

**POPULASI, SERANGAN, DAN DISTRIBUSI NEMATODA SISTA
KENTANG (*Globodera* spp.) SERTA KOMUNITAS NEMATODA NON-
SISTA PADA PERTANAMAN KENTANG DI BANDUNG**

(Skripsi)

Oleh

Sahrul Ramadan Delina Putera

2114191032



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**POPULASI, SERANGAN, DAN DISTRIBUSI NEMATODA SISTA
KENTANG (*Globodera spp.*) SERTA KOMUNITAS NEMATODA NON-
SISTA PADA PERTANAMAN KENTANG DI BANDUNG**

Oleh

Sahrul Ramadan Delina Putera

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

POPULASI, SERANGAN, DAN DISTRIBUSI NEMATODA SISTA KENTANG (*Globodera* spp.) SERTA KOMUNITAS NEMATODA NON-SISTA PADA PERTANAMAN KENTANG DI BANDUNG

Oleh

SAHRUL RAMADAN DELINA PUTERA

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan komoditas hortikultura penting di Indonesia yang produksinya kerap terganggu oleh serangan nematoda parasit tumbuhan, khususnya nematoda sista kentang (NSK), *Globodera* spp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi, tingkat serangan, distribusi NSK, dan komunitas nematoda non-sista pada pertanaman kentang di dua kecamatan di Kabupaten Bandung. Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan di delapan desa di Kecamatan Kertasari dan Pangalengan. Ekstraksi nematoda dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian berlangsung dari Oktober 2024-Februari 2025. Hasil penelitian menunjukkan populasi *Globodera* spp. antar desa berbeda sangat nyata, populasi tertinggi di Desa Santosa yaitu 97,2 individu/g akar dan di Desa Kertamanah yaitu 232,4 individu/100 cc tanah. Tingkat serangan nematoda NSK tergolong sangat tinggi di seluruh desa yang disurvei. Pola distribusi NSK bersifat acak. Komunitas nematoda non-sista di Desa Pangalengan didominasi oleh genus *Myiodiscus*, sedangkan di Desa Kertasari oleh *Mesorhabditis*.

Kata kunci: *Globodera* spp., kentang, Kertasari Pangalengan, regresi iwa.

ABSTRACT

POPULATION, INFESTATION, AND DISTRIBUTION OF POTATO CYST NEMATODES (*Globodera* SPP.) AND NON-CYST NEMATODE COMMUNITIES IN POTATO CROPS IN BANDUNG

By

SAHRUL RAMADAN DELINA PUTERA

Potato (*Solanum tuberosum*) is an important horticultural commodity in Indonesia, but its production is often disrupted by plant-parasitic nematodes, particularly potato cyst nematodes (PCN), *Globodera* spp. This study aimed to determine the population, infestation level, and distribution of PCN, as well as the non-cyst nematode communities in potato crops in two sub-districts of Bandung Regency. Soil and root samples were collected from eight villages in Kertasari and Pangalengan Sub-districts. Nematode extraction was conducted at the Plant Pest Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The research was carried out from October 2024 to February 2025. The results showed that the population of *Globodera* spp. varied significantly between villages, with the highest populations found in Santosa Village (97.2 individuals/g of root) and in Kertamanah Village (232.4 individuals/100 cc of soil). The infestation level of PCN was categorized as very high across all surveyed villages. The distribution pattern of PCN was random. The non-cyst nematode community in Pangalengan Village was dominated by the genus *Myiodiscus*, while in Kertasari Village it was dominated by *Mesorhabditis*.

Kata kunci: *Globodera* spp., potato, Kertasari, Pangalengan, Iwao regression.

Judul Praktik Skripsi

**: POPULASI, SERANGAN, DAN
DISTRIBUSI NEMATODA SISTA
KENTANG (*Globodera* spp.) SERTA
KOMUNITAS NEMATODA NON-SISTA
PADA PERTANAMAN KENTANG DI
BANDUNG**

Nama Mahasiswa

: Sahrul Ramadan Defina Putera

Nomor Pokok Mahasiswa

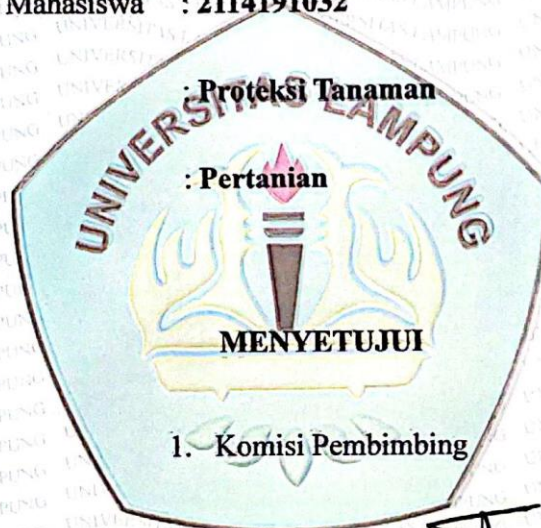
: 2114191032

Jurusan

: Proteksi Tanaman

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
NIP. 196010031986031003

Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.
NIP. 196201071986032001

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

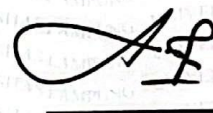
Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP. 198002082005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

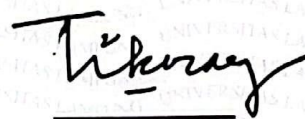
Ketua

: Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.



Sekretaris

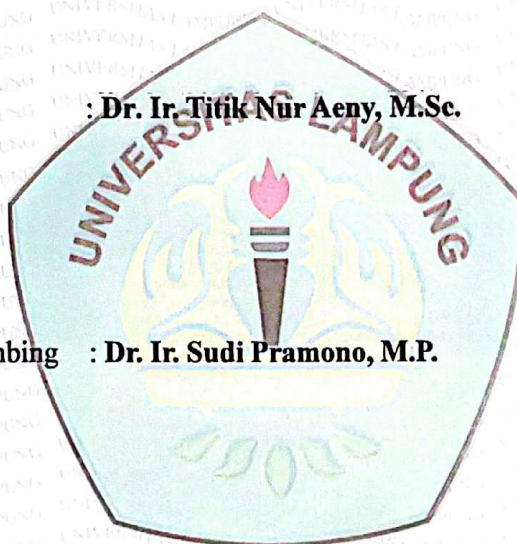
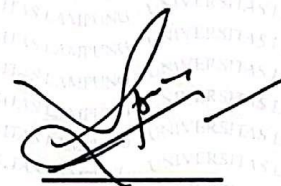
: Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Sudi Pramono, M.P.



2. Dekan Fakultas Pertanian



: Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Juni 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“POPULASI, SERANGAN, DAN DISTRIBUSI NEMATODA SISTA KENTANG (*Globodera spp.*) SERTA KOMUNITAS NEMATODA NON-SISTA PADA PERTANAMAN KENTANG DI BANDUNG”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Juli 2025
Penulis,



Sahrul Ramadan Delina Putera
NPM 2114191032

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Sahrul Ramadan Delina Putera, yang lahir di Kota Bogor pada tanggal 19 November 2002 merupakan anak ketiga dari keluarga Bapak Aiptu Ade Ruhiat (Alm) dan Ibu Iis Marlina. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Al-Fitroh Pada tahun 2009, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN Tarumajaya 02 pada tahun 2015, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Madrasah Tsanawiyah (MTs) Sukasari Al-Fatah pada tahun 2018, dan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di Madrasah Aliyah (MA) Al-Fatah pada tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam organisasi HIMAPROTEKTA sebagai Anggota Bidang Eksternal pada tahun 2023, Sebagai Staf Ahli Departemen Eksternal di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FP pada tahun 2023 dan menjadi Ketua Bidang Eksternal di HIMAPROTEKTA pada tahun 2024. Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian (P3) di Raja Basa Bandar Lampung pada tahun 2022, Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mulya Sari, Kecamatan Negeri Agung, Kabupaten Way Kanan pada tahun 2024, dan Praktik Umum (PU) di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Sayuran (BPSITS) Lembang Kabupaten Bandung Barat pada tahun 2024. Penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum pada mata kuliah DDPT pada tahun 2023, Nematologi Tumbuhan pada tahun 2024, Karantina Tumbuhan pada tahun 2024, Pestisida Pertanian pada tahun 2024 dan Hama dan Patogen Terbawa Tanah pada tahun 2025.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini sebagai ungkapan terima kasihku untuk

Orang tuaku tercinta

Bapak Aiptu Ade Ruhiat (Alm) dan Ibu Iis Marlina.

