bibir yang menyerupai mahkota dengan stoma sempit dan esofagus tipe rhabditoid. Keberadaan genus *Cephalobus* dapat menunjukkan kondisi tanah yang stabil dan sudah matang secara ekologis (Sopialena *et al.*, 2022).

Genus *Meloidogyne* dikenal sebagai nematoda parasit tumbuhan yang menyebabkan puru atau bengkak akar. Memiliki stilet yang sangat tajam walaupun relatif kecil. Fase paling aktif nematoda genus ini yaitu saat larva juvenil 2. Nematoda betina berbentuk globular seperti buah pir yang berfokus untuk memproduksi telur. Pada bagian posterior betina terdapat pola seperti sidik jari yang disebut perineal pattern atau lipatan kutikula di sekitar anus dan vulva yang dapat digunakan untuk identifikasi sampai tingkat spesies (Syahid *et al.*, 2021).

Genus *Hemicriconemoides* merupakan nematoda dalam ordo Tylenchida yang genusnya sebagian besar dikenal sebagai parasit tumbuhan. Memiliki kutikula ganda dengan anulasi terlihat jelas untuk melindungi diri dan menempel pada permukaan akar tanaman. Genus nematoda ini merupakan ektoparasit yang akan menetap dalam waktu lama atau sedenter dan akan terus menghisap cairan sel tanpa berpindah-pindah. Stilet yang panjang mampu menembus lapisan epidermis tanaman hingga mencapai sel kaya nutrisi. Luka sekunder akibat dari serangan

nematoda seringkali menjadi pintu masuk bagi patogen lain yang akan memperparah kerusakan tanaman (Haque *et al.*, 2021).

Genus *Pratylenchus* bagian dari ordo Tylenchida dan dikenal dengan nematoda luka akar. *Pratylenchus* memiliki kerangka kepala yang tebal sebagai tumpuan stilet yang pendek dan kuat untuk menghancurkan dinding sel tanaman dan akan terus bergerak berpindah-pindah (endoparasit migratori). Gejala khas serangan nematoda ini terdapat bercak luka memanjang berwarna gelap pada bagian tumbuhan yang terinfeksi. Kisaran inang *Pratylenchus* luas mulai dari tanaman pangan, hortikultura, hingga tanaman hias (Tama, 2024).

Genus *Ditylenchus* dari ordo Tylenchida yang termasuk parasit tumbuhan menyerang umbi. Termasuk dalam kelompok endoparasit migratori dengan target jaringan parenkim pada batang, daun, dan umbi lapis yang masuk melalui stomata atau luka. Mampu mengeluarkan enzim pektinase untuk melarutkan lamela tengah sehingga jaringan tanaman menjadi lembek dan menjadikan stiletnya yang kecil digunakan sebagai penghisap cairan sel tanpa bekerja keras merusak sel tanaman. *Ditylenchus* mampu bertahan dalam kondisi ekstrem seperti kekeringan dan akan aktif kembali saat terkena air (Cammalleri *et al.*, 2023).

Genus *Aphelenchus* merupakan pemakan jamur dengan makanan utama miselium dan hifa dari jamur di dalam tanah. Merupakan musuh alami bagi jamur patogen penyebab layu dan busuk akar serta membantu menekan populasi jamur. Nematoda ini memiliki stilet tanpa knob nyata dan cenderung ramping untuk menusuk dinding sel jamur yang lebih lunak dibandingkan dinding sel tanaman. Struktur median bulb yang besar dan hampir memenuhi lebar tubuhnya berfungsi sebagai pompa penghisap yang sangat kuat hifa jamur. Genus ini dapat melimpah di tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi (Li *et al.*, 2024).

Genus *Monhystera* merupakan nematoda hidup bebas pemakan bakteri. Memiliki stoma kecil yang berfungsi untuk menyedot bakteri yang ada di sekitarnya. Setae yang berada di bagian kepala sebagai indra untuk mencari makan. Ekor panjangnya yang meruncing halus dapat mengeluarkan zat pelekak sehingga dapat menempelkan dirinya pada butiran tanah agar tidak hanyut. Nematoda genus

ini banyak ditemukan di tanah dengan kelembapan tinggi dan merupakan organisme kosmopolit (Hodda, 2022; Shokoohi, *et al.*, 2023).

Genus *Ironus* merupakan predator yang bergerak aktif memburu mangsanya dengan memakan nematoda lain yang ukurannya lebih kecil atau organisme mikroskopis lainnya. *Ironus* sering ditemukan di habitat yang kaya oksigen dan tanah pertanian yang memiliki aerasi baik. Dapat berperan dalam mengendalikan populasi nematoda parasit tumbuhan (Pradana & Yoshiga, 2025).

Genus *Prismatolaimus* merupakan salah satu nematoda hidup bebas pemakan bakteri. Memiliki stoma berbentuk prisma yang cukup lebar dan berdinding jelas, memungkinkan untuk menelan berbagai ukuran bakteri dan partikel organik dengan efisien. Memiliki setae pada bagian kepala yang berperan sebagai sensor. Ekor yang panjang membantu stabilitas pergerakan saat di dalam tanah. Nematoda genus ini sering ditemukan pada tanah yang kaya akan bahan organik dan serasah daun (Leiririo *et al.*, 2022).

4.2.2. Analisis Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.11, dengan mengidentifikasi sampel nematoda pada lahan cabai rawit Desa Bangsring, terdiri dari 5 ordo dan 10 genus nematoda dengan total sebanyak 154 individu. Nematoda parasit tumbuhan yang terdiri atas genus *Meloidogyne*, *Hemicriciconemoides*, *Pratylenchus*, dan *Ditylenchus*. Selain itu, ditemukan nematoda *free-living* yang terdiri atas kelompok trofik bakterivor, yaitu genus *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Monhystera*, dan *Prismatolaimus*. Kelompok trofik fungivor dengan genus *Aphelenchus*, dan nematoda predator dari genus *Ironus*. Hasil identifikasi jumlah nematoda menunjukkan bahwa keanekaragaman nematoda pada lahan cabai rawit lebih didominasi oleh kelompok nematoda *free-living* dibandingkan nematoda parasit tumbuhan. Dominasi tersebut terlihat dari jumlah nematoda *free-living* sebanyak 108 individu, sedangkan nematoda parasit tumbuhan ditemukan sebanyak 46 individu. Tingginya keberadaan nematoda *free-living* menunjukkan bahwa kondisi lingkungan tanah masih mampu mendukung aktivitas organisme tanah

melalui ketersediaan sumber makanan, terutama dari aktivitas mikroorganisme dan bahan organik (Reichel *et al.*, 2024). Kelompok nematoda *free-living*, salah satunya kelompok nematoda bakterivor seperti genus *Rhabditis*, berperan dalam aliran energi pada jaring makanan tanah serta proses penguraian bahan organik (Kane *et al.*, 2023). Namun, dominasi kelompok oportunistik (kemampuan adaptasi tinggi terhadap perubahan lingkungan) tersebut juga dapat menggambarkan bahwa komunitas nematoda masih berada pada tahap perkembangan awal (Ankrom *et al.*, 2022).

Hasil indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') pada lahan cabai rawit tergolong kategori rendah (1,03). Nilai yang didapat tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman taksa nematoda yang rendah, yang dapat dilihat dari adanya genus tertentu yang memiliki kelimpahan lebih tinggi, seperti genus *Rhabditis*, dibandingkan genus lainnya, sehingga menyebabkan distribusi individu dalam komunitas nematoda tidak sepenuhnya seimbang. Hal ini umum dijumpai pada lahan budidaya intensif dengan tekanan pengelolaan tinggi (Ikoyi *et al.*, 2023).

Nilai MI (1,42) tergolong sangat rendah, menunjukkan bahwa keberadaan berbagai genus tersebut belum menggambarkan komunitas tanah yang matang. Hal ini menunjukkan komunitas nematoda *free-living* didominasi oleh nematoda kelompok c-p rendah (1-2), yaitu nematoda oportunistik yang cepat berkembang biak dan toleran terhadap gangguan, sementara kelompok persisten (c-p tinggi, sensitif) hampir tidak ada. MI rendah umumnya menandakan tanah dalam kondisi terganggu cukup berat (Grassi *et al.*, 2023; Biswal, 2022).

Hasil indeks PPI (*Plant Parasitic Index*) termasuk kategori parasitisme sedang (3) yang menunjukkan adanya kontribusi nematoda parasit tumbuhan dalam struktur komunitas nematoda tanah. Hal ini didukung oleh ditemukannya genus nematoda parasit tumbuhan, yaitu *Meloidogyne*, *Hemicriciconemoides*, *Pratylenchus*, dan *Ditylenchus*. *Meloidogyne* dapat menginfeksi jaringan akar dengan membentuk sel raksasa (*giant cells*) pada jaringan stele sebagai sumber nutrisi sehingga terbentuknya puru akar dan mengganggu fungsi jaringan pengangkut, yang menyebabkan penyerapan air serta unsur hara tanaman terganggu (Sun *et al.*, 2024). Sementara itu, *Pratylenchus* melakukan penetrasi dan pergerakan

pada jaringan korteks akar yang menyebabkan kerusakan sel serta terbentuknya luka nekrotik sehingga dapat menurunkan kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara (Figueiredo *et al.*, 2024).

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rasio PPI/MI sebesar 2,10 berada jauh di atas ambang batas 1,6 yang menurut Bongers *et al.* (1997) menandakan kondisi tanah sangat terganggu. Nilai ini mencerminkan dominasi nematoda parasit tanaman yang sangat tinggi dibandingkan dengan tingkat kematangan komunitas nematoda *free-living*. Kondisi ini berbeda dengan interpretasi MI (1,42) yang hanya menunjukkan ekosistem terganggu secara struktural, karena rasio PPI/MI menekankan gangguan yang lebih spesifik pada fungsi ekosistem dalam mendukung tanaman (Zhang *et al.*, 2024). Dominasi parasit yang berlebihan menyebabkan pemanfaatan nutrisi oleh tanaman tidak optimal, sehingga tanah meskipun kaya nutrisi justru tidak sehat untuk pertumbuhan jangka panjang (Siddiqui & Aziz, 2024). Hal ini mengindikasikan adanya input pupuk berlebihan atau intensifikasi pengelolaan lahan yang menyebabkan ketidakseimbangan komunitas nematoda dan menurunkan efisiensi ekosistem tanah (Ni *et al.*, 2024).

4.2.3. Kondisi Lingkungan Abiotik Tanah

Komunitas nematoda yang ditemukan pada lahan cabai rawit Desa Bangsring tidak terlepas dari pengaruh kondisi lingkungan tanah sebagai habitatnya. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap sifat fisik dan kimia tanah untuk mendukung interpretasi hasil penelitian. Berdasarkan hasil analisis, tekstur tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring tergolong *sandy clay* (lempung berpasir), yang menunjukkan adanya kombinasi fraksi pasir dan liat. Tekstur tersebut dapat memengaruhi karakteristik tanah, seperti kemampuan menahan air, aerasi, dan ketersediaan ruang pori yang berperan dalam menyediakan habitat bagi nematoda (Pandao *et al.*, 2024). Kondisi ruang pori tanah memungkinkan nematoda melakukan pergerakan, memperoleh sumber makanan, serta mempertahankan aktivitasnya dalam lingkungan tanah (Devi, 2024). Hal tersebut berkaitan dengan keberadaan berbagai kelompok nematoda yang ditemukan pada lahan cabai rawit, baik nematoda parasit tumbuhan maupun nematoda *free-living* dengan kelompok

trofik yang berbeda. Dengan demikian, tekstur tanah menjadi salah satu faktor lingkungan yang mendukung terbentuknya komunitas nematoda, meskipun struktur komunitas tersebut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti ketersediaan bahan organik dan kondisi kimia tanah.

Hasil pengukuran pH tanah pada lahan cabai rawit di Desa Bangsring diperoleh nilai 6,2 (agak asam), menunjukkan kondisi tanah yang mendukung ketersediaan unsur makro (seperti nitrogen, fosfor, dan kalium). Hal ini dikarenakan unsur hara lebih tersedia dan mudah diserap oleh tanaman pada lingkungan dengan kondisi pH tanah mendekati netral (Singh *et al.*, 2025). Kondisi pH tanah tersebut berkaitan dengan praktik pemupukan anorganik seperti urea dan ZA yang dilakukan petani secara berkala akan memengaruhi keseimbangan kimia tanah melalui proses nitrifikasi yang menghasilkan ion H^+ sehingga berkontribusi terhadap penurunan pH tanah (Wang *et al.*, 2024). Kondisi pH tanah yang masih sesuai juga dapat mendukung aktivitas mikroorganisme tanah yang menjadi sumber makanan bagi nematoda *free-living* yang ditemukan pada penelitian ini. Selain itu, kondisi tanaman cabai rawit yang mampu tumbuh pada kisaran pH tersebut memungkinkan tersedianya akar sebagai sumber nutrisi bagi nematoda parasit tumbuhan yang ditemukan pada lahan penelitian.