Terima kasih yang selalu mendoakan dan mengiringi langkah penulis sampai saat ini dengan segala daya dan upaya, serta tiada hentinya memberikan nasihat, bimbingan, motivasi dan kasih sayang kepada penulis.

Kedua Kakakku

Eki Delina Putra dan Deden Rian Delina Putra

Terimakasih atas segala doa, usaha dan dukungannya selama ini kepada penulis.

Teman-teman seperjuangan di jurusan Proteksi Tanaman Angkatan 2021, serta Almamaterku tercinta Universitas Lampung tempat penulis menempuh studi.

Terima kasih telah membersamai penulis selama berkuliah di Universitas Lampung.

MOTTO

الصَّمَدُ اللَّهُ

“Allah tempat meminta segala sesuatu.” (QS. Al-Ikhlâs: 2)

لَكُمْ أَسْتَجِبْ أَدْعُونِي رَبُّكُمْ وَقَالَ

“Dan Tuhanmu berfirman, ‘Berdoalah kepada-Ku, niscaya Aku kabulkan untukmu’ (QS. Ghafir: 60)

شَقِيًّا رَبِّ دُعَايِكَ أَكُنْ وَلَمْ

“Dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu, ya Tuhanku.” (QS. Maryam: 4)

حَقُّ اللَّهِ وَعَدَ إِنَّ زَفَاصِبِ

“Maka bersabarlah, sesungguhnya janji Allah itu benar.” (QS. Ar-Rum: 60)

“Takdir itu milik Allah, namun usaha dan doa adalah milik kita.”

“Karena doa adalah kekuatan bagi mereka yang percaya akan kuasanya”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“POPULASI, SERANGAN, DAN DISTRIBUSI NEMATODA SISTA KENTANG (*Globodera spp.*) SERTA KOMUNITAS NEMATODA NON-SISTA PADA PERTANAMAN KENTANG DI BANDUNG”**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang telah memberikan fasilitas kepada penulis dalam menjalani perkuliahan serta melaksanakan penelitian,
2. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Universitas Lampung, yang telah memberikan arahan dan dukungan kepada penulis,
3. Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Pembimbing Akademik, yang telah memberikan berbagai bimbingan masukan, saran, motivasi, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas,
4. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas bimbingan, arahan, motivasi, nasihat, dan saran yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat diselesaikan,
5. Dr. Ir. Sudi Pramono, M.P., selaku Dosen Penguji/Pembahas, yang telah memberikan arahan, motivasi dan saran dalam pelaksanaan penelitian serta penyempurnaan skripsi ini hingga dapat diselesaikan,

6. Keluarga tercinta, terutama ibu, yang merupakan sosok yang paling berpengaruh dan penuh kasih dalam mendukung dan memberikan semangat kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dukungan moral, doa, dan kasih sayang yang diberikan menjadi sumber kekuatan yang tak ternilai sepanjang perjalanan penyelesaian skripsi ini,
7. Kepada kakak-kakakku, Eki Delina Putra, Puri Purnama, dan Deden Rian Delina Putra, yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta semangat yang luar biasa sepanjang proses penyelesaian skripsi ini,
8. Paman dan Bibi, yang telah memberikan motivasi, dukungan doa, serta nasihat yang sangat berarti selama penulis menjalani masa studi di Universitas Lampung,
9. Teman-teman KKN Desa Mulya Sari, yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi,
10. Keluarga Proteksi Tanaman 2021 yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa studi, serta berbagi pengalaman dan pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis, dan
11. Kepada semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas bantuan, dukungan, dan kontribusinya yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga kerja sama dan semangat yang diberikan dapat membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Semoga tulisan ini tidak hanya menjadi bukti kelulusan, tetapi juga dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi masyarakat.

Bandar Lampung, 10 Juli 2025

Sahrul Ramadan Delina Putera
NPM 2114191032

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kentang	6
2.2 Nematoda Sista Kentang (<i>Globodera</i> spp.).....	7
2.2.1 Deskripsi Nematoda Sista Kentang	7
2.2.2 Morfologi dan Siklus Hidup Nematoda Sista Kentang	9
2.2.3 Serangan Nematoda Sista Kentang.....	10
2.2.4 Distribusi Nematoda Sista Kentang.....	11
III. BAHAN DAN METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Pelaksanaan Penelitian	15
3.3.1 Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel	15
3.3.2 Metode Pengambilan Sampel	16
3.3.3 Ekstraksi Nematoda	17

3.3.3.1 Ekstraksi dan Penghitungan NSK dari Tanah dan Akar.....	17
3.3.3.2 Ekstraksi dan Penghitungan Nematoda Non-Sista dari Tanah	18
3.3.3.3 Mematikan dan Fiksasi Nematoda Non-Sista dari Tanah ...	19
3.3.3.4 Penghitungan Nematoda Non-Sista	19
3.3.3.5 Identifikasi Nematoda Non-Sista	20
3.3.4 Analisis Data.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Hasil.....	22
4.1.1 Populasi Nematoda Sista Kentang (<i>Globodera</i> spp.)	22
4.1.1.1 Populasi Nematoda Sista Kentang (<i>Globodera</i> spp.) pada Akar Tanaman.....	22
4.1.1.2 Populasi Nematoda Sista Kentang (<i>Globodera</i> spp.) dalam Tanah dan Tingkat Serangannya.....	24
4.1.2 Distribusi Nematoda Sista (<i>Globodera</i> spp.) pada Akar	26
4.1.3 Distribusi Nematoda Sista (<i>Globodera</i> spp.) dalam Tanah	27
4.1.4 Populasi Nematoda Non-Sista dalam Tanah	27
4.1.5 Dominansi Genus Nematoda Non-Sista dalam Tanah	28
4.2 Pembahasan	31
V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Karakteristik lokasi pengambilan sampel.....	16
2. Kategori tingkat serangan Nematoda Sista (<i>Globodera</i> spp.) berdasarkan populasi per 100 cc tanah	21
3. Populasi Nematoda Sista (<i>Globodera</i> spp.) pada akar tanaman antar desa di kecamatan Kertasari dan Pengalengan.....	23
4. Populasi Nematoda Sista (<i>Globodera</i> spp.) dalam tanah dan kategori tingkat serangannya antar desa di kecamatan Kertasari dan Pengalengan.....	25
5. Nilai tengah ($\bar{x}$), ragam (s^2) dan <i>mean crowding</i> (m^*) populasi <i>Globodera</i> spp. pada akar tanaman kentang di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan.....	26
6. Nilai tengah ($\bar{x}$), ragam (s^2) dan <i>mean crowding</i> (m^*) populasi <i>Globodera</i> spp. pada tanah tanaman kentang di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan.....	27
7. Populasi nematoda non-sista dalam tanah ke 8 Desa di kecamatan Kertasari dan Pengalengan	28
8. Nilai Frekuensi Absolut (FA), Frekuensi Relatif (FR), Kelimpahan Absolut (KA), Kelimpahan Relatif (KR), dan Prominence Value (PV) Komunitas Nematoda di Kecamatan Pangalengan	29
9. Nilai Frekuensi Absolut (FA), Frekuensi Relatif (FR), Kelimpahan Absolut (KA), Kelimpahan Relatif (KR), dan Prominence Value (PV) Komunitas Nematoda di Kecamatan Kertasari	30
10. Jumlah nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) pada akar tanaman kentang di Kecamatan Pangalengan	44
11. Jumlah nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) pada akar tanaman kentang di Kecamatan Kertasari	44
12. Jumlah nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) pada tanah kentang di Kecamatan Pangalengan	44
13. Jumlah nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) pada tanah kentang di Kecamatan Kertasari	44

14. Jumlah nematoda tanah non-sista di Kecamatan Pangalengan.....	44
15. Jumlah nematoda tanah non-sista di Kecamatan Kertasari.....	45
16. Hasil ANOVA (Sidik Ragam) pada populasi nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) pada akar dan tanah serta pada nematoda tanah non-sista di dua kecamatan	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Siklus hidup nematoda sista dari telur hingga pembentukan sista dewasa. Tahap ini penting untuk memahami waktu kritis pengendalian dan kaitannya dengan tingkat serangan di lapangan(Sumber: Evans <i>et al.</i> , 1993).....	10
2. Pola pengambilan sampel secara zig-zag.	17
3. Saringan bertingkat untuk ekstraksi nematoda non-sista.	19
4. Nematoda sista kentang (<i>Globodera</i> spp.) pada akar berdasarkan stadium penuaan: (a) sista muda berwarna kuning, (b) sista agak tua berwarna coklat keemasan, dan (c) sista tua berwarna coklat gelap	23
5. Gejala tanaman kentang yang terserang <i>Globodera</i> spp.: (a) hamparan tanaman kentang tampak tidak merata, (b) gejala klorosis pada daun, dan (c) sista yang menempel pada akar tanaman kentang.....	24
6. Nematoda sista kentang (<i>Globodera</i> spp.) pada tanah berdasarkan stadium penuaan: (a) sista muda berwarna kuning, (b) sista tua berwarna coklat keemasan, dan (c) sista tua berwarna coklat gelap	26
7. Genus <i>Myiodiscus</i> : (a) seluruh tubuh pada perbesaran 40x, (b) bagian tubuh anterior pada perbesaran 100x, dan (c) bagian tubuh posterior pada perbesaran 100x.....	31
8. Genus <i>Mesorhabditis</i> : (a) seluruh tubuh pada perbesaran 100x, (b) bagian tubuh anterior pada perbesaran 400x, dan (c) bagian tubuh posterior pada perbesaran 400x.	31
9. Grafik dominansi nematoda non-sista di Kecamatan Pangalengan.....	45
10. Grafik dominansi nematoda non-sista di Kecamatan Kertasari.....	46
11. Nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.) yang menempel di akar tanaman kentang dilapangan.	46
12. Pengamatan nematoda sista (<i>Globodera</i> spp.): (a) akar yang dikering anginkan, (b) akar yang di timbang per 1 g akar, dan (c) akar yang dilihat secara langsung dibawah mikroskop.	46

13. Nematoda sista (*Globodera* spp.) pada akar yang diamati secara langsung dibawah mikroskop: (a) sista yang berwarna kuning, dan (b) sista yang berwarna coklat. 47
14. Ekstraksi nematoda sista (*Globodera* spp.) pada tanah kentang: (a) tanah yang dikering anginkan, (b) tanah yang sudah diisi air sebanyak 1 liter, dan (c) sista yang mengapung dipermukaan air. 47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum*) merupakan salah satu sumber karbohidrat yang berperan penting dalam industri pangan. Di Indonesia, kentang tergolong lima komoditas sayuran terbesar bersama bawang merah, kubis, cabai rawit, dan cabai besar (Fuadi dan Suharso, 2022). Budidaya kentang perlu dikembangkan untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat.

Kabupaten Bandung merupakan salah satu sentra produksi kentang di Indonesia. Data Dinas Pertanian Kabupaten Bandung menunjukkan produksi kentang di daerah ini mengalami fluktuasi yang signifikan dalam tiga tahun terakhir. Pada tahun 2021, produksi kentang mencapai 70.678,20 ton, meningkat menjadi 72.365,60 ton pada tahun 2022, tetapi turun kembali menjadi hanya 39.574,00 ton pada tahun 2023 (DISTAN Bandung, 2023). Penurunan produksi kentang ini disinyalir disebabkan oleh serangan nematoda sista (*Globodera* spp.) kuning.

Kertasari dan Pangalengan merupakan dua kecamatan sentra produksi kentang di Kabupaten Bandung. Daerah ini cocok untuk budidaya kentang karena iklimnya yang sejuk dan tanahnya subur. Seperti daerah lain di Bandung, budidaya tanaman kentang di Kecamatan Kertasari dan Pangalengan juga terkendala oleh serangan nematoda sista (*Globodera* spp.). Nematoda sista bukan merupakan nematoda aseli, melainkan nematoda eksotik yang baru masuk ke Indonesia.

Nematoda sista (*Globodera* spp.) meliputi beberapa spesies. Spesies *Globodera* yang umum menyerang kentang meliputi *G. rostochiensis* dan *G. pallida* (Turner and Evans, 1998; Bridge and Starr, 2007). Masuknya *Globodera* yaitu nematoda sista kentang ke Indonesia pertama dilaporkan pada tahun 2003. Nematoda ini

ditemukan di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Malang, Jawa Timur (Lisnawati *et al.*, 2012). Identifikasi molekuler telah memastikan bahwa spesies yang ditemukan tersebut adalah *G. rostochiensis* yaitu nematoda sista kentang (NSK) kuning. Serangan nematoda sista ini pada tanaman kentang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, layu, dan klorosis pada daun, serta perakaran yang pendek dan adanya gumpalan kecil berwarna putih hingga coklat di sekitar rizosfer. Serangan berat nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) kuning menyebabkan stunting pada tanaman dan pembentukan umbi yang kecil (Rahmadhini *et al.*, 2023).

Serangan nematoda sista menyebabkan penurunan produksi kentang yang signifikan. Populasi nematoda sista 1.000 individu per 100 cc tanah yang setara dengan 2×10^{12} individu per hektar pada kedalaman tanah 20 cm dapat menurunkan produksi kentang 2,75 - 22 ton per hektar atau setara dengan 10-80% (Asyiah, 2015).

Menurut Jaiswal *et al.* (2011), serangan nematoda parasit tumbuhan dapat menyebabkan kehilangan hasil 10-80%. Sedangkan menurut Direktorat Jenderal Hortikultura (2016), kehilangan hasil akibat serangan nematoda bisa mencapai 80%. Jenis dan kepadatan populasi nematoda dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, kelembaban, tanaman inang, penggunaan pestisida, dan lain sebagainya. Pola tanam dan rotasi tanaman perlu diperhatikan untuk menekan perkembangan populasi nematoda (Mulyadi, 2009). Nematoda sista memiliki suhu optimum untuk metabolisme, pertumbuhan, dan aktivitasnya. Selain itu, suhu juga mempengaruhi dormansi (*diapause*) (Huang and Pereira, 1994), siklus hidup, daya tahan hidup, dan perilaku nematoda sista (Wharton. 2004). Peningkatan atau penurunan suhu dari suhu optimum menyebabkan laju metabolisme dan aktivitas nematoda melambat.

Secara mekanis, nematoda merusak jaringan tanaman dengan menusukkan stiletnya pada jaringan tanaman untuk mengisap cairan dari dalam sel. Secara kimiawi, nematoda merusak tanaman dengan mensekresikan enzim-enzim yang

mempengaruhi perubahan patologis pada sel-sel inang, sehingga mengganggu tanaman (Hudaya dan Sulastrini, 2012).

Gejala kerusakan oleh nematoda sista dapat dibagi menjadi dua fase. Pada pertengahan awal musim tanam, laju fotosintesis berkurang karena gangguan pada pengambilan nutrisi, sinyal hormon, dan hubungan air-tanaman. Alokasi hasil fotosintesis ke akar meningkat, produksi batang sedikit dan lebih kecil, dan daun menjadi lebih kecil karena terpotongnya stolon. Pada pertengahan akhir musim tanam, daun mati lebih cepat, daun baru terbentuk lebih sedikit, pengambilan air dan nutrisi berkurang, menyebabkan kelayuan yang tidak efisien pada saat hari panas dan kering, serta jumlah dan berat umbi berkurang (Asyiah, 2015).

Tingkat serangan nematoda sista (*Globodera* spp.) pada pertanaman kentang di Kabupaten Bandung belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu penelitian tentang distribusi dan tingkat serangan nematoda sista pada pertanaman kentang di Kabupaten Bandung perlu dilakukan. Informasi mengenai populasi, tingkat serangan dan distribusi nematoda sista dapat digunakan untuk merumuskan metode pengelolaan yang lebih efektif nematoda sista pada pertanaman kentang di Kabupaten Bandung.