Berdasarkan hasil analisis sifat kimia tanah, lahan cabai rawit Desa Bangsring memiliki kandungan C-organik sebesar 1,27% dan N-total sebesar 0,12% yang tergolong rendah, sedangkan rasio C/N sebesar 10,6 termasuk kategori sedang. Rendahnya kandungan C-organik menunjukkan bahwa jumlah bahan organik sebagai sumber karbon dalam tanah masih terbatas (Rabot *et al.*, 2024). Kondisi tersebut berkaitan dengan sistem pengelolaan lahan yang lebih banyak menggunakan pupuk anorganik seperti urea, ZA, dan NPK dalam pemenuhan kebutuhan hara tanaman, meskipun petani juga telah memberikan bahan organik berupa kotoran kambing, sekam, dan kompos sebagai pupuk dasar. Selain itu, aktivitas pengolahan tanah menggunakan traktor atau pencangkulan dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik sehingga karbon organik tanah lebih cepat mengalami perubahan (Meng *et al.*, 2024). Rendahnya kandungan C-organik juga berkaitan dengan rendahnya N-total karena bahan organik merupakan

salah satu sumber nitrogen yang dilepaskan melalui proses mineralisasi oleh mikroorganisme tanah (Ashraf *et al.*, 2023).

Kandungan C-organik dan nitrogen dalam tanah memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas organisme tanah karena menjadi sumber energi bagi mikroorganisme yang kemudian berperan dalam membentuk rantai makanan tanah (Wang *et al.*, 2023). Bahan organik yang mengalami dekomposisi akan meningkatkan aktivitas bakteri dan fungi sebagai sumber makanan bagi kelompok nematoda tertentu. Kondisi tersebut berkaitan dengan hasil identifikasi komunitas nematoda pada lahan cabai rawit yang didominasi oleh kelompok bakterivor sebanyak 86 individu dan ditemukan pula kelompok fungivor sebanyak 18 individu. Dominasi bakterivor menunjukkan bahwa meskipun kandungan C-organik tergolong rendah, kondisi tanah masih mampu menyediakan sumber makanan melalui aktivitas mikroorganisme tanah yang didukung oleh keberadaan bahan organik, aktivitas akar tanaman, serta pemberian pupuk organik. Sementara itu, keberadaan fungivor menunjukkan bahwa komponen jamur tanah masih menjadi bagian dari rantai makanan dalam ekosistem tanah.

Nilai rasio C/N sebesar 10,6 menunjukkan bahwa bahan organik berada pada tingkat dekomposisi yang relatif lebih cepat karena karbon tidak terlalu tinggi dibandingkan nitrogen (Reddy *et al.*, 2024). Kondisi ini menyebabkan bahan organik lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme sehingga dapat mendukung perkembangan kelompok nematoda oportunistik seperti bakterivor (Yao *et al.*, 2023). Namun, kondisi tersebut belum sepenuhnya menggambarkan ekosistem tanah yang matang karena rendahnya kandungan bahan organik dapat membatasi terbentuknya komunitas organisme tanah dengan struktur trofik yang lebih kompleks. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya nilai *Maturity Index* (MI) sebesar 1,42 dan rendahnya jumlah nematoda predator, yaitu 4 individu, yang menunjukkan bahwa komunitas nematoda masih didominasi oleh kelompok yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap perubahan lingkungan.

Selain berperan dalam menyediakan sumber energi bagi organisme tanah, kondisi bahan organik juga berkaitan dengan keberadaan nematoda parasit tumbuhan. Tanaman cabai rawit yang tumbuh pada kondisi ketersediaan hara yang

cukup dapat membentuk sistem perakaran yang menjadi sumber nutrisi bagi nematoda parasit tumbuhan (Chen *et al.*, 2024). Hal tersebut sesuai dengan ditemukannya nematoda parasit tumbuhan sebanyak 46 individu yang terdiri atas genus *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Hemicriconemoides*, dan *Ditylenchus*, serta nilai *Plant Parasitic Index* (PPI) sedang (3). Keberadaan kelompok parasit tersebut menunjukkan bahwa kondisi habitat masih mampu mendukung keberlangsungan nematoda parasit, tetapi dominasi komunitas tetap berada pada kelompok *free-living* terutama bakterivor.

Dengan demikian, kondisi C-organik, N-total, dan rasio C/N pada lahan cabai rawit menunjukkan bahwa tanah masih memiliki aktivitas biologis yang mendukung keberadaan komunitas nematoda, tetapi kualitas ekologis tanah belum optimal. Hal tersebut tercermin dari dominasi nematoda oportunistik, nilai MI yang rendah, serta rasio PPI/MI sebesar 2,10 yang menunjukkan bahwa ketersediaan sumber daya habitat masih mendukung perkembangan kelompok tertentu, namun belum mampu membentuk komunitas nematoda dengan tingkat kematangan ekosistem yang tinggi.

Kandungan P_2O_5 pada lahan cabai rawit sebesar 34,43 ppm tergolong tinggi, dan K_2O sebesar 0,10% tergolong sedang. Tingginya kandungan P_2O_5 menunjukkan bahwa ketersediaan fosfor dalam tanah relatif mendukung aktivitas biologis tanah dan pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut berkaitan dengan pengelolaan kesuburan tanah melalui penggunaan pupuk NPK (Poska) yang menjadi salah satu sumber unsur fosfor bagi tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup berperan dalam mendukung perkembangan akar serta pertumbuhan tanaman, sehingga dapat memengaruhi kondisi habitat organisme tanah melalui keberadaan biomassa dan eksudat akar sebagai sumber energi bagi komunitas tanah (Choi *et al.*, 2026; Yetgin, 2023). Keberadaan tanaman cabai rawit sebagai inang juga berkaitan dengan ditemukannya nematoda parasit tumbuhan seperti *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Hemicriconemoides*, dan *Ditylenchus* dengan nilai *Plant Parasitic Index* (PPI) sebesar 3. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi lahan cabai rawit masih mendukung keberadaan nematoda parasit tumbuhan karena tersedianya tanaman inang dan kondisi habitat yang sesuai.

Kandungan K_2O sebesar 0,10% tergolong kategori sedang yang menunjukkan bahwa ketersediaan kalium dalam tanah masih mampu mendukung pertumbuhan tanaman melalui perannya dalam pengaturan keseimbangan air, aktivasi enzim, dan perkembangan jaringan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang tetap optimal menyediakan lingkungan berupa jaringan akar sebagai habitat dan sumber nutrisi bagi organisme tanah, termasuk nematoda parasit tumbuhan. Namun, kandungan kalium yang tidak tergolong tinggi dapat dipengaruhi oleh sifat K^+ yang mudah bergerak dalam tanah sehingga berpotensi mengalami penyerapan oleh tanaman maupun pencucian, terutama pada tanah dengan tekstur *sandy clay* yang memiliki pori besar akibat fraksi pasir (Sidhu *et al.*, 2024). Dengan demikian, ketersediaan kalium berperan dalam mendukung kondisi tanaman sebagai bagian dari habitat nematoda, tetapi bukan menjadi faktor utama yang menentukan struktur komunitas nematoda karena dipengaruhi pula oleh bahan organik, mikroorganisme, dan kondisi lingkungan tanah lainnya.

Berdasarkan keterkaitan antara indikator kimia dan biologis, kondisi tanah pada lahan penelitian menunjukkan bahwa kualitas biologis tanah belum optimal. Kondisi tersebut berkaitan dengan rendahnya kandungan bahan organik tanah serta dominasi penggunaan pupuk anorganik dalam pemeliharaan tanaman. Rendahnya bahan organik menyebabkan ketersediaan karbon sebagai sumber energi mikroorganisme tanah menjadi terbatas, sehingga dapat memengaruhi kompleksitas rantai makanan tanah. Kondisi ini tercermin dari struktur komunitas nematoda yang lebih banyak didominasi kelompok oportunistik dan nilai *Maturity Index* (MI) sebesar 1,42 yang menunjukkan bahwa komunitas nematoda belum mencapai tingkat kematangan ekosistem yang tinggi.

4.2.4. Validasi *Booklet*

Booklet berjudul “Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)” disusun berdasarkan hasil penelitian identifikasi dan keanekaragaman nematoda pada lahan cabai rawit dengan divalidasi oleh validator ahli materi, ahli media, dan pengguna untuk memenuhi syarat penyusunan *booklet*. Hasil validasi ahli materi memperoleh nilai validasi 70% termasuk kategori layak.

Nilai tersebut menunjukkan bahwa isi *booklet* sudah sesuai, namun masih memerlukan perbaikan pada aspek kelengkapan materi dan sistematika penyajian. Validator menyarankan penambahan tahun 2026 pada cover, penulisan nama takson pada deskripsi nematoda, penambahan keterangan gambar, penyajian klasifikasi dalam bentuk poin, serta penyusunan kesimpulan yang lebih jelas dan sistematis. Saran tersebut kemudian digunakan sebagai dasar revisi agar isi *booklet* menjadi lebih informatif dan terstruktur.

Hasil validasi ahli media memperoleh persentase 88% dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa *booklet* telah memiliki tampilan visual yang baik, tata letak rapi, serta mudah dibaca. Validator memberikan saran perbaikan, yaitu mencantumkan lokasi lahan cabai rawit, menambahkan rujukan mengenai peran nematoda, dan menambahkan bagian pendahuluan. Perbaikan tersebut dilakukan untuk meningkatkan kejelasan informasi dan kualitas penyajian *booklet*. Validasi pengguna memperoleh persentase 89,3% dengan kategori sangat layak. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *booklet* mudah digunakan dan dipahami oleh pengguna. Beberapa saran yang diberikan yaitu memperbesar ukuran tulisan pada beberapa bagian dan menambah variasi warna agar tampilan lebih menarik.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai keanekaragaman nematoda pada lahan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) di Desa Bangsring serta pemanfaatannya sebagai *booklet* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Keanekaragaman nematoda pada lahan cabai rawit Desa Bangsring terdiri atas 10 genus *Rhabditis*, *Cephalobus*, *Monhystera*, *Prismatolaimus*, *Aphelenchus*, *Ironus*, *Meloidogyne*, *Hemicriconemoides*, *Pratylenchus*, dan *Ditylenchus* dengan total 154 individu. Komunitas nematoda tersusun atas kelompok bakterivor, fungivor, predator, dan parasit tumbuhan dengan dominasi kelompok bakterivor terutama genus *Rhabditis*. Nilai indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') sebesar 1,03 menunjukkan keanekaragaman nematoda tergolong rendah yang menunjukkan ekosistem belum stabil sepenuhnya.
- b. Kondisi kualitas tanah berdasarkan indikator biologis komunitas nematoda menunjukkan bahwa kualitas biologis tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring tergolong sangat terganggu. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MI sebesar 1,42 yang mengindikasikan komunitas nematoda belum matang akibat dominasi kelompok c-p rendah, serta nilai PPI sebesar 3, adanya tekanan dari nematoda parasit, dan rasio PPI/MI sebesar 2,10 yang menunjukkan keberadaan nematoda parasit tumbuhan lebih dominan dibandingkan tingkat kematangan komunitas nematoda. Kondisi tersebut berkaitan dengan ditemukannya genus parasit tumbuhan (*Meloidogyne*, *Hemicriconemoides*, *Pratylenchus*, dan *Ditylenchus*) serta karakteristik tanah dengan kandungan C-organik dan N-total yang rendah.
- c. Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna, *booklet* mengenai keanekaragaman nematoda sebagai indikator kualitas tanah pada lahan cabai rawit Desa Bangsring memperoleh rerata persentase kelayakan sebesar 82,4% dengan kategori sangat layak, sehingga dapat digunakan sebagai media informasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan penelitian selanjutnya mengkaji hubungan antara komunitas nematoda dengan parameter fisik dan kimia tanah secara lebih komprehensif. Selain itu, pengelolaan lahan perlu memperhatikan peningkatan bahan organik guna menjaga kualitas tanah.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiat, A. (2024). Konsumsi Cabai per Kapita Masyarakat Indonesia (2019-2023). <https://tinyurl.com/2resxmb4>. [Diakses pada 11 Oktober 2024].
- Aksan, M., Syarifuddin, R. N., Azizah, H. N., Karenina, T., Ibrahim, D. A. Y., Handayani, N. D., & Sari, T. K. (2023). *Nematoda Pertanian*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Alif, S. M. (2017). *Kiat Sukses Budidaya Cabai Rawit*. Yogyakarta: Bio Genesis.
- Amir, F., Widajati, W., Rahmadhini, N., & Imanadi, L. (2024). Nematoda yang berasosiasi dengan tanaman padi (*Oryza sativa* L.) di Desa Sumbergepoh, Lawang, Kabupaten Malang. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(4), 757-768.
- Ankrom, KE, Franco, AL, Fonte, SJ, Gherardi, LA, de Tomasel, CM, Menangis, C., ... & Dinding, DH (2022). Kematangan ekologis dan stabilitas komunitas nematoda sebagai tanggapan terhadap manipulasi curah hujan di padang rumput. *Ekologi Tanah Terapan*, 170, 104263.
- Apriyanti, D., Rusmilawaty, R., Rafidah, R., & Prihatanti, N. R. (2025). Efektifitas Pendidikan Kesehatan Menggunakan Booklet dan Leaflet Terhadap Pengetahuan Remaja Putri Tentang Tablet Tambah Darah Di SMPN 16 Banjarmasin Tahun 2024. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(8), 1467-1477.
- Ashraf, M. N., Cheng, H. U., Xiangru, X. U., Tariq, A. Z. I. Z., Lei, W. U., Waqas, M. A., ... & Minggang, X. U. (2023). Long-term manure application increased soil organic carbon and nitrogen mineralization through accumulation of unprotected and physically protected carbon fractions. *Pedosphere*, 33(2), 343-354.
- Asif, M., & Fazul Rahaman, P. (2024). Beneath the surface: comparative diversity, abundance, and bio-indicative capabilities of nematode community structure in natural and disturbed habitats. *Nematodes–Ecology, Adaptation and Parasitism*. doi: 10.5772/intechopen.1003686.
- Asyiah, I. N., Imam, M., Pandu, P. A., Aris, B., Dwi, N., & Laeli, N. (2024). Pengaruh Pupuk Hayati Cair BRE4 dan Pupuk Organik Terhadap Keragaman Nematoda Tanah Pada Lahan Kopi Arabika: Pengaruh Pupuk Hayati Cair BRE4 dan Pupuk Organik Terhadap Keragaman Nematoda Tanah Pada Lahan Kopi Arabika. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(3), 321-328.
- Biswal, D. (2022). Nematodes as ghosts of land use past: elucidating the roles of soil nematode community studies as indicators of soil health and land

management practices. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 194(5), 2357-2417.

Bongers, T., van der Meulen, H., & Korthals, G. (1997). Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. *Applied Soil Ecology*, 6(2), 195-199.

Cammalleri, S. R., Knox, J., & Roy, P. J. (2022). Culturing and screening the plant parasitic nematode *Ditylenchus dipsaci*. *J Vis Exp*, 179, e63438.

Chen, J., Zhang, Y., Liu, C., & Huang, L. (2024). Distribution pattern of soil nematode communities along an elevational gradient in arid and semi-arid mountains of Northwest China. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1466079.

Chen, X., Li, F., Wang, D., & Cai, L. (2024). Insights into plant responses to nematode invasion and modulation of host defenses by plant-parasitic nematodes. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1482789.

Choi, I., Cho, H., Brandizzi, F., & Rouached, H. (2026) Phosphorus deficiency and root growth: the role of TOR signaling in adaptive responses. *Experimental Botany Journal*, 77(5), 1375-1383.

Cunha, B. P., Fonseca, G., & Amaral, A. C. Z. (2022). Diversity and distribution of cyatholaimidae (Chromadorida: Nematoda): a taxonomic and systematic review of the world records. *Frontiers in Marine Science*, 9, 836670.

Damayanti, A. P., Rahardjo, B. T., & Tarno, H. (2018). Pengaruh pemberian plant growth promoting rhizobacteria (*Pseudomonas fluorescens*) terhadap nematoda puru akar *Meloidogyne* sp. pada tanaman tomat. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*. 6(1): 26-34.

Darling, E., Quintanilla-Tornel, M., & Chung, H. (2022). Plant-eating nematodes and the key to fighting them. *Frontiers for Young Minds*, 9, 604175.

Darmawan, A., Arminudin, A. T., & Rahmadani, E. (2024). Identifikasi nematoda di perkebunan kelapa sawit PTPN V Sei Pagar. *Jurnal Agroteknologi*, 15(1), 37-46.

Devi, G. (2024). Pengaruh faktor abiotik terhadap kemanjuran nematoda entomopatogenik. *Int J Plant Soil Sci*, 36(3), 283-90.

Dewanti, A. P., Munawaroh, A., & Karenina, A. (2021, December). Profil Penggunaan Pupuk Organik terhadap Tingkat Kesuburan Tanah dan Hasil Panen Sebagai Referensi Media Pembelajaran IPA Terpadu. In *PISCES: Proceeding of Integrative Science Education Seminar* (Vol. 1, No. 1, pp. 232-237).

- Diri, U. N., & Marlina, M. (2019). Pembuatan booklet sebagai media informasi bibliocrime di Perpustakaan Universitas Negeri Padang. *Ilmu Informasi Perpustakaan dan Kearsipan*, 8(1), 431–436.
- Du Preez, G., Daneel, M., De Goede, R., Du Toit, M. J., Ferris, H., Fourie, H., Geisen, S., Kakouli-Duarte, T., Korthals, G., Sanches-Moreno, S., & Schmidt, J. H. (2022). Nematode-based indices in soil ecology: Application, utility, and future directions. *Soil Biology and Biochemistry*, 169, 108640.
- Febriana, D., & Susilastuti, D. (2024). Pengaruh keragaman jenis organisme terhadap kesuburan tanah. *AGROSCIENCE*, 14(1), 1-11.
- Figueiredo, J., Vieira, P., Abrantes, I., & Esteves, I. (2022). Commercial potato cultivars exhibit distinct susceptibility to the root lesion nematode *pratylenchus penetrans*. *Horticulturae*, 8(3), 244.
- Fiyan, D. (2019). Identifikasi Genera Nematoda pada Lahan Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis*) di Desa Santan Ulu Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 1(2), 144-150.
- Grassi, E., Catani, L., Magni, P., Gravina, M. F., & Semprucci, F. (2023). Taxonomic and functional diversity of nematode fauna: two sides of the same coin in the ecological quality assessment of transitional environments. *Estuarine, coastal and shelf science*, 295, 108550.
- Haque, Z., & Khan, M. R. (2021). Criconematidae: Criconemoides and Hemicriconemoides species. In *Handbook of invasive plant-parasitic nematodes* (pp. 106-115). Wallingford UK: CABI.
- Harpenas, A., & R. Dermawan. (2011). *Budidaya Cabai Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hodda, M. (2022). Phylum Nematoda: feeding habits for all valid genera using a new, universal scheme encompassing the entire phylum, with descriptions of morphological characteristics of the stoma, a key, and discussion of the evidence for trophic relationships. *Zootaxa*, 5114(1), 318-451.
- Ikoyi, I., Grange, G., Finn, J. A., & Brennan, F. P. (2023). Plant diversity enhanced nematode-based soil quality indices and changed soil nematode community structure in intensively-managed agricultural grasslands. *European Journal of Soil Biology*, 118, 103542.
- Jawang, U. P., & Ndapamuri, M. H. (2023). Uji kualitas tanah sebagai arahan pengembangan tanaman sorgum di kelurahan watumbaka, kecamatan pandawai, kabupaten sumba timur. *Jurnal Agro Indragiri*, 8(2), 36-43.

- Kane, J. L., Kotcon, J. B., Freedman, Z. B., & Morrissey, E. M. (2023). Fungivorous nematodes drive microbial diversity and carbon cycling in soil. *Ecology*, 104(1), e3844. <https://doi.org/10.1002/ecy.3844>
- Komala, S. N. (2022). *Biology Notes: Zoologi*. Banyumas: Zahira Media Publisher.
- Latif, A., & M. Chusna. (2021). *Saluran Pemasaran Cabai Rawit di STA Kecamatan Ngoro*. Jombang :Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.
- Leiririo, J. L., Karuri, H., & Nyaga, J. M. (2022). Nematode-based soil food web condition in mung bean under semi-arid conditions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100465.
- Lestari, N. A., & Susanti, A. I. (2019). Kelimpahan dan Keanekaragaman Organisme Tanah Bioindikator Kesuburan Lahan Pertanian Dan Pembuatan Media Penyuluhan Pertanian (Booklet). *Jurnal Agriovet*, 2(1), 1-16.
- Li, X., Zeng, S., Yi, J., Zhang, H., Fu, H., Chen, C., Liu, Q., Cao, A., & Yang, W. (2024). Fungi Preference of Fungivorous Nematode *Aphelenchus avenae* (Aphelenchida: Aphelenchidae) and Its Impact on Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Root. *Agriculture*, 14(11), 2035.
- Liu, J., Zhao, W., He, H., Kou, Y., & Liu, Q. (2022). Variations in the community patterns of soil nematodes at different soil depths across successional stages of subalpine forests. *Ecological Indicators*, 136, 108624.
- Mendoza-de Gives, P. (2022). Soil-Borne nematodes: Impact in agriculture and livestock and sustainable strategies of prevention and control with special reference to the use of nematode natural enemies. *Pathogens*, 11(6), 640.
- Meng, X., Meng, F., Chen, P., Hou, D., Zheng, E., & Xu, T. (2024). A meta-analysis of conservation tillage management effects on soil organic carbon sequestration and soil greenhouse gas flux. *Science of the Total Environment*, 954, 176315.
- Mutmainnah, D., Ayu, I. W., & Oklima, A. M. (2021). Analisis tanah untuk indikator tingkat ketersediaan lengas tanah di lahan kering kecamatan empang. *Jurnal Agroteknologi*, 1(1), 27-38.
- Na, S., Hayden, H. L., He, J. Z., He, Z. Y., Ghaderi, R., Bi, L., & Hu, H. W. (2025). Bacterivorous Nematodes Drive Ammonification and Bacterial Community Growth in a Strongly Acidic Soil. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 4(1), e70057.
- Ni, X., Zhu, X., Feng, Q., Zhao, D., Huang, W., & Pan, F. (2024). Effect of application rates of N and P fertilizers on soil nematode community structure in Mollisols. *Agronomy*, 14(3), 507.

- Nofitasari, R., Siahaan, H. N., Sandra, I. K., & Aritonang, T. N. B. (2025). Pengaruh fluktuasi harga pangan dan kontribusinya terhadap perubahan inflasi di kota medan sumatera utara. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa Dan Pertanian*, 10(3), 301-314.
- Novianita, D., Fitriyanti, D., & Gafur, A. (2021). Nematoda Tanah Mononchida pada Kebun Durian (*Durio* sp.) Di Banjarbaru, Kalimantan Selatan. *BIOSCIENTIAE*, 18(2), 67-75.
- Oktafiyanto, M. F., & Ibrahim, R. (2021). Keragaman dan kelimpahan nematoda secara horizontal dan vertikal pada beberapa tanaman sayur di Kabupaten Cianjur. *Jurnal Agro Wiralodra*, 4(1), 9-15.
- Pandao, M. R., Thakare, A. A., Choudhari, R. J., Navghare, N. R., Sirsat, D. D., & Rathod, S. R. (2024). Soil health and nutrient management. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(5), 873-883.
- Panggabean, B. F., Septyani, I. A. P., Dalimunthe, B. A., & Saragih, S. H. Y. (2024). Identifikasi keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah di ptpn iii pada fase pertumbuhan tbm iii. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 109-114.
- Panjerrino, Y. G., Dewi, B. S., & Swibawa, I. G. (2019). *Diversity of Soil Nematode in Utilization Block Integrated Educational Conservation Forest, Wan Abdul Rachman Great Forest Park*. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(2), 214–224.
- Permata, A. H., Fitriyanti, D., & Gafur, A. (2021). Identifikasi nematoda pada lahan kebun raya banua banjarbaru, kalimantan selatan. *Bioscientiae*, 18(2), 76-84.
- Permatasari, D., Yustina, Y., & Sriyanti, E. (2022). Pengembangan media pembelajaran booklet berbasis inkuiri pada materi sel kelas XI SMA. *Biogenesis: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(2), 145–155.
- Pradana, A. P., & Yoshiga, T. (2025). First Record of Free-Living Nematode *Ironus dentifurcatus* Argo & Heyns, 1972 (Ironidae: Enoplida) From Indonesia. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 17(1), 41-49.
- Putri, N. M., & Saino, S. (2020). Pengembangan booklet sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran pengelolaan bisnis ritel materi perlindungan konsumen kelas XI BDP di SMKN Mojoagung. *Jurnal Pendidikan Tata Niaga (JPTN)*, 8(3), 925-931.
- Putri, O. H., Utami, S. R., & Kurniawan, S. (2019). Sifat kimia tanah pada berbagai penggunaan lahan di UB Forest. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1075-1081.

- Rabot, E., Saby, N. P., Martin, M. P., Barré, P., Chenu, C., Cousin, I., ... & Bispo, A. (2024). Relevance of the organic carbon to clay ratio as a national soil health indicator. *Geoderma*, 443, 116829.
- Rahim, A., M. Adiwena, & Nurmaisah. (2021). *Ilmu Perlindungan Tanaman*. Aceh: Sayah Kuala University Press.
- Reddy, PN, Kumari, JA, Mounika, C., Raigar, BL, Reddy, MS, Chandravanshi, M., & Kashyap, S. (2024). Mengelola residu tanaman: dampak pada tanah C: Rasio N dan aktivitas mikroba dengan penambahan penambah dekomposisi. *Int J Adv Biochem Res*, 8, 295-304.
- Reichel, R., Hänsch, M., Schulz, S., Martins, BR, Schloter, M., & Brüggemann, N. (2024). Membandingkan kronosekuens nyata dan semu reklamasi tanah pertambangan menggunakan nematoda hidup bebas untuk mengkarakterisasi jaring makanan dan dinamika C dan N. *Pertanian, Ekosistem & Lingkungan*, 376, 109234.
- Ridwan, M., Asril, A., & Suryani, L. (2022). Pengembangan media booklet sejarah pada materi pembentukan pemerintahan Republik Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(5), 1349–1357.
- Sadono, R., Soeprijadi, D., & Wirabuana, P. Y. A. (2019). Variasi Sifat Kimia Tanah Pada Sistem Agroforestri di Kawasan Hutan Tanaman Kayu Putih. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 205-211.
- Sari, I., Yanti, N. D., & Hidayat, T. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Usahatani Cabai Rawit (*Capsicum Fretescens* L.) di Kabupaten Tabalong. *Frontier Agribisnis*, 3(4), 23-30.
- Sarinami, R., & Zulyusri, Z. (2022). Meta-analisis validitas pengembangan booklet sebagai suplemen bahan ajar pada pembelajaran biologi SMA/MA. *Metaedukasi*, 4(2), 95–102.
- Sarmah, S., Widyastuti, R., & Supramana. (2022). Komunitas nematoda pada lahan pertanaman wortel dan hubungannya dengan populasi mikrob tanah. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 46(1), 91-102.
- Septariani, D. N., Herawati, A., & Mujiyo, M. (2019). Pemanfaatan berbagai tanaman refugia sebagai pengendali hama alami pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 3(1), 1-9.
- Shokoohi, E., & Abolafia, J. (2023). Morphological and molecular characterisation of two free-living bacterivorous nematodes belonging to Rhabditida from South Africa. *Zoomorphology*, 142(3), 299-311.