1.2 Masalah Penelitian

Masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan populasi dan tingkat serangan nematoda sista (*Globodera* spp.) antar desa di Kertasari dan Pangalengan?,
2. Bagaimana pola distribusi nematoda sista (*Globodera* spp.) pada pertanaman kentang di Kertasari dan Pangalengan, Kabupaten Bandung?, dan
3. Bagaimana dominansi komunitas nematoda non-sista dalam tanah pertanaman kentang di Kertasari dan Pangalengan?.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui populasi dan tingkat serangan nematoda sista (*Globodera* spp.) antar desa pada pertanaman kentang di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung,
2. Mengetahui sifat distribusi nematoda sista (*Globodera* spp.) pada pertanaman kentang, di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, dan
3. Mengetahui dominansi komunitas nematoda non-sista dalam tanah di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung.

1.4 Kerangka Pemikiran

Nematoda sista (*Globodera* spp.) adalah nematoda parasit tumbuhan utama pada tanaman kentang. Nematoda ini pertama kali ditemukan di Indonesia pada awal tahun 2003. Serangan nematoda ini dapat menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 80% (Asyiah, 2009; Indrawan *et al.*, 2021). Nematoda ini ditemukan pada ketinggian antara 1500 hingga 2100 meter di atas permukaan laut, menyerang varietas Granola dengan kepadatan sista yang tinggi (Syafii *et al.*, 2018).

Nematoda sista (*Globodera* spp.) mempengaruhi perkembangan dan hasil panen tanaman kentang. Pada kepadatan rendah, kebanyakan tanaman toleran terhadap nematoda sista, sehingga kerusakan hanya terjadi pada sistem perakaran tanpa mempengaruhi perkembangan keseluruhan tanaman. Namun, ketika populasi meningkat, tanaman tidak dapat mengimbangnya dan menunjukkan gejala kekurangan nutrisi dan air akibat sistem perakaran yang rusak. Kondisi ini akhirnya mengurangi hasil panen kentang (Turner and Evans, 1998; Asyiah, 2015).

Perbedaan populasi nematoda sista antar desa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis tanah, iklim mikro, rotasi tanaman, penggunaan varietas kentang, serta penerapan pengendalian. Misalnya, daerah yang sering menanam

kentang tanpa rotasi cenderung memiliki populasi nematoda sista yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang menerapkan rotasi dengan tanaman non-inang. Faktor ketinggian dan kelembaban tanah juga turut mempengaruhi perkembangan dan kelangsungan hidup NSK (Siddiqi, 2000).

Pola distribusi nematoda sista (*Globodera* spp.) di lahan pertanian cenderung bersifat mengelompok. Hal ini disebabkan oleh sifat pergerakan terbatas dari nematoda sista di dalam tanah dan kecenderungannya untuk bertahan di sekitar akar tanaman inang (Ferris *et al.*, 1994). Selain itu, praktik budidaya seperti sistem irigasi, pola tanam, dan kegiatan manusia juga dapat mempengaruhi penyebaran nematoda sista, sehingga distribusinya tidak merata atau pun acak, melainkan membentuk agregasi atau kluster. Pola sebaran semacam ini juga terjadi untuk *spider mite* yaitu *Tetranychus urticae* (Iwao and Kuno, 1968).

Dominansi komunitas nematoda tanah dapat bergantung pada aktivitas biologis dan kesesuaian habitat dalam rizosfer. Genus *Globodera* sering dominan di lahan pertanian karena kemampuannya membentuk struktur sista yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrim dan mampu bertahan lama di dalam tanah tanpa inang (Bridge and Starr, 2007). Selain *Globodera*, genus lain seperti *Pratylenchus* dan *Meloidogyne* juga dapat ditemukan, tetapi dominansi ditentukan oleh ketersediaan inang dan kondisi lingkungan (Decraemer and Hunt, 2013).

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Terdapat perbedaan populasi nematoda sista (*Globodera* spp.) antar desa di Kertasari dan Pangalengan, Kabupaten Bandung,
2. Pola distribusi nematoda sista (*Globodera* spp.) bersifat mengelompok di Kertasari dan Pangalengan, Kabupaten Bandung, dan
3. Terdapat genus yang dominan dalam komunitas nematoda non-sista di dalam tanah pertanaman kentang di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum*) bukanlah tanaman asli Indonesia, tanaman ini didatangkan dari benua Eropa, khususnya dari negara beriklim dingin seperti Belanda dan Jerman. Sumber asli dan pusat keanekaragaman genetik kentang adalah Amerika Latin, khususnya pegunungan Andes di Peru dan Bolivia (Aisyah *et al.*, 2016). Di Indonesia, kentang pertama kali ditanam pada tahun 1794 di daerah Cimahi, Bandung, dengan varietas Eigenheimer yang didatangkan dari Eropa dan Amerika Serikat. Pada tahun 1811, tanaman kentang telah menyebar ke berbagai daerah di Indonesia seperti Pacet, Lembang, Pengalengan (Jawa Barat), Wonosobo, Tawangmangu (Jawa Tengah), Batu, Tengger (Jawa Timur), Aceh, Tanah Karo, Padang, Bengkulu, Minahasa, Bali, Flores, dan Sumatera Selatan (Rukmana, 1997; Jumardi dan Sulaiman, 2024).

Kentang adalah jenis umbi-umbian yang menjadi salah satu sumber karbohidrat penting selain beras, gandum, dan jagung (Hafriana dan Lutfi, 2020).

Menurut Naeem *et al.* (2023), kentang diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophytina
Kelas	: Magnoliopsida
Superordo	: Asteranae

Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>S. tuberosum</i> .

Kentang merupakan sayuran bernilai ekonomis tinggi dengan umur pendek dan menjadi bahan pangan utama keempat di dunia setelah gandum, jagung, dan padi (Hidayat, 2014). Konsumsi kentang di Indonesia terus meningkat setiap tahun, baik sebagai sayuran maupun olahan makanan. Budidaya kentang dilakukan di dataran tinggi pada ketinggian 800 hingga 1800 meter di atas permukaan laut (dpl) oleh petani skala kecil. Tanaman ini tumbuh optimal pada suhu rendah dengan kelembaban sekitar 70% (Purwantisari *et al.*, 2023). Salah satu daerah yang mendukung pertumbuhan kentang adalah Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, yang memiliki karakteristik pegunungan yang cocok untuk budidaya sayuran, termasuk kentang.

Salah satu varietas kentang yang banyak dibudidayakan dan diminati di Indonesia adalah varietas Granola (Nafery *et al.*, 2017). Varietas ini populer karena produktivitasnya dapat mencapai 30 ton per hektar (Setiadi dan Nurulhuda, 1993). Namun, meskipun penelitian menunjukkan produktivitas varietas Granola dapat mencapai angka tersebut, data dari Badan Pusat Statistik (2019) menunjukkan bahwa produktivitas kentang di Indonesia hanya 19,27 ton per hektar. Salah satu kendalanya adalah penggunaan kentang sisa panen sebagai bahan tanam, yang menyebabkan penurunan kualitas dan produktivitas tanaman (Furnawathi *et al.*, 2018; Barus dan Restuati, 2018).

2.2 Nematoda Sista Kentang (*Globodera* spp.)

2.2.1 Deskripsi Nematoda Sista Kentang

Nematoda sista kentang (*Globodera* spp.), yang dikenal dalam dunia ilmiah sebagai nematoda parasit tumbuhan penting pada tanaman kentang, berasal dari famili Heteroderidae dan termasuk dalam genus *Globodera*. Terdapat dua spesies

utama nematoda sista kentang yaitu *G. rostochiensis* Woll. dan *G. pallida* S. Dalam taksonomi, nematoda sista kentang diklasifikasikan sebagai berikut (Turner and Rowe, 2006):

Phylum : Nematoda
 Class : Chromadorea
 Subclass : Chromadoria
 Order : Rhabditida
 Suborder : Tylenchina
 Infraorder : Tylenchomorpha
 Superfamily : Tylenchoidea
 Family : Heteroderidae
 Subfamily : Heteroderinae
 Genera : *Heterodera* dan *Globodera*.

Nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) adalah nematoda parasit tumbuhan utama yang menyerang tanaman kentang (*S. tuberosum*) dan pertama kali terdeteksi di Indonesia pada awal tahun 2003. Serangan nematoda sista ini berpotensi menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 80% (Asyiah, 2009). Nematoda sista ditemukan pada lahan pertanian kentang di ketinggian 1500-2100 m dpl dengan tingkat kepadatan sista yang bervariasi, dan menginfeksi kentang kultivar Granola dan Granola MZ (Syafii *et al.*, 2018).

Nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) menyebar dari Eropa ke wilayah subtropika seperti Pakistan, India, dan Filipina (Jatala and Bridge, 1990; Syafii *et al.*, 2018). Di Indonesia, nematoda sista ini pertama kali terdeteksi pada Maret 2003 di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Malang, Jawa Timur (Indarti *et al.*, 2004). Menurut Lisnawita *et al.* (2012), nematoda sista ditemukan di Jawa Tengah dan Jawa Barat, setelah diidentifikasi secara molekuler diketahui bahwa nematoda tersebut *G. rostochiensis*. Sementara itu, hasil penelitian Syafii *et al.* (2018) menunjukkan bahwa di Jawa Tengah ditemukan dua spesies nematoda yang telah teridentifikasi yaitu *G. rostochiensis* dan *G. pallida*.

Nematoda sista kentang, khususnya spesies *G. rostochiensis* dan *G. pallida* adalah nematoda parasit tumbuhan terpenting pada tanaman kentang (Jensen *et al.*, 1979; Lisnawita dan Suastika, 2010). Saat ini, nematoda sista telah tersebar luas di banyak negara subtropika dan tropika yang beriklim sejuk. Kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan kentang juga cocok untuk hidup dan perkembangan nematoda sista (Lisnawita dan Suastika, 2010).

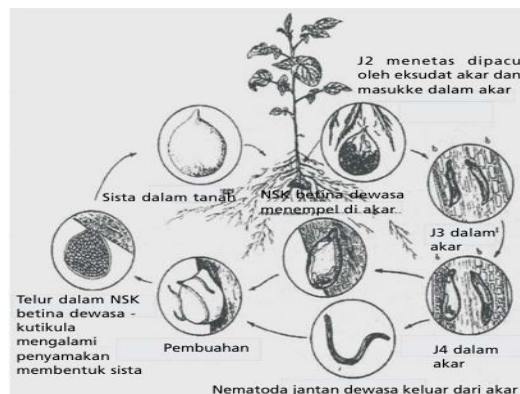
Secara mekanis, nematoda sista ini merusak jaringan tanaman dengan cara menusukkan stiletnya ke jaringan tanaman untuk mengisap cairan dari sel. Secara kimiawi, nematoda sista ini merusak tanaman dengan mensekresikan enzim-enzim yang menyebabkan perubahan patologis pada sel-sel inang, sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman (Hudaya dan Sulastrini, 2012).

2.2.2 Morfologi dan Siklus Hidup Nematoda Sista Kentang

Nematoda sista kentang (*Globodera* spp.), yang termasuk dalam genus *Globodera*, adalah nematoda parasit tumbuhan yang sangat merugikan pada tanaman kentang. Dua spesies utama yang dikenal adalah *G. rostochiensis* dan *G. pallida*. Secara morfologi, nematoda ini memiliki beberapa ciri khas penting. Juvenil fase kedua (J2) memiliki stilet, organ yang berfungsi dalam sistem pencernaan, berbentuk tabung dari kutikula yang bisa dijulurkan dengan ujung meruncing dan lubang subterminal. Pada bagian pangkal stilet, terdapat pembengkakan yang membentuk basalknob. Selain itu, nematoda sista sangat tergantung pada eksudat akar dari tanaman inang untuk menetas, menggambarkan interaksi yang erat antara nematoda ini dan tanaman kentang (Turner and Evans, 1998; Asyiah, 2015).

Siklus hidup nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) melibatkan beberapa tahap perkembangan yang dimulai dari penetasan telur. Telur nematoda menetas saat terpapar eksudat akar spesifik dari tanaman kentang. Proses ini meningkatkan permeabilitas kulit telur dan aktivitas metabolik pada J2. Nematoda mengalami 4 fase juvenil dan 1 fase dewasa, dengan tiga tahap pergantian kulit. Juvenil yang menetas merespon eksudat akar, masuk ke dalam akar, dan berkembang hingga

mencapai fase dewasa. Nematoda jantan dewasa kemudian keluar dari akar untuk melakukan pembuahan, sementara nematoda betina tetap di dalam akar dan menghasilkan telur yang akan membentuk sista. Gambar 1 menunjukkan siklus hidup nematoda sista dari telur hingga pembentukan sista dewasa yang meliputi fase-fase penting dalam siklus hidupnya (Perry, 1998; Asyiah, 2015).



Gambar 1. Siklus hidup nematoda sista dari telur hingga pembentukan sista dewasa. Tahap ini penting untuk memahami waktu kritis pengendalian dan kaitannya dengan tingkat serangan di lapangan (Sumber: Evans *et al.*, 1993).

Pembentukan sista terjadi setelah pembuahan, di mana nematoda betina menghasilkan telur dalam jumlah besar. Kutikula betina kemudian mengalami penyamakan, membentuk struktur pelindung yang dikenal sebagai sista. Sista ini sangat tahan terhadap kondisi lingkungan yang buruk dan dapat bertahan dalam tanah untuk waktu yang lama. Pemahaman tentang morfologi dan siklus hidup nematoda sista sangat penting untuk pengendalian dan manajemen yang lebih efektif terhadap dampak negatifnya pada produksi kentang (Luc *et al.*, 1995; Asyiah, 2015).

2.2.3 Serangan Nematoda Sista Kentang

Serangan nematoda dapat menyebabkan kerusakan pada akar, terutama pada bagian pembuluh jaringan, di mana nematoda mengisap sel-sel akar, mengganggu pembuluh jaringan, dan menghambat translokasi air dan nutrisi (Fadilah *et al.*, 2022). Nematoda Sista Kentang (*Globodera* spp.) merupakan hama utama yang menyerang tanaman kentang, mengakibatkan gejala yang merusak dan

menurunkan hasil produksi. Tanaman yang terinfeksi biasanya menunjukkan pertumbuhan terhambat, tanaman kerdil, dan tidak normal karena kerusakan pada sistem perakaran yang mengganggu penyerapan air dan nutrisi. Daun tanaman yang terserang nematoda biasanya menguning (*klorosis*) dan mengalami kelayuan akibat gangguan aliran air dan nutrisi dari akar ke bagian atas tanaman (Indrawan dan Widyastuti, 2017).

Infeksi nematoda sista juga dapat menyebabkan nekrosis atau kematian jaringan pada akar dan daun, terutama pada fase vegetatif dengan populasi nematoda sista yang tinggi, serta mengakibatkan kekerdilan tanaman. Pada fase generatif, serangan nematoda sista dapat mengurangi ukuran umbi kentang karena nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan umbi tidak terserap dengan baik akibat kerusakan pada sistem perakaran. Nematoda sista sering terlihat menempel pada akar atau permukaan umbi saat tanaman dicabut, dan dalam beberapa kasus, sista juga dapat ditemukan di permukaan umbi (Syafii *et al.*, 2018). Kerusakan pada sistem akar tanaman karena serangan nematoda sista ini menyebabkan akar menjadi pendek dan bercabang, dengan nematoda betina dewasa menempel pada permukaan akar, yang memperburuk kerusakan struktur perakaran (Hajihassani *et al.*, 2013).

2.2.4 Distribusi Nematoda Sista Kentang

NSK diduga berasal dari pegunungan Andes di Peru, Bolivia, dan Argentina. *G. pallida* dan *G. rostochiensis* awalnya dianggap sebagai patotipe yang sama. Namun kemudian peneliti mengungkapkan bahwa nematoda tersebut adalah spesies yang berbeda, masing-masing dengan patotipe sendiri (Stone, 1973). Penyebaran nematoda sista dari Andes ke Eropa terjadi melalui bibit kentang yang diintroduksi untuk ketahanan terhadap penyakit hawar daun (Hadisoeganda, 2006^a).

Nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) pertama kali ditemukan di Jerman pada 1881 dan di Inggris pada 1890, meskipun introduksi kentang ke Eropa terjadi pada 1570-1590. Pada 1960-1970, nematoda sista menjadi masalah utama di

Kanada dan Mexico, dan kemudian menyebar ke Amerika Serikat (Marks dan Brodie 1998; Hadisoeganda, 2006^b). Saat ini, nematoda sista telah tersebar hampir di seluruh dunia, termasuk Eropa, Asia, Afrika, Amerika, dan Oceania (Blok *et al.*, 2005).

Di Indonesia, keberadaan nematoda sista spesies *G. rostochiensis* pertama kali dilaporkan oleh Hadisoeganda pada tahun 2006, ditemukan menginfeksi tanaman kentang di Desa Tulung Rejo, Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu, Jawa Timur. Setelah penemuan ini, nematoda sista ini juga dilaporkan di berbagai sentra produksi kentang di Provinsi Jawa Timur (Kota Batu, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang), serta di Provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Sumatera Utara (Kabupaten Karo, Dairi, dan Tapanuli Utara) (Hadisoeganda, 2006^b).

Distribusi nematoda ini dipengaruhi oleh tekstur tanah, sebagaimana dijelaskan oleh Chirchir *et al.* (2008). Bramasta *et al* (2023) menyatakan bahwa tekstur tanah merupakan faktor utama yang mempengaruhi kelimpahan dan distribusi nematoda. Penyebaran nematoda paling tinggi terjadi pada tanah berpasir yang memiliki porositas dan aerasi tinggi, sehingga mendukung mobilitas nematoda. Tekstur tanah bahkan lebih berpengaruh dibandingkan iklim maupun topografi dalam menentukan distribusi nematoda (Bramasta *et al.*, 2023).

Distribusi spasial nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) merupakan aspek penting untuk memahami dinamika populasinya di suatu lahan. Analisis distribusi spasial membantu mengidentifikasi pola penyebaran nematoda, apakah bersifat acak, berkelompok, atau seragam. Untuk menganalisis distribusi ini, dua metode utama yang sering digunakan adalah Regresi Patchiness Iwao (Iwao, 1968; Hutasoit *et al.*, 2020) dan Taylor's Power Law (Taylor, 1984; Soemargono *et al.*, 2012), yang sering diterapkan dalam studi serangga dan nematoda.

Regresi Patchiness Iwao menghubungkan kepadatan rata-rata nematoda di berbagai titik pengamatan dengan tingkat agregasi atau kerumunan. Ini digunakan untuk menilai apakah nematoda berkumpul di lokasi tertentu atau menyebar

secara acak (Iwao, 1968; Hutasoit *et al.*, 2020). Rata-rata kerumunan (m^*) dihitung dengan rumus:

$$m^* = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - 1) X_i}{\sum_{i=1}^n (X_i)}$$

Di mana x_i adalah jumlah individu nematoda di setiap plot, dan n adalah jumlah total plot pengamatan. Semakin tinggi nilai m^* , semakin kuat kecenderungan nematoda untuk berkumpul di titik-titik tertentu. Hubungan antara kepadatan (m) dan kerumunan (m^*) dianalisis menggunakan regresi linier:

$$m^* = \alpha + \beta m$$

Di mana α menunjukkan kecenderungan awal nematoda untuk berkelompok, dan β menunjukkan hubungan antara kepadatan nematoda dengan kerumunan. Jika $\beta > 1$, penyebaran nematoda terjadi secara berkelompok. Jika $\beta = 1$, distribusi bersifat acak, sedangkan $\beta < 1$ menunjukkan penyebaran nematoda yang seragam (Hutasoit *et al.*, 2020).

Tingkat populasi *G. rostochiensis* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu tanah, jenis bibit yang digunakan, serta praktik perawatan tanah sebelum dan setelah tanam (Rahmadhini *et al.*, 2023). Untuk memahami penyebaran nematoda sista di lahan areal kentang di Kertasari dan Pangalengan, dilakukan pengukuran terhadap ketinggian tempat, kemiringan lahan, pH tanah, dan curah hujan yang mempengaruhi aliran permukaan tanah, serta pengambilan sampel tanah untuk analisis laboratorium (Indrawan *et al.*, 2021).

Tingginya kepadatan populasi nematoda ini juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti jenis tanaman inang, suhu, kelembaban, pH, dan jenis tanah. Menurut Winarto (2015), suhu sangat berpengaruh terhadap bertahan hidup, makan, reproduksi, dan penyebaran nematoda, sedangkan perbedaan pH tanah dapat memengaruhi aktivitas nematoda secara signifikan, karena setiap jenis nematoda memerlukan rentang pH yang berbeda untuk optimalisasi kehidupannya (Bramasta *et al.*, 2023).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Oktober 2024 - Februari 2025. Pengambilan sampel dilaksanakan di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat dan ekstraksi nematoda dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Kecamatan Kertasari memiliki ketinggian antara 1.300–2.100 meter di atas permukaan laut (m dpl) dengan suhu rata-rata harian berkisar antara 15–22°C (BPS Kabupaten Bandung, 2023). Curah hujan tahunan di wilayah ini mencapai 2.000–3.000 mm. Jenis tanah yang dominan adalah Andosol, yang berasal dari bahan induk vulkanik dan sangat cocok untuk pertanian hortikultura, termasuk tanaman kentang (Sukarman *et al.*, 2018).

Kecamatan Pangalengan memiliki ketinggian antara 1.000–1.600 mdpl dengan suhu rata-rata harian 15–26°C (BPS Kabupaten Bandung, 2023). Curah hujan tahunan di Pangalengan berkisar antara 2.000–3.000 mm, dengan curah hujan utama berlangsung pada bulan September hingga Desember. Jenis tanah di wilayah ini didominasi oleh kombinasi Andosol dan Latosol, yang bersifat gembur, bertekstur halus, serta mendukung pertumbuhan tanaman hortikultura (Sukarman *et al.*, 2018).

Kegiatan budidaya kentang di Kertasari dan Pangalengan dilakukan di lahan terbuka dengan sistem rotasi tanaman terbatas. Beberapa petani menggunakan varietas unggul seperti Granola. Namun, pada beberapa areal, intensitas penggunaan kentang sisa panen sebagai benih masih tinggi, yang berpotensi

meningkatkan intensitas penyakit, begitu juga serangan Nematoda Sista Kentang (*Globodera* spp.) (Indrawan *et al.*, 2021).

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sekop kecil, ember, *beaker glass*, kantong plastik, label atau spidol permanen, saringan bertingkat berukuran 1 mm, 53 μ m, dan 38 μ m, pipet tetes, botol suspensi, mikroskop stereo dan binokuler, *counting disk*, *hand-tally counter*, gunting akar, cawan petri, sendok plastik, panci, kompor listrik atau gas, tabung sentrifugasi, sentrifugasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel tanah dan akar tanaman kentang, kertas tisu, aquades, larutan gula, dan larutan Golden X yang merupakan campuran formalin (8 bagian), gliserin (2 bagian), dan aquades (90 bagian).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pemilihan Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari 8 lokasi pertanaman kentang yang berada di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Lokasi pengambilan sampel mencakup 8 desa, yaitu 4 desa di Kecamatan Kertasari (Desa Tarumajaya, Desa Cikembang, Desa Santosa, dan Desa Neglawangi) serta 4 desa di Kecamatan Pangalengan (Desa Kertamanah, Desa Sukamanah, Desa Wanasuka, dan Desa Pangalengan). Karakteristik topografi dan iklim desa lokasi pengambilan sampel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik lokasi pengambilan sampel

Kecamatan	Desa	Ketinggian (m dpl)	Suhu (°C)	pH Tanah	Curah Hujan (mm/ tahun)	Jenis Tanah
Kertasari	Cikembang	1.750	16–20	6,2	2.700	Andosol
Kertasari	Neglawangi	1.700	17–22	5,9	2.850	Andosol
Kertasari	Santosa	1.650	18–22	6,0	2.900	Andosol
Kertasari	Tarumajaya	1.800	17–21	5,8	2.800	Andosol
Pangalengan	Kertamanah	1.600	18–23	5,7	3.000	Latosol
Pangalengan	Pangalengan	1.450	18–24	5,4	3.300	Latosol
Pangalengan	Sukamanah	1.500	19–24	5,5	3.200	Latosol
Pangalengan	Wanasuka	1.550	17–22	5,6	3.100	Andosol- Latosol

Sumber: BPS Kabupaten Bandung (2023).