- Sianipar, E. M., Artionang, S. P., & Sihombing, P. (2024). Peranan bahan organik untuk mitigasi kesehatan tanah dalam pertanian modern. *Jurnal METHODAGRO*, 10(1), 43-54.
- Siddiqui, Z. A., & Aziz, S. (2024). Plant parasitic nematode-fungus interactions: recent concepts and mechanisms. *Plant Physiology Reports*, 29(1), 37-50.
- Sidhu, S. K., Zotarelli, L., & Sharma, L. K. (2024). A review of potassium significance and management approaches in potato production under sandy soils. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 3(2), e12106.
- Soesanto, L. (2024). *Kompendium Penyakit-Penyakit Cabai*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Somowiyarjo, S. (2020). *Gatra Gulma dalam Perlindungan Tanaman Tropika*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sopialena, S., Suyadi, S., & Rudiyanto, H. (2022). Keragaman Nematoda pada Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batu Bara di Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang Nematode Diversity In Post-coal Mining Reclamation Land In Bangun Rejo Village, Tenggarong Seberang District. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 21(1), 161-174.
- Sumarniasih, M. S., Kembaren, D. A., Narka, I. W., & Karnata, I. N. (2023). Evaluasi Kualitas Tanah dan Pengelolaan Lahan Kering di Kecamatan Gerokgak dan Kubutambahan Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6(3), 659-669.
- Sun, L., Lian, L., Yang, R., Li, T., Yang, M., Zhao, W., & Wang, S. (2024). Sugar delivery at the tomato root and root galls after *Meloidogyne incognita* infestation. *BMC Plant Biology*, 24(1), 451.
- Suyadi, S., Suryadi, A., Rosfiansyah, R., & Sofian, S. (2021). Dampak Sedimentasi dan Sifat Tanah terhadap Keberadaan Nematoda Entomopatogen dalam Rizosfer Kelapa Sawit di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 3(2), 127-136.
- Syahid, A., Swibawa, I. G., Solikhin, S., & Fitriana, Y. (2021). Identifikasi berbasis morfologi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada pertanaman jambu biji kristal di Provinsi Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 35-44.
- Tama, D. P. (2024). Eksplorasi populasi dan kepadatan genus nematoda parasit pada rizosfir tanaman kopi di kota solok, sumatera barat: exploration of population and density of parasitic nematode genus in coffee plant rhizom in solok city, west sumatra. *Jurnal Riset Perkebunan*, 5(1), 1-10.

- Trap, J., Brondani, M., Plassard, C., Hedde, M., & Puissant, J. (2025). Ecosystem functions supported by soil bacterivorous nematodes. *Geoderma*, 463, 117575.
- Wang, C., & Kuzyakov, Y. (2023). Efisiensi penggunaan energi mikroorganisme tanah: Didorong oleh daur ulang dan pengurangan karbon. *Biologi Perubahan Global*, 29(22), 6170-6187.
- Wang, P., Xu, D., Lakshmanan, P., Deng, Y., Zhu, Q., & Zhang, F. (2024). Mitigation strategies for soil acidification based on optimal nitrogen management. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 11(2), 229-242.
- Warisno, & K. Dahana. (2018). *Peluang Uasaha dan Budi Daya Cabai*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wihardjaka, A. (2021). Dukungan pupuk organik untuk memperbaiki kualitas tanah pada pengelolaan padi sawah ramah lingkungan. *Jurnal Pangan*, 30(1), 53-64.
- Yao, D., Dai, N., Hu, X., Cheng, C., Xie, H., Hu, Z., ... & Zhang, J. (2023). New insights into the effects of wetland plants on nitrogen removal pathways in constructed wetlands with low C/N ratio wastewater: Contribution of partial denitrification-anammox. *Water Research*, 243, 120277.
- Yetgin, A. (2023). The dynamic interplay of root exudates and rhizosphere microbiome. *Soil Studies*, 12(2), 111-120.
- Yogaswara, D. A. (2020, September). Peran nematoda hidup bebas di dalam tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 6, No. 1, pp. 232-238).
- Zamroh, Y., & L. B. Pintakami. (2020) Pendapatan kelayakan usaha tani cabai rawit. *Journal of Agricultural Socio-Economics (JASE)*. 1(1): 41-46.
- Zhang, C., Wright, I. J., Nielsen, U. N., Geisen, S., & Liu, M. (2024). Linking nematodes and ecosystem function: a trait-based framework. *Trends in Ecology & Evolution*, 39(7), 644-653.
- Zhang, C., Zhao, Z., Li, F., & Zhang, J. (2022). Effects of organic and inorganic fertilization on soil organic carbon and enzymatic activities. *Agronomy*, 12(12), 3125.

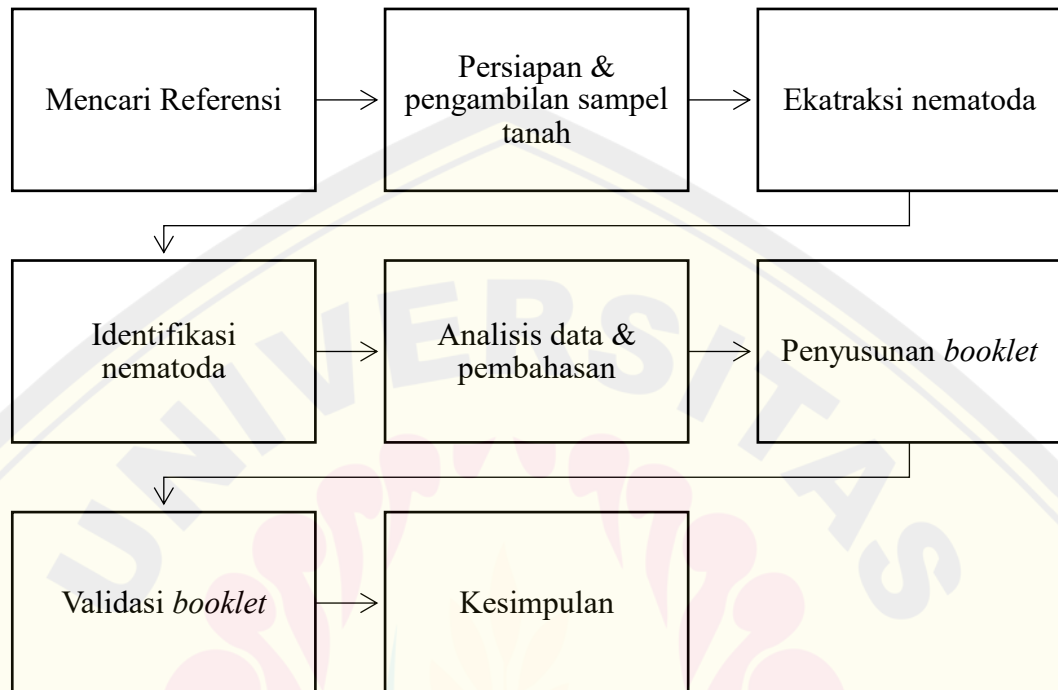
LAMPIRAN

- Lampiran 1. Skema Alur Penelitian
- Lampiran 2. Matriks Penelitian
- Lampiran 3. Validasi *Booklet*
- Lampiran 4. Kerangka *Booklet* (Sampul)
- Lampiran 5. Tabel Revisi *Booklet*
- Lampiran 6. Dokumentasi Lahan Cabai Rawit
- Lampiran 7. Surat Izin Penelitian
- Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian
- Lampiran 9. Tabel Data Jumlah Nematoda
- Lampiran 10. Perhitungan Analisis Data
- Lampiran 11. Hasil Analisis Tanah
- Lampiran 12. Validasi Identifikasi Genus Nematoda
- Lampiran 13. Hasil Wawancara
- Lampiran 14. Kunci Identifikasi



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Alur Penelitian



Lampiran 2. Matriks penelitian

Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Tujuan	Indikator	Metode Penelitian
Keanekaragaman Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah Pada Lahan Cabai Rawit Di Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Serta Pemanfaatannya Sebagai <i>Booklet</i>	Cabai rawit (<i>Capsicum frutescens</i>) merupakan komoditas pertanian yang banyak dibudidayakan oleh petani Indonesia serta memiliki permintaan tinggi di pasar. Tahun 2023 konsumsi rata-rata konsumsi cabai naik 5,8% dibandingkan tahun 2022 (Ahdiat, 2024). Namun permintaan pasar yang meningkat ketika tidak diimbangi oleh produktivitas yang baik akan menyebabkan inflasi, kenaikan harga cabai karena kelangkaan pasokan, dan tidak stabilnya pendapatan petani. Hal ini dapat terjadi karena banyak faktor, mulai dari faktor cuaca ekstrem, kualitas tanah, adanya hama dan penyakit, serta pengelolaan lahan yang kurang tepat. Kualitas tanah yang optimal sangat diperlukan untuk menghasilkan tanaman cabai yang sehat dan produktif (Septariani <i>et al.</i> , 2019; Sari <i>et al.</i> , 2020). Kualitas tanah adalah faktor penting dalam menentukan keberlanjutan	a. Jenis nematoda apa saja yang ada pada lahan pertanian cabai di Kecamatan Wongsorejo? b. Bagaimana kualitas tanah di lahan cabai rawit berdasarkan keanekaragaman nematoda pada Kecamatan Wongsorejo? c. Bagaimana hasil uji kelayakan <i>booklet</i> mengenai Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai rawit.	a. Untuk mengetahui jenis-jenis nematoda yang ada pada lahan pertanian cabai. b. Untuk mengetahui kesuburan tanah di lahan pertanian cabai. c. Untuk mengetahui uji kelayakan <i>booklet</i> mengenai Keanekaragaman Nematoda di Lahan Cabai Rawit.	Nematoda	Survei, eksplorasi, observasi, dan deskriptif

	produktivitas tanaman, karena tanah yang sehat mampu menyediakan nutrisi yang cukup, struktur yang baik, dan lingkungan yang mendukung aktivitas organisme tanah (Wihardjaka, 2021). Tanah yang berkualitas memiliki keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologis yang ideal untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Dewanti <i>et al.</i>, 2021). Sifat fisik seperti porositas dan tekstur tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan air dan mendukung pertumbuhan akar. Sifat kimia tanah, seperti kandungan pH dan ketersediaan nutrisi, menentukan seberapa efisien tanaman dapat menyerap hara. Selain itu, kualitas biologis tanah sangat dipengaruhi oleh munculnya dan aktivitas organisme tanah (Sumarniasih <i>et al.</i>, 2023). Keberadaan organisme tanah seperti cacing tanah, bakteri, jamur, dan nematoda berperan penting dalam ekosistem tanah sebagai agen biologis yang memengaruhi sifat fisik dan kimia tanah. Organisme tanah berkontribusi dalam mempertahankan struktur tanah, siklus nutrisi, dan mengatur populasi organisme lain (Lestari & Susanti, 2019). Tanah subur menyediakan habitat yang ideal dan				
--	--	--	--	--	--

	sumber makanan melimpah, menciptakan kondisi stabil bagi organisme tanah untuk mendukung siklus nutrisi berkelanjutan (Febriana & Susilawati, 2024). Keanekaragaman nematoda dalam tanah mencerminkan keseimbangan ekosistem, di mana semakin tinggi keragamannya, semakin optimal siklus nutrisi dan produktivitas tanah (Sopoalena <i>et al.</i>, 2022). Nematoda merupakan cacing mikroskopis yang termasuk pada filum Nematoda. Nematoda dapat ditemukan dalam berbagai habitat dan mampu hidup di tanah, air jernih, dan sedimen laut (Ngatimin <i>et al.</i>, 2022; Latief <i>et al.</i>, 2023). Nematoda memainkan peran penting dalam ekosistem sebagai dekomposer, predator, dan parasit. Nematoda sebagai dekomposer akan menguraikan bahan organik menjadi partikel yang lebih kecil yang berguna untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Sopialena <i>et al.</i>, 2022). Nematoda sebagai predator dapat mengendalikan populasi organisme lain pada ekosistem sehingga terjadi keseimbangan populasi (Oktafiyanto & Ibrahim, 2021). Nematoda sebagai parasit				
--	--	--	--	--	--

	pada tanaman dan pada organisme lain yang menyebabkan penurunan produktivitas dan kerusakan (Permata <i>et al.</i>, 2021). Nematoda dapat digunakan sebagai bioindikator kondisi tanah karena sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan terkait ketersediaan makanan, suhu, kelembaban, bahan organik, dan adanya gangguan (Yogaswara, 2020). Keberadaan nematoda dalam berbagai perannya di ekosistem yang tidak seimbang dapat diindikasikan adanya gangguan pada ekosistem tanah. Gangguan tersebut seperti perubahan kualitas tanah, pencemaran, atau perubahan iklim. Keberadaan nematoda yang umum pada berbagai jenis tanah dan fluktuasi populasi yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, menjadikan nematoda sebagai indikator efektif untuk menilai kualitas tanah (Tama, 2024). Selain itu, peran penting nematoda dalam proses dekomposisi bahan organik, siklus hara, dan pengaturan kualitas tanah melalui aliran energi semakin memperkuat posisinya sebagai indikator biologis (Sainipar <i>et al.</i>, 2024). Keragaman morfologi nematoda, terutama struktur				
--	---	--	--	--	--