Pada setiap desa dipilih satu hamparan pertanaman kentang yang berumur lebih dari 50 hari setelah tanam (hst). Pemilihan hamparan dilakukan secara acak untuk lokasi yang mudah dijangkau. Luas area pertanaman kentang yang dipilih minimal 0,5 Ha.

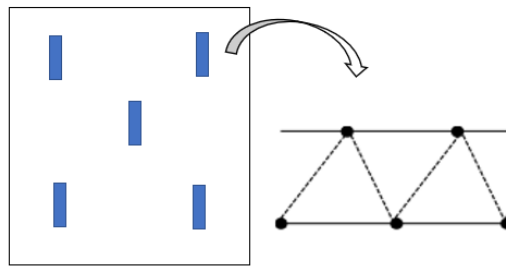
3.3.2 Metode Pengambilan Sampel

Pada setiap hamparan pertanaman kentang, pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode menurut Rickard and Barker (1982); Rahmadhini *et al.* (2023) yang dimodifikasi. Sampel diambil pada 5 titik sampel di setiap hamparan mengikuti arah diagonal dan pada setiap titik sampel diambil 5 sub-titik sampel menurut arah zigzag (Gambar 2).

Pada setiap titik sampel diambil 5 sub-titik sampel menurut arah zigzag. Dari setiap sub titik sampel, tanah dan akar tanaman diambil pada kedalaman 10-20 cm. Pada setiap sub titik sampel ini, lapisan tanah bagian atas setebal sekitar 5 cm dibersihkan dan dibuang. Sebanyak 500 g tanah kemudian diambil pada

kedalaman 10-20 cm dari permukaan yang telah dibersihkan menggunakan sekop kecil. Selain tanah, diambil juga sampel akar seberat 100 g (Rahmadhini *et al.*, 2023).

Sampel tanah dan akar dari lima sub-titik sampel tersebut kemudian dikompositkan. Sampel yang telah dikompositkan dimasukkan ke dalam kantong plastik berlabel yaitu nama petani, lokasi (desa dan kecamatan), serta tanggal koleksi (Syafii *et al.*, 2018). Dari setiap desa di Kecamatan Kertasari dan Kecamatan Pangalengan, dihasilkan masing-masing 40 sampel tanah dan 40 sampel akar. Sampel ini kemudian dibawa ke Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, untuk diproses lebih lanjut.



Gambar 2. Pola pengambilan sampel secara zig-zag.

3.3.3 Ekstraksi Nematoda

3.3.3.1 Ekstraksi dan Penghitungan NSK dari Tanah dan Akar

Ekstraksi nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) dilakukan dengan mengikuti metode Baunacke (1922) yang dimodifikasi. Dari setiap sampel tanah sebanyak 100 cc dikeringanginkan terlebih dahulu sebelum diekstraksi. Setelah kering, tanah dimasukkan ke dalam *beaker glass*, kemudian direndam dalam 1 liter air dan diaduk hingga merata. Suspensi tanah ini dibiarkan selama 60–90 menit agar partikel tanah mengendap di dasar, sementara sista yang lebih ringan mengapung di permukaan. Sista yang mengapung di permukaan kemudian dikumpulkan dan dipindahkan ke dalam cawan petri untuk dihitung jumlahnya. Perhitungan jumlah sista dilakukan untuk setiap sampel tanah yang diekstraksi (Rahmadhini *et al.*, 2023).

Selain dari tanah, pengamatan nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) juga dilakukan pada akar tanaman kentang. Akar terlebih dahulu dibersihkan dari sisa tanah menggunakan air mengalir, kemudian dipotong dan diambil bagian akar serabutnya untuk diamati. Sebanyak 1 g akar serabut diletakkan dalam cawan petri dan dikeringanginkan jika masih terlalu basah agar mempermudah pengamatan.

Pengamatan dilakukan dengan mikroskop stereo untuk mendeteksi dan menghitung jumlah nematoda sista (*Globodera* spp.) yang menempel pada permukaan akar. Metode ini tidak mengekstraksi nematoda dari dalam akar, melainkan mengamati langsung keberadaan dan kepadatan sista yang menempel di permukaan akar.

3.3.3.2 Ekstraksi dan Penghitungan Nematoda Non-Sista dari Tanah

Ekstraksi nematoda non-sista dari tanah dilakukan menggunakan metode penyaringan bertingkat dan sentrifugasi dengan larutan gula (Gambar 3). Proses ekstraksi diawali dengan mengambil 300 cc sampel tanah, yang kemudian dimasukkan ke dalam 2 liter air di dalam ember dan diremas hingga tanah hancur. Suspensi tanah yang terbentuk disaring menggunakan saringan berukuran 1 mm untuk menghilangkan seresah dan partikel kasar seperti kerikil.

Supernatan yang dihasilkan kemudian disaring secara bertingkat menggunakan saringan berukuran 53 μm dan 38 μm . Suspensi tanah ini selanjutnya disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 5 menit. Setelah itu, ditambahkan larutan gula dan dilakukan sentrifugasi kedua pada kecepatan 1.000 rpm selama 1–2 menit. Supernatan hasil sentrifugasi kedua disaring kembali menggunakan saringan 38 μm dan dibilas dengan air hingga bersih untuk menghilangkan sisa gula. Suspensi yang mengandung nematoda kemudian ditampung ke dalam botol suspensi dan diberi label.



Gambar 3. Saringan bertingkat untuk ekstraksi nematoda non-sista.

3.3.3.3 Mematikan dan Fiksasi Nematoda Non-Sista dari Tanah

Proses mematikan dan fiksasi nematoda dilakukan untuk mempertahankan struktur morfologi nematoda agar tidak mengalami kerusakan sebelum diamati di bawah mikroskop. Nematoda dimatikan dengan cara memanaskan suspensi nematoda hingga suhu 60°C, dengan merebus botol berisi suspensi dalam panci di atas atau listrik. Setelah nematoda mati dan suspensi dingin, dilakukan proses fiksasi menggunakan larutan Golden X. Suspensi nematoda dibuat menjadi 3 mL dengan pemipetan secara hati-hati, kemudian ditambahkan larutan fiksatif Golden X hingga mencapai volume akhir 10 mL.

Komposisi larutan fiksatif Golden X terdiri dari formalin (8 bagian), gliserin (2 bagian), dan aquades (90 bagian). Dalam kondisi ini, nematoda berada dalam larutan yang mengandung 3% formalin, di mana formalin berfungsi sebagai bahan pengawet utama dan gliserin berfungsi sebagai pelembas untuk mencegah kekakuan tubuh nematoda akibat fiksasi yang mengandung formalin.

3.3.3.4 Penghitungan Nematoda Non-Sista

Setelah proses fiksasi, nematoda diidentifikasi dan dihitung menggunakan mikroskop stereo binokuler. Suspensi nematoda dibuat dengan volume 10 ml, melalui pemipetan secara hati-hati. Selanjutnya, sebanyak 3 ml dari suspensi tersebut dituangkan ke dalam *counting disk* dan diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali. Penghitungan nematoda dilakukan menggunakan *hand-tally counter*, dimulai dari garis paling atas *counting disk* hingga garis paling bawah, dan diulang sebanyak tiga kali sampai suspensi habis.

3.3.3.5 Identifikasi Nematoda Non-Sista

Identifikasi nematoda dilakukan berdasarkan karakter morfologi menggunakan bantuan mikroskop. Untuk keperluan indentifikasi ini dibuat preparat semipermanen. Satu-per satu nematoda dikait secara acak menggunakan kait nematoda, kemudian diletakkan pada objek glas yang telah diberi setetes larutan Golden X. Setiap objek gelas diisi 20-25 individu nematoda, kemudian ditutup dengan *cover glass*. Identifikasi nematoda dilakukan hingga tingkat taksonomi genus menggunakan kunci identifikasi morfologi bergambar, di bawah mikroskop majemuk dengan perbesaran 100–400 kali. Berdasarkan nama genusnya, nematoda kemudian dikelompokkan menjadi nematoda hidup bebas (*free-living*) dan nematoda parasit tumbuhan.