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	mulutnya, yang mencerminkan strategi makan yang berbeda, memungkinkan kita untuk mengidentifikasi jenis-jenis kelompok nematoda dan memahami kondisi ekosistem tanah secara lebih detail. Dengan demikian, mengetahui keanekaragaman komunitas nematoda dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang kesehatan dan produktivitas tanah (Novianita <i>et al.</i>, 2021). Masih sedikit yang tahu bahwa jenis-jenis nematoda di lahan cabai bisa menjadi petunjuk penting tentang kualitas tanah. Untuk itu, diperlukan berbagi informasi ini kepada masyarakat luas dengan membuat <i>booklet</i> yang mudah dibaca dan dipahami. <i>Booklet</i> merupakan media penyampaian informasi berupa buku kecil yang memuat kalimat dan gambar dalam topik tertentu. Selain itu, <i>booklet</i> bersifat praktis yang mudah dibawa, disimpan, dibaca kapan pun dan di manapun karena bentuknya yang tidak terlalu besar serta tipis (Mahendrani & Sudarmin, 2015). <i>Booklet</i> akan menjelaskan hasil penelitian tentang kaitan antara keanekaragaman nematoda dengan kondisi tanah di lahan cabai. Harapannya, <i>booklet</i> ini bisa menjadi sumber				
--	---	--	--	--	--

DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

	pengetahuan yang berguna bagi masyarakat dan meningkatkan pemahaman tentang pentingnya menjaga kualitas tanah. Berdasarkan latar belakang, maka dilakukan penelitian dengan judul “Keanekaragaman Nematoda sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Lahan Cabai dan Pemanfaatannya sebagai <i>Booklet</i>”				
--	---	--	--	--	--

Lampiran 3. Validasi *Booklet*

SURAT REKOMENDASI VALIDATOR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
 Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Ilmu Tegalboto Jember 68121
 Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-334988
 E-mail: www.fkip@ujember.ac.id

SURAT REKOMENDASI SEBAGAI VALIDATOR

Yang bertanda tangan dibawah ini saya selaku Dosen Pembimbing Skripsi mahasiswa:

Nama : Kusuma Indah Mawarni
 NIM : 220210103100
 Jurusan/Program Studi : Jurusan MIPA/Pendidikan Biologi
 Tempat, Tanggal Lahir : Banyuwangi, 27 Juni 2002
 Judul : "Keanekaragaman Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Desa Bangsring serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*".

Selanjutnya untuk melengkapi instrumen dalam penelitian tersebut diperlukan validator untuk memvalidasi instrumen tersebut. Oleh karena itu, saya merekomendasi Bapak/Ibu agar kiranya berkenan sebagai validator.

No.	Nama Validator	Bidang/Ahli
1.	Nita Fitriana, M.Sc. NIP. 199403012025062004	Ahli Materi
2.	Hikmah Buroidah, S.Pd., M.Pd. NIP. 199801222024062002	Ahli Media
3.	Diana Maghfiroatul Kiromah	Pengguna (Responden)

Demikian atas bantuan dan kerjasama yang baik Bapak/Ibu disampaikan Terima kasih.

Jember, 6 April 2026
 Dosen Pembimbing Utama

 Prof. Dr. Iis Nur Asyiah S.P., M.P.
 NIP. 197306142008012008

LEMBAR HASIL VALIDASI *BOOKLET*1. Hasil Validasi *Booklet* Oleh Ahli Media

LEMBAR VALIDATOR *BOOKLET*
OLEH VALIDATOR MEDIA

I. Identitas Peneliti

Nama : Kusuma Indah Mawarni
NIM : 220210103100
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Instansi : Universitas Jember

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di jenjang strata I (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 "Keanekaragaman Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai Rawit di Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Serta Pemanfaatannya Sebagai *Booklet*".

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

Hormat saya,


Kusuma Indah Mawarni
NIM. 220210103100

III. Identitas Validator

Nama : Hikmah Buroidah, S.Pd., M.Pd.
 Alamat :
 No. Telp/HP : 081252687598
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Pekerjaan : Dosen

IV. Petunjuk Penilaian

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian disetiap aspek dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

V. Instrumen Penilaian**A. KOMPONEN KELAYAKAN KEGRAFIKAN**

No	URAIAN	SKOR				
Artistik dan Estetika		1	2	3	4	5
1	Komposisi <i>booklet</i> sesuai dengan tujuan penyusunan <i>booklet</i>					✓
2	Penggunaan teks dan grafis proporsional				✓	
3	Kemenarikan <i>layout</i> dan tata letak				✓	
4	Pemilihan warna menarik				✓	
5	Keserasian teks dan grafis				✓	
Fungsi Keseluruhan						
1	Produk membantu mengembangkan pengetahuan pembaca					✓
2	Produk bersifat informatif					✓
3	Secara keseluruhan produk <i>booklet</i> menumbuhkan rasa ingin tahu pembaca				✓	

B. KOMPONEN KELAYAKAN ISI DAN PENYAJIAN

No	URAIAN	SKOR				
Teknik Penyajian		1	2	3	4	5
1	Konsistensi sistematika dan sajian dalam bah					✓

2	Kelogisan penyajian dan keruntutan konsep					✓
3	Koherensi substansi antar bab				✓	
4	Keseimbangan substansi antar bab				✓	
5	Keserasian teks dan grafis				✓	
Fungsi Keseluruhan						
1	Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi					✓
2	Kesesuaian gambar dan keterangan					✓
3	Adanya rujukan atau sumber acuan				✓	

Total skor = 71
 skor Max = 80 $\frac{71}{80} \times 100 = 88,75\%$

VI. Analisis Data

Kelayakan produk *booklet* diketahui dengan mengonversi skor kuantitatif dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah skor validasi}}{\text{skor tertinggi}} \times 100\%$$

VII. Komentar dan Saran

- Lahan cakar rawit dimana?
- Tambahkan rujukan yg peran nematoda.
- Tambahkan pendahuluan.

VIII. Simpulan Akhir

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

Skor	Kriteria	Check list
81,25%-100%	Sangat layak	☒
62,50% - 81,24%	Layak	☐
43,75% - 62,49%	Kurang layak	☐
25,00% - 43,74%	Tidak layak	☐

Jember, 6 April 2026
Validator Media



Hikmah Buroidah, S.Pd., M.Pd.

NIP. 199402012025062284

199801228024062003

2. Hasil Validasi *Booklet* Oleh Ahli Materi

LEMBAR VALIDATOR *BOOKLET*
OLEH VALIDATOR MATERI

I. Identitas Peneliti

Nama : Kusuma Indah Mawarni
NIM : 220210103100
Jurusan/Program Studi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Instansi : Universitas Jember

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di jenjang strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, peneliti melaksanakan kegiatan penelitian sebagai kewajiban untuk memenuhi persyaratan tugas akhir yang berjudul "Keanekaragaman Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai Rawit di Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Serta Pemanfaatannya Sebagai *Booklet*".

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

Hormat saya,


Kusuma Indah Mawarni
NIM. 220210103100

CS Dipindai dengan CamScanner

III. Identitas Validator

Nama : Nita Fitriana, M.Sc.
 Alamat : Jl. Alias 1 No 10, Sumberejo.
 No. Telp/HP : 085645357688
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Pekerjaan : Dosen

IV. Petunjuk Penilaian

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian disetiap aspek dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

V. Instrumen Penilaian**A. KOMPONEN KELAYAKAN ISI**

No	URAIAN	SKOR				
Cakupan Materi		1	2	3	4	5
1	Kejelasan tujuan penyusunan buku				✓	
2	Keluasan materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku				✓	
3	Kedalaman materi sesuai dengan tujuan penyusunan buku			✓		
4	Kejelasan materi			✓		
Akurasi Materi						
1	Akurasi fakta dan data			✓		
2	Akurasi konsep/teori				✓	
3	Akurasi gambar atau ilustrasi				✓	
Kemutakhiran						
1	Kesesuaian dengan perkembangan erbaru ilmu pengetahuan saat ini			✓		
2	Menyajikan contoh-contoh mutakhir dari lingkungan lokal/nasional/regional/Internasional			✓		

B. KOMPONEN KELAYAKAN PENYAJIAN

No	URAIAN	SKOR				
Teknik penyajian		1	2	3	4	5
1	Konsistensi sistematika sajian			✓		
2	Kelogisan penyajian dan keurutan konsep				✓	
Pendukung Penyajian Materi						
1	Kesesuaian dengan ketepatan ilustrasi dengan materi				✓	
2	Pembangkit motivasi pembaca				✓	
3	Ketepatan pengetikan dan pemilihan gambar		✓			

(Sumber: Diadaptasi dari Puskurbuk Depdiknas, 2013)

VI. Analisis Data

Kelayakan produk *booklet* diketahui dengan mengonversi skor kuantitatif dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah skor keseluruhan diperoleh}}{\text{skor maksimal diperoleh}} \times 100\%$$

$\frac{3 \times 7 = 21}{1 \times 7 = 70} \rightarrow \frac{21}{70} \times 100\% = 30\%$

VII. Komentar dan Saran

1. Pada halaman cover diberi tahun 2026, hilangkan hal kosong 2 & 4.
2. pada bagian Deskripsi Nematoda tuliskan nama latin beserta gambar Nematoda yg ditemukan / melewati (Pratylenoides)
3. Gbr dihalaman 10 diberi keterangan (nama) / (ciri) / untuk penjelasan. Pengetilapan Nematoda dibuat lebih menarik di point & disingkat / tabel

	Jenis Nematoda	dijumpai di	Peran
1	Bakterivor	Tanah subur	...
2			
3			

4. Gambar lahan Cabai rawit hsl. 11 diseoan + Taton / Konfirmasi (*Capsicum frutescens*)

- ⑤ Hal. 13. → Nama jenis Nematoda foto yg dibuat tabel u/ memudahkan

No	Nama Genus	Gbr
1	Rhabditis	

- ⑥ Pada kesimpulan ditulis sesuai judul ada berapa jenis Genus Nematoda yg ditemukan di lahan Cabai rawit. dan kaitkan dg peran masing2 terutama untuk lahan Cabai rawit kelebihan & kekurangannya secara jelas & sistematis.

VIII. Simpulan Akhir

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

Skor	Kriteria	Check list
81,25%-100%	Sangat layak	
62,50% - 81,24%	Layak	✓
43,75% - 62,49%	Kurang layak	
25,00% - 43,74%	Tidak layak	

Jember, 6 April 2026
Validator Materi



Nita Fitriana, M.Sc.
NIP. 199403012025062004

3. Hasil Validasi *Booklet* Oleh Pengguna

**LEMBAR VALIDATOR *BOOKLET*
OLEH AHLI PENGGUNA**

I. Identitas Peneliti

Nama	: Kusuma Indah Mawarni
NIM	: 220210103100
Jurusan/Program Studi	: Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Instansi	: Universitas Jember

II. Pengantar

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir di jenjang strata I (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 "Keanekaragaman Nematoda Sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai Rawit di Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi Serta Pemanfaatannya Sebagai *Booklet*".

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

Hormat saya,


Kusuma Indah Mawarni
NIM. 220210103100

III. Identitas Validator

Nama : Diana Maghfiratul Kiromah
 Alamat : Banyuwangi
 No. Telp/Hp : 081331375997
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Pekerjaan : Mahasiswa

IV. Petunjuk Penilaian

1. Mohon bapak/ibu memberikan penilaian disetiap aspek dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang telah disediakan.
2. Jika perlu diadakan revisi, mohon memberikan revisi pada bagian saran atau langsung pada naskah yang divalidasi.

V. Instrumen Penilaian

No.	URAIAN	SKOR				
TAMPILAN		1	2	3	4	5
1	Sampul <i>booklet</i> menarik					✓
2	Tata letak isi rapi					✓
3	Ukuran huruf mudah dibaca				✓	
4	Kombinasi warna menarik				✓	
5	Gambar membantu memahami					✓
ISI MATERI						
1	Materi mudah dipahami					✓
2	Bahasa yang digunakan jelas					✓
3	Isi <i>booklet</i> runtut dan sistematis					✓
4	Informasi sesuai kebutuhan pembaca					✓
5	Materi menambah pengetahuan					✓
KEPRAKTISAN						
1	<i>Booklet</i> mudah digunakan secara mandiri					✓
2	Ukuran <i>booklet</i> praktis dibawa/dibaca					✓
3	Informasi disajikan singkat dan jelas				✓	
MANFAAT						
1	<i>Booklet</i> menumbuhkan minat belajar			✓		
2	<i>Booklet</i> layak digunakan sebagai media belajar				✓	

IX. Analisis Data

Kelayakan produk *booklet* diketahui dengan mengonversi skor kuantitatif dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase} = \frac{\text{jumlah skor validasi}}{\text{Skor tertinggi}} \times 100\% = \frac{67}{75} \times 100 = 89,3\%$$

X. Komentor dan Saran

Ukuran huruf pada beberapa bagian dapat diperbesar
Warna dapat dibuat lebih bervariasi

XI. Simpulan Akhir

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

Skor	Kriteria	Check list
81,25%-100%	Sangat layak	✓
62,50% - 81,24%	Layak	
43,75% - 62,49%	Kurang layak	
25,00% - 43,74%	Tidak layak	

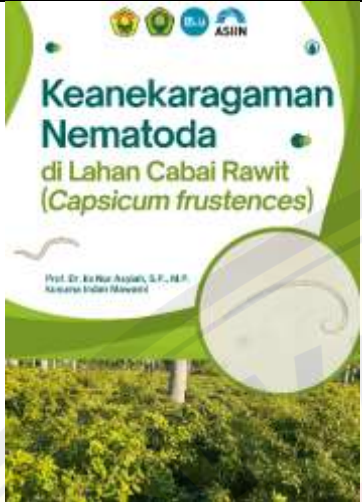
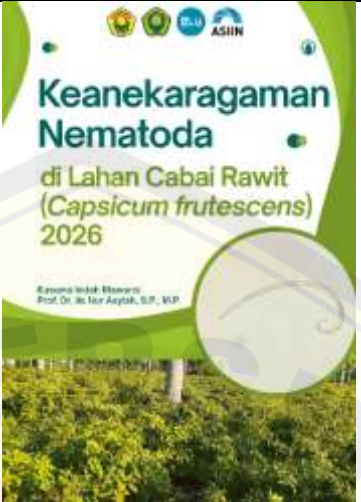
Jember, 6 April 2026
Validator Pengguna

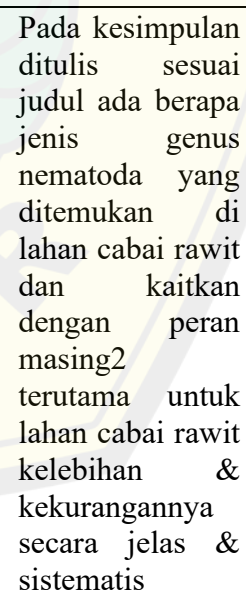


Diana Maghfirotul Kiromah

Lampiran 4. Kerangka *Booklet* (Sampul)

Lampiran 5. Tabel Revisi Booklet

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Keterangan
		Menambahkan tahun 2026
		Pada bagian deskripsi nematoda menuliskan nama takson beserta gambar nematoda yang ditemukan/mewakili
		Gambar kanan dan kiri itu berbeda. Penjelasan pengelompokkan nematoda disingkat/dibuat tabel



Lampiran 6. Dokumentasi Lahan Cabai Rawit di Desa Bangsring



Lampiran 7. Surat Izin Penelitian



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Fax: 0331-332475
Laman: <http://fkip.unej.ac.id> e-mail: fkip@unej.ac.id

Nomor : 9496/UN25.1.5/SP/2025
Perihal : Permohonan Izin penelitian

10 Juli 2025

Yth. Kepala
Desa Bangsring
di -
Banyuwangi

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

Nama : KUSUMA INDAH MAWARNI
NIM : 220210103100
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Biologi
Rencana Pelaksanaan : Juli - Desember 2025

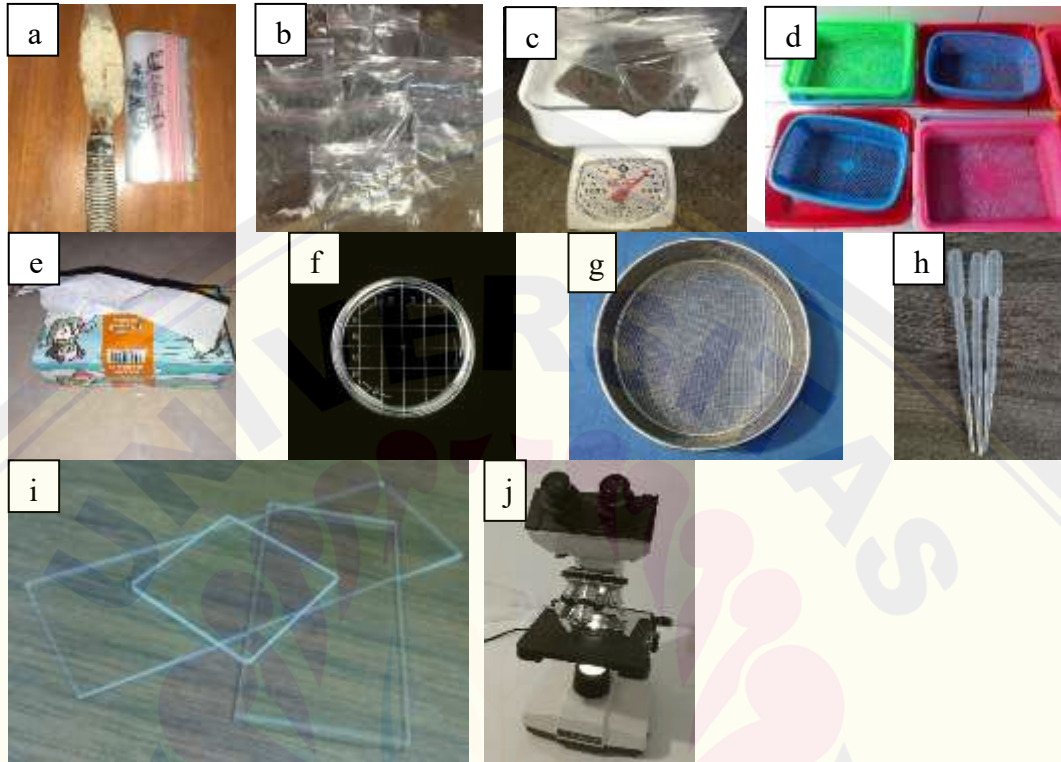
Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di Desa Bangsring yang Saudara pimpin dengan judul "Keanekaragaman Nematoda sebagai Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Cabai di Desa Bangsring, Kabupaten Banyuwangi serta Pemanfaatannya sebagai Booklet". Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya yang baik kami sampaikan terima kasih.


 Nuriman, Ph.D.
 08406011993021001

Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

ALAT DAN BAHAN PENELITIAN



Gambar 1 Bahan: a. Cetok & plastik warp; b. Sampel tanah; c. Timbangan; d. Nampan plastik & nampan saring; e. Tisu; f. Cawan hitung; g. Mesh; h. Pipet tetes; i. Kaca benda & kaca penutup; j. Mikroskop.

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN

Gambar 2 Kegiatan: a. Wawancara bersama petani; b. Mengambil sampel di lahan; c. Komposit tanah; d. Menimbang sampel tanah 200 g; e. Meletakkan sampel tanah di nampan yang sudah tersusun dengan alas tisu; f. Mendinginkan sampel tanah selama 48 jam; g. Menyaring hasil ekstraksi yang ada pada nampan plastik; h. Memindahkan hasil ekstraksi pada botol (disimpan pada lemari pendingin); i. Identifikasi nematoda di mikroskop.

Lampiran 9. Tabel Data Jumlah Nematoda

No.	Genus	Perhitungan (Ulangan 1)	Perhitungan (Ulangan 2)	Perhitungan (Ulangan 3)	Total
1.	<i>Rhabditis</i>	5	34	33	72
2.	<i>Cephalobus</i>	0	2	10	12
3.	<i>Meloidogyne</i>	2	10	8	20
4.	<i>Hemicriconemoides</i>	1	6	1	8
5.	<i>Pratylenchus</i>	2	6	8	16
6.	<i>Ditylenchus</i>	0	0	2	2
7.	<i>Aphelenchus</i>	12	2	4	18
8.	<i>Monhystera</i>	0	0	1	1
9.	<i>Ironus</i>	0	3	1	4
10.	<i>Prismatolaimus</i>	0	0	1	1

No.	Ordo	Genus	Tipe Mulut berdasarkan manakananya	Jumlah
1.	Rhabditida	<i>Rhabditis</i>	<i>Bacterivore</i>	72
2.	Rhabditida	<i>Cephalobus</i>	<i>Bacterivore</i>	12
3.	Tylenchida	<i>Meloidogyne</i>	<i>Plant parasitic</i>	20
4.	Tylenchida	<i>Hemicriconemoides</i>	<i>Plant parasitic</i>	8
5.	Tylenchida	<i>Pratylenchus</i>	<i>Plant parasitic</i>	16
6.	Tylenchida	<i>Ditylenchus</i>	<i>Plant parasitic</i>	2
7.	Aphelenchida	<i>Aphelenchus</i>	<i>Fungivore</i>	18
8.	Monhysterida	<i>Monhystera</i>	<i>Bacterivore</i>	1
9.	Enoplida	<i>Ironus</i>	<i>Predator</i>	4
10.	Enoplida	<i>Prismatolaimus</i>	<i>Bacterivore</i>	1

Lampiran 10. Perhitungan Analisis Data

Nilai Indeks Keanekaragaman (H')

Kelompok Trofik	Jumlah	Pi (ni/N)	Ln Pi	Pi.Ln Pi
<i>Predators</i>	4	0.025974026	-3.65066	-0.09482
<i>Fungivores</i>	18	0.116883117	-2.14658	-0.2509
<i>Bacteriovores</i>	86	0.558441558	-0.58261	-0.32535
<i>Plant-parasitic</i>	46	0.298701299	-1.20831	-0.36092
Total	154	1	-7.58816	1.031996

Nilai Plant Parasitic Index (PPI)

Genus	Tipe mulut berdasarkan Makanannya	c-p value	Jumlah	nl x c-p	PPI
<i>Meloidogyne</i>	<i>Plant-parasitic</i>	3	20	60	3
<i>Hemicriconemoides</i>	<i>Plant-parasitic</i>	3	8	24	
<i>Pratylenchus</i>	<i>Plant-parasitic</i>	3	16	48	
<i>Ditylenchus</i>	<i>Plant-parasitic</i>	2	2	4	

Nilai Maturity Index (MI)

Genus	Tipe mulut berdasarkan Makanannya	c-p value	Jumlah	nl x c-p	MI
<i>Rhabditis</i>	<i>Bacteriovores</i>	1	72	72	1.425926
<i>Cephalobus</i>	<i>Bacteriovores</i>	2	12	24	
<i>Aphelenchus</i>	<i>Fungivores</i>	2	18	36	
<i>Monhystera</i>	<i>Bacteriovores</i>	2	1	2	
<i>Ironus</i>	<i>Predators</i>	4	4	16	
<i>Prismatolaimus</i>	<i>Bacteriovores</i>	4	1	4	

Lampiran 11. Hasil Analisis Tanah



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
UPA LAB. BIOSAINS**

Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101 Telp. (0331) 333532-34 Fax (0331) 333531
E-mail : politeknik@polije.ac.id Iaman : www.polije.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA
Report of Analysis
No: 282/PL17.10.2/PJ/2025

Kode Sampel : 153.1.11.25
Sample Code

Nama Customer : KUSUMA INDAH MAWARNI
Customer Name

Personil Penghubung : KUSUMA INDAH MAWARNI
Contact Person

Alamat : JL. KALIMANTAN 4 BLOK B NO 45 A JEMBER
Address

Jenis Sampel : TANAH CABAI KUSUMA
Type of Sample (s)

Jenis Uji : NPK, TEKSTUR
Type of Analysis

Tanggal Penerimaan : 07 DESEMBER 2025
Received Date

Hasil Uji / Test Result :

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT	SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION
1.	N-Total	%	0,126	Kjeldahl (IKA-B.005)
2.	P ₂ O ₅	ppm	34,430	Buku Juknis Balittanah, 2023
3.	K ₂ O	%	0,106	
4.	Tekstur	-	Sandy Clay	
5.	C-Organik	%	1,273	Walky and Black

Note :

*) Hasil analisa tersebut sesuai dengan sampel yang kami terima, tanpa adanya modifikasi yang mempengaruhi hasil analisa.
The results of these analyzes are based on the sample we received without any modifications which affecting the results of the analysis.

*) Nilai hasil analisis yang tercantum hanya berlaku bagi sampel yang kami terima tersebut diatas.
The analysis results listed in this report apply only to the sample we received above.

*) UPA Laboratorium Biosains tidak bertanggung jawab atas penyimpangan laporan hasil analisa oleh customer/client.
UPA Laboratorium Biosains has no responsibility for the missing the report of analysis by customer/client.

Jember, Desember 08, 2025



Titik Budiaty, S.TP., M.T., M.Sc.
Head of Central Laboratory for Biosciences
Polytechnic of Jember

Smart, Innovative, Professional 

Lampiran 12. Validasi Identifikasi Genus Nematoda

LEMBAR PEMERIKSAAN IDENTIFIKASI NEMATODA

I. IDENTITAS PENELITIAN

Nama : Kusuma Indah Mawarni
NIM : 220210103100
Jurusan/Prodi : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi
Instansi : Universitas Jember

II. PENGANTAR

Lembar pemeriksaan ini disusun sebagai bagian dari persyaratan penyelesaian Pendidikan Strata Satu (SI) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember. Penelitian yang dilaksanakan berjudul **"Keanekaragaman Nematoda pada Lahan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Desa Bangsring serta Pemanfaatannya sebagai Booklet"**.

Sehubungan dengan hal tersebut, penulis memohon kesediaan Bapak/Ibu untuk melakukan pemeriksaan terhadap hasil identifikasi genus nematoda yang telah disusun berdasarkan ciri morfologi dan kunci determinasi yang digunakan. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan **Ketepatan dan kesesuaian hasil identifikasi** dalam penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih atas kesediaan dan kerja sama Bapak/Ibu dalam melakukan pemeriksaan serta memberikan masukan pada lembar pemeriksaan identifikasi ini.

Hormat Saya,



Kusuma Indah Mawarni
NIM. 220210103100

III. IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Elena Fransina Leonor Lilipaly, S.Pd.
 Bidang Keahlian : Biologi/Nematologi
 Instansi : Universitas Jember
 Peran : Teknisi Lab Pendidikan Biologi Universitas Jember

IV. DATA HASIL IDENTIFIKASI GENUS NEMATODA

Hasil identifikasi nematoda sebagai berikut:

A. Ordo Rhabditida

1. *Rhabditis*



Nematoda *Rhabditis* perbesaran mikroskop 40x

Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda menggunakan perbesaran 400x:
 a. Bibir, b. Stoma, c. Median bulb, d. Terminal bulb, dan e. Ekor. (Sumber: koleksi pribadi).

2. *Cephalobus*



Nematoda *Cephalobus* dengan perbesaran mikroskop 40x



Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda menggunakan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. Stoma, c. terminal bulb, dan d. Ekor.

B. Ordo Tylenchida

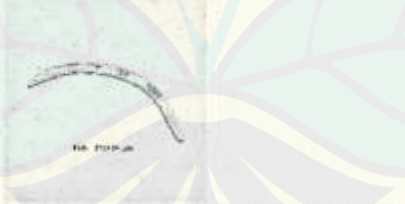
1. *Meloidogyne*



Nematoda *Meloidogyne* dengan perbesaran mikroskop 40x

Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. Stilet, c. median bulb, dan e. ekor.

2. *Hemicriconemoides*



Nematoda *Hemicriconemoides* dengan perbesaran mikroskop 40x



Bagian anterior dan posterior nematoda dengan perbesaran 400x: a. bibir, b. Stilet, c. esofagus, d. Anus, dan e. ekor.

3. *Pratylenchus*



Nematoda *Pratylenchus* dengan perbesaran mikroskop 40x

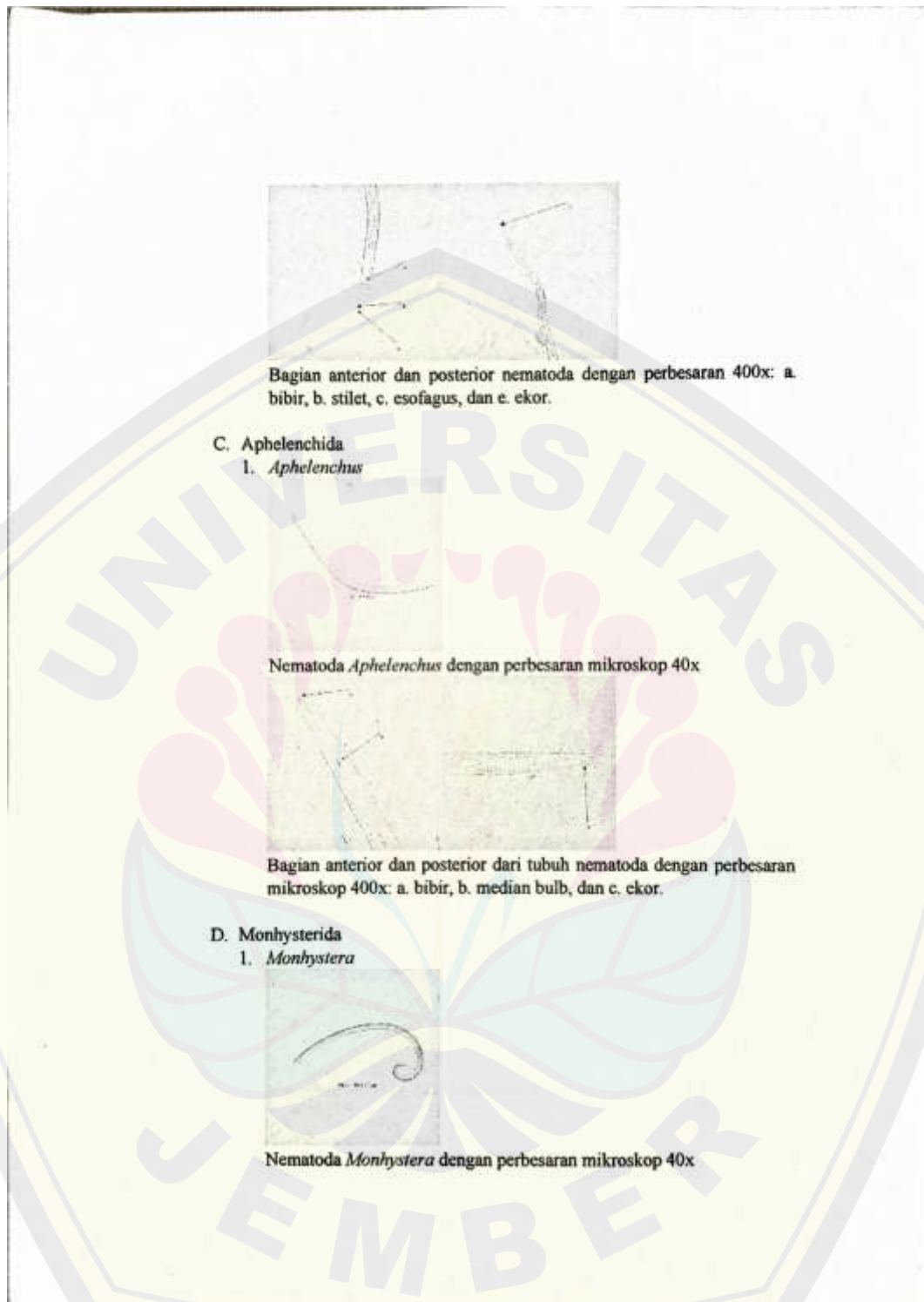


Bagian anterior dan posterior nematoda dengan perbesaran mikroskop 400 kali: a. bibir, b. stilet, c. median bulb, dan d. Ekor.

4. *Ditylenchus*



Nematoda *Ditylenchus* dengan perbesaran mikroskop 40x





Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. setae, c esofagus, dan d. ekor.

E. Enoplida

1. *Ironus*



Nematoda *Ironus* dengan perbesaran mikroskop



Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. stoma, c. esofagus, d. ekor, dan e. anus.

2. *Prismatolaimus*



Nematoda *Prismatolaimus* dengan perbesaran mikroskop 40x



Bagian anterior dan posterior tubuh nematoda dengan perbesaran mikroskop 400x: a. bibir, b. setae, c. stoma, d. esofagus, e. vulva, dan f. Ekor.

Catatan validator

Identifikasi yang dilakukan telah sesuai dengan pedoman OPR Nematode.

Jember, 14 April 2026

Validator

Elena Fransina Leonor Lilipaly, S.Pd

Lampiran 13. Hasil Wawancara Petani Cabai Rawit di Desa Bangsring**Pedoman Wawancara Petani Cabai Rawit Terkait Sistem Budidaya Lahan di Desa Bangsring, Kabupaten Banyuwangi****A. Responden**

Wawancara dilakukan kepada 6 orang petani Desa Bangsring yang lahannya diambil sampel untuk penelitian.

B. Hasil wawancara

No.	Aspek	Hasil Wawancara
1.	Pengelolaan tanah	- Pengolahan lahan dilakukan dengan traktor atau pencangkulan, kemudian dibuat bedengan dengan lebar ± 70 cm dan jarak tanam berkisar 20–30 cm. - Beberapa petani melakukan penyemaian bibit terlebih dahulu selama ± 40 hari sebelum tanam. - Lahan diberi pupuk dasar berupa bahan organik seperti kotoran kambing, sekam, dan kompos. - Selain itu, dilakukan pengapuran menggunakan dolomit (± 3 kuintal/ha) untuk memperbaiki pH tanah. - Pada beberapa praktik, ditambahkan garam (± 1 kuintal/ha) yang digunakan untuk membantu penggemburan tanah dan menekan gulma. Pengendalian gulma juga dilakukan menggunakan herbisida.
2.	Pemupukan	- Pemupukan dilakukan secara bertahap dengan dominasi pupuk kimia seperti urea, Poska (NPK), ZA, dan pupuk majemuk lainnya. Pupuk dasar diberikan sebelum atau saat tanam, kemudian dilanjutkan pemupukan susulan pada umur ± 15 hari, 45 hari, hingga fase berbunga dan berbuah. - Dosis yang digunakan bervariasi, tergantung luas lahan cabai rawit, misalnya Poska ± 2 kuintal/ha dan ZA $\pm 0,5$

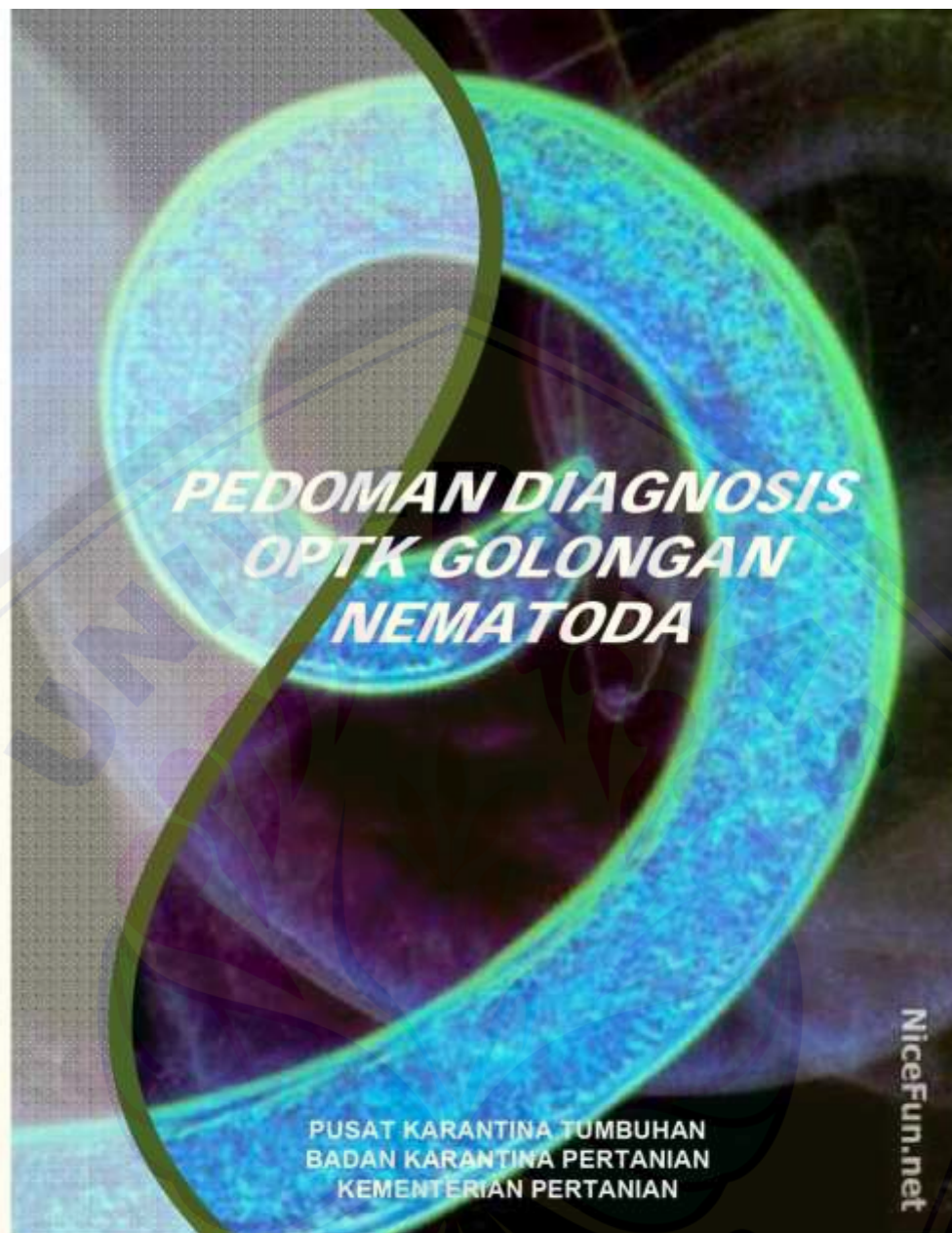
		kuintal/ha. Selain pupuk kimia, beberapa petani menggunakan pupuk organik dan pupuk cair seperti Rosasol dan Gandasil dengan dosis tertentu (misalnya 2 sendok per tangki 16 liter). - Pemupukan dilakukan sekitar 2–4 kali atau lebih tergantung kondisi tanaman.
3.	Pemeliharaan Tanaman	- Penyiraman dilakukan secara intensif pada fase awal tanam, yaitu hingga 3 kali sehari selama ± 10 hari pertama, kemudian dikurangi menjadi setiap 3 hari sekali atau 1–2 kali per minggu. - Pengendalian hama dan penyakit dilakukan menggunakan pestisida kimia seperti Demolis, Zikat, serta fungisida seperti Antrakol, terutama saat tanaman mulai berbunga atau berbuah. Beberapa hama yang dilaporkan antara lain keriting daun dan busuk batang. - Selain itu, dilakukan pergiliran tanaman atau tumpangsari dengan jagung dalam periode sekitar 4 bulan hingga 1 tahun.

Lampiran 14. Kunci Identifikasi

No	Genus	Kunci Determinasi
1.	<i>Rhabditis</i>	1-2-38-50-51-55-56-57
2.	<i>Cephalobus</i>	1-2-38-50-51-55-58
3.	<i>Meloidogyne</i>	1-2-3-4-5-21
4.	<i>Hemicriconemoides</i>	1-2-3-4-5-6-14-15-16; 1
5.	<i>Pratylenchus</i>	1-2-3-4-5-6-14-17-18-19-20
6.	<i>Ditylenchus</i>	1-2-3-4-5-6-14-17-18-19-20
7.	<i>Aphelenchus</i>	1-2-3-29-37
8.	<i>Monhystera</i>	1-69-70-71-72-73-80-81
9.	<i>Ironus</i>	1-69-70-71-85
10.	<i>Prismatolaimus</i>	1-69-70-71-72-82

Notes :

Genus *Pratylenchus* dan *Ditylenchus* berada pada jalur kunci determinasi yang sama namun memiliki beberapa perbedaan seperti median bulbs dan bibir. Genus *Hemicriconemoides* dilanjutkan berdasarkan *key to genera Criconematidae*.



Pedoman Diagnosis OPTK Golongan Nematoda

Lampiran 5. Contoh Kunci Nematoda dari UNL Nematology Lab

Kunci Diagnosis Interaktif untuk Nematoda Parasit Tumbuhan, Freeliving 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](#)

184

1. Seta pada kepala tidak jelas atau tidak ada 2



• Seta pada kepala tidak ada, terdapat struktur berupa embelan menyerupai seta ... 64



• Terdapat seta di bagian kepala 69



2. (1) Memiliki stilet 3



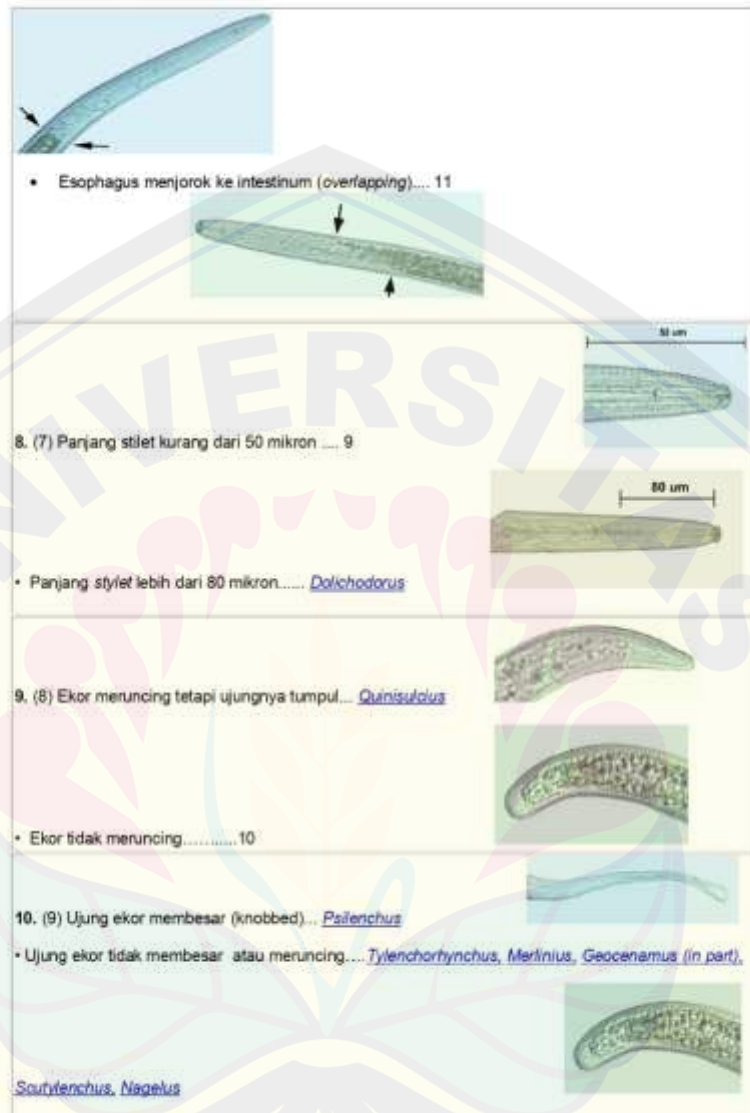
• tidak mempunyai stilet 38




3. (2) Pangkal stilet membesar (knobed) 4




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



11. Bibir menonjol..... 12



• Bibir datar atau sedikit melengkung13




12. (11) Stilet kokoh, panjang 40-50 mikron... [Hoplolaimus](#)



• stilet panjang dan ramping, panjang lebih dari 90 mikron... [Belondolaimus](#)



13. (11) Panjang tubuh 0,5 – 1 mm..... [Radopholus](#)



• Panjang tubuh 2 - 3 mm..... [Hirschmanella](#)

14. (6) Kutikula beranulasi jelas, stilet panjang.....15



• Anulasi kutikula tidak jelas, stilet pendek.....17



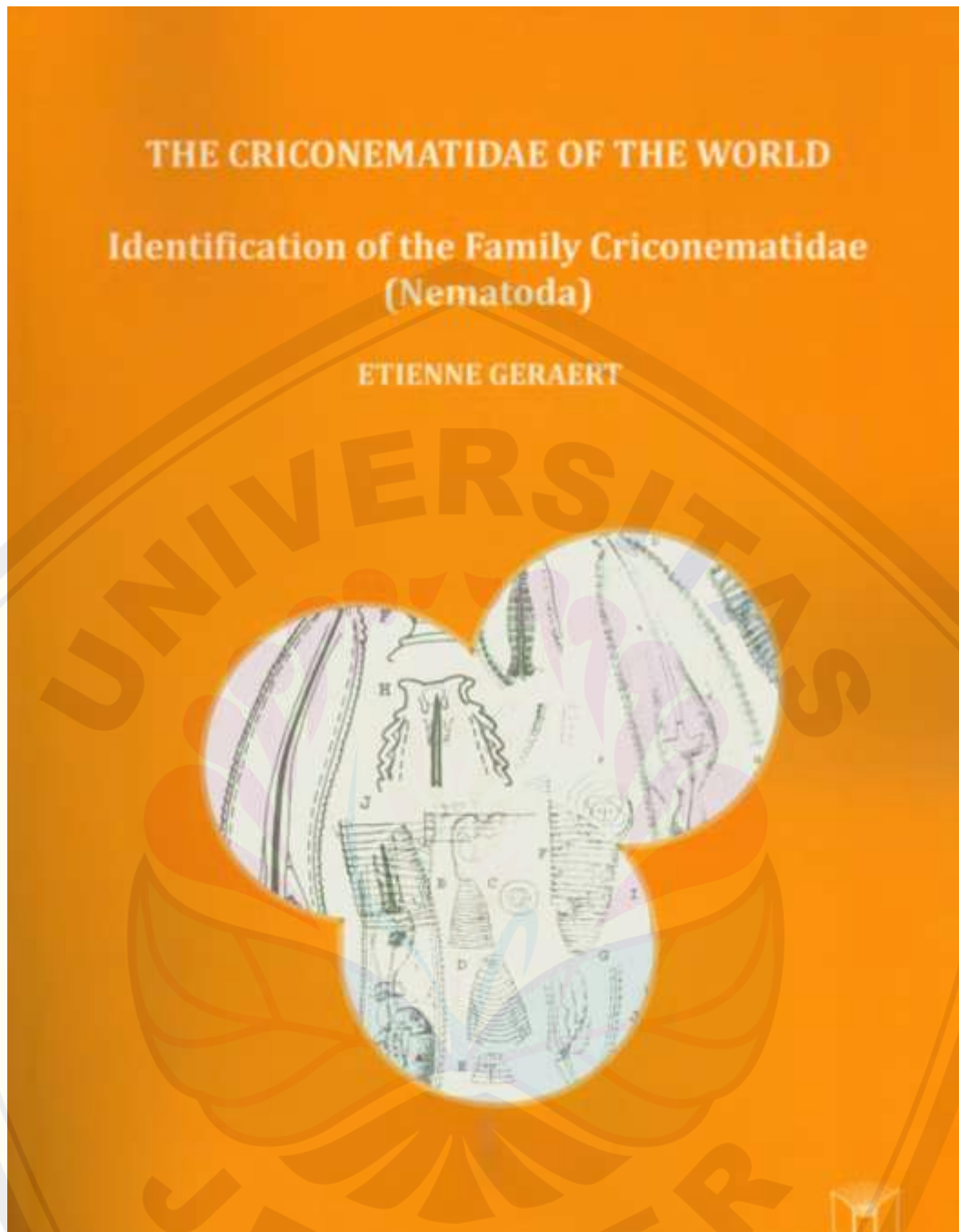
• Anulasi kutikula tidak jelas, stilet panjang... [Paratylenchus](#)



15. (14) Tidak mempunyai seludang kutikula (cuticular seath).....18

	• Mempunyai seludang kutikula Hemicycliophora
	16. (15) Anulasi kutikula menyerupai duri atau sisik... Criconema
	• Anulasi kutikula tidak menyerupai duri atau sisik... Mesocriconema
	17. (14) Apabila mati posisi tubuh lurus.....18
	• Apabila mati posisi tubuh melingkar..... Helicotylenchus
	18. (17) Bulbus pada median esophagus ada tetapi tidak begitu jelas.... 19
	• Bulbus pada median esophagus berkembang baik. Aphelenchoides

	19. (18) Esophagus menjorok ke intestinum (overlapping).... 20
	• Esophagus tidak menjorok ke intestinum. Tylenchus
	20. (19) Median bulbus dan katupnya kecil, stilet biasanya lemah... Ditylenchus
	• Katup pada median bulbus dan stilet berkembang baik, bibir mendatar Pratylenchus
	21. (5) Tubuh nematoda betina berwarna putih dan tanpa telur (di dalamnya)... Meloidogyne
	• Tubuh nematoda betina berwarna coklat, biasanya di dalamnya terdapat telur Heterodera



© The Author
© Academia Press
Eekhout 2
9000 Gent
Tel. 09/233 80 88
Info@academiapress.be

Fax 09/233 14 09
www.academiapress.be

Distribution:

Belgium:

J. Story-Scientia nv Wetenschappelijke Boekhandel
Sint-Kwintensberg 87
B-9000 Gent
T. 09 255 57 57
info@story.be

F. 09 233 14 09
www.story.be

The Netherlands:

Ef & Ef
Eind 36
NL-6017 BH Thorn
T. 0475 561501

F. 0475 561660

Rest of the world:

UPNE, Lebanon, New Hampshire, USA (www.upne.com)

Etienne Geraert

Criconematidae of the World - Identification of the Family Criconematidae (Nematoda)
Gent, Academia Press, 2010, 615 p.

ISBN 978 90 382 1633 1
D/2010/4804/124
U 1447
NUR1 910

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form by any electronic or mechanical means (including photocopying, recording, or information storage and retrieval) without permission in writing from the publisher or the author.

KEY TO THE GENERA

1. Cuticle with a sheath, annuli more rounded.....*Hemicriconemoides*
Cuticle without a sheath, annuli mostly retrorse.....2
2. Head dome-shaped, empty.....3
Head distinctly annulated.....4
3. Cuticle covered with scales.....*Blandicephalanema*
Cuticle without large scales.....*Amphisbaenema*
4. Cuticle with scales in distinct rows.....5
Cuticle with continuous band of finger-like scales.....*Crossonema*
Cuticle with discontinuous bands of finger-like scales.....*Orphreyus*
Cuticle entirely covered by flat scales.....*Pateracephalanema*
Cuticle smooth to variously ornamented.....6
5. Scales alternate.....*Croserinema*
Scales present on consecutive rings.....*Ogma*
6. Stylet about 40 % of body length.....*Xenocriconemella*
Stylet not as long.....7
7. Juveniles known.....8
Juveniles not known.....identification less reliable
8. Juveniles without rows of scales.....9
Juveniles with rows of scales.....14
9. Disc-shaped head.....10
Head not disc-shaped (large submedian lobes can give the impression of a disc).....11
10. Without submedian lobes, small species.....*Discocriconemella*
With submedian lobes, larger species.....*Nothocriconemoides*
11. Vulva open.....12
Vulva closed.....*Criconemoides*
Vulva covered by elongated anterior lip.....13
12. Cuticle covered by a thin membrane, very long stylet.....*Neobakernema*