3.3.4 Analisis Data

Data populasi Nematoda Sista Kentang (*Globodera* spp.) dianalisis ragam (ANOVA), dan dilanjutkan dengan pemisahan nilai tengah dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan populasi dan tingkat serangan nematoda sista antar desa. Tingkat serangan nematoda sista ditetapkan berdasarkan populasi nematoda sista dalam tanah di setiap lahan yang disurvei.

Tingkat serangan kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu seperti pada Tabel 2 yang disusun dengan mengacu dan memodifikasi kriteria dari EPPO (2004) dan Turner and Evans (1998).

Tabel 2. Kategori tingkat serangan Nematoda Sista (*Globodera* spp.) berdasarkan populasi per 100 cc tanah

Populasi Sista/100 cc tanah	Kategori Tingkat Serangan	Dampak terhadap produksi
<10	Sangat Rendah	Tidak terjadi penurunan produksi
10 - 30	Sedang	Produksi dapat turun > 25%
31 - 60	Tinggi	25-50% produksi dapat turun
> 60	Sangat tinggi	> 50% produksi dapat turun

Sumber: Dimodifikasi dari EPPO (2004); Turner and Evans (1998).

Analisis dominansi genus komunitas nematoda non-sista dilakukan menggunakan nilai Prominence Value (PV) guna menentukan jenis nematoda non-sista yang dominan di setiap kecamatan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Populasi *Globodera* spp. antar desa di Kecamatan Kertasari dan Pangalengan berbeda. Populasi tertinggi ditemukan di Desa Santosa untuk NSK pada akar dan di Desa Kertamanah untuk NSK dalam tanah. Tingkat serangan NSK di semua desa tergolong sangat tinggi,
2. Pola distribusi *Globodera* spp. baik di akar maupun di tanah adalah acak berdasarkan regresi Iwao, dengan nilai $\beta = 1,0$, dan
3. Komunitas nematoda di Kecamatan Pangalengan didominasi *Mylodiscus*, *Labronema*, dan *Paractinolaimus*, sedangkan di Kecamatan Kertasari didominasi genus *Mesorhabditis*, *Helicotylenchus*, dan *Rhabditis*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan:

1. Perlu dilakukan monitoring rutin terhadap populasi *Globodera* spp. terutama di lokasi dengan populasi tinggi, untuk dapat mengetahui perkembangan populasi nematoda dalam upaya mengambil tindakan pengendalian yang efektif untuk mencegah kerugian hasil panen,
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengendalian terpadu (IPM) nematoda sista berbasis lingkungan dan kultur teknis, seperti rotasi kentang dengan tanaman non-inang, penanaman tanaman antagonis seperti *Tagetes*, serta solarisasi tanah, dan

3. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi interaksi antar genus nematoda, terutama antara *Globodera* spp. dengan nematoda parasit tumbuhan non-sista lainnya, guna merumuskan strategi pengelolaan komunitas nematoda secara menyeluruh dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, A., Umar, M., dan Nurasiah, N. 2016. Budidaya kentang di dataran tinggi gayo tahun 1945-2015. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*. 1(1): 156- 171.
- Asyiah, I. N. 2009. Siklus hidup dan morfologi nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis*). *Biologi Edukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 1(1): 40-42.
- Asyiah, I. N. 2015. *Nematoda Sista Kentang Biologi, Teknik Pengamatan dan Upaya Pengendalian*. UMM Press. Malang.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung. 2023. *Tinggi Wilayah dan Jarak ke Ibukota Kabupaten Bandung Menurut Kecamatan di Kabupaten Bandung 2021-2023*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung. Kabupaten Bandung.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Produktivitas Kentang Menurut Provinsi dan jenis tanaman Tahun 2019*. Badan Pusat Statistik. Jakarta Pusat.
- Barus, E. M. dan Restuati, M. 2018. Pengaruh media kultur pada planlet kentang *Solanum tuberosum* l terhadap totipotensi pertumbuhan tunas. *Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda*. 1(2): 51-56.
- Baunacke, W. 1922. *Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Rüben nematoden Heterodera schachtii Schmidt*. P. Parey Publisher. Berlin.
- Been, T. H. dan Schomaker, C. H. 2006. *Distribution patterns and sampling*. In R.N. Perry & M. Moens (Eds.), *Plant Nematology*. CABI Publishing. Wallingford.
- Blok, V., Wishart, J., Fargette, M., Berthier, K., dan Phillips, M. 2005. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture 2005. Diagnose de Fitonematoides*. 27-64. CABI Publishing. Wallingford.
- Bramasta, M. W., Winarto, W., dan Khairul, U. 2023. Diversity and population density of parasitic nematode genera in the rhizosphere of potato plants in Solok District, West Sumatra. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 9(1): 67-74.
- Bridge, J. dan Starr, J. L. 2007. *Plant Nematodes of Agricultural Importance*. Academic Press, El sevier. Boston, San Diego.

- Chirchir, Kimenju, J. W., Olubayo, F. M., dan Mutua, G. K. 2008. Kelimpahan dan distribusi nematoda parasit tumbuhan yang berhubungan dengan tebu di Kenya Barat. *Jurnal Patologi Tanaman Asia*. 2: 48-53.
- Decraemer, W. dan Hunt, D. J. 2013. *Structure and classification*. In *Plant Nematology*. CABI. UK.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Hortikultura*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- DISTAN Bandung. 2023. *Jumlah Produksi Komoditi Hortikultura*. Dinas Pertanian. Dinas Pertanian. Indonesia.
- EPPO. 2022. PM 7/40 (5) *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin*. 52: 286–313.
- Evans, K., Trudgill, D. L., dan Webster, J. M. 1993. *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. CABI International, Wallingford, Oxon (CABI).
- Fadilah, A., Salsabila, N. R., Oktaviani, D., Aktavia, F., Nisaa, N. K., dan Advinda, L. 2022. Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) penyebab penyakit pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) dan cara pengendaliannya. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 2(2): 62-71.
- Ferris, H., Westerdahl, B. B., dan Carlson, H. L. 1994. Nematode population changes under crop rotation sequences: consequences for potato production. *Agronomy Journal*. 86(2): 340-348.
- Fuadi, A. dan Suharso, A. 2022. Perbandingan arsitektur mobilenet dan nasnetmobile untuk klasifikasi penyakit pada citra daun kentang. *Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika*. 7(3): 701-710.
- Furnawanthi, I., Devianti, S. J., Naully, D., Mardiyanto, R., dan Elya, M. 2018. Respon pertumbuhan eksplan kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas AP-4 terhadap manitol sebagai media konservasi secara in vitro. *Prosiding SEMNASTAN*. 245-252.
- Hadisoeganda, A. 2006^a. Distribusi, identifikasi dan prevalensi nematoda sista kentang (potato cyst nematode) *globodera* spp. Di sentra daerah produksi kentang di indonesia. *J. Hort*. 16(3): 208-219.
- Hadisoeganda, A. W. W. 2006^b. *Nematoda Sista Kentang: Kerugian, Deteksi, Biogeografi, Dan Pengendalian Nematoda Terpadu*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Bandung Barat.
- Hafriana, D. U. dan Lutfi. 2020. Analisis kadar glukosa pada kentang rebus (*Solanum tuberosum*) sebagai pengganti nasi bagi penderita diabetes melitus dengan menggunakan spektrofotometri. *Jurnal Media Laboran*. 10(1): 26-32.
- Hajihassani, A., Ebrahimian, E., dan Hajihassani, M. 2013. Estimation of yield damage in potato caused by iranian population of *Globodera rostochiensis* with and without aldicarb under greenhouse conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*. 15(2): 352-356.

- Hidayat, Y. S. 2014. Karakterisasi Morfologi Beberapa Genotipe Kentang (*Solanum tuberosum*) yang Dibudidayakan di Indonesia. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Huang, S. P. dan Pereira, A. C. 1994. Influence of inoculum density, host, and low-temperature period on delayed hatch of *Meloidogyne javanica* eggs. *Journal of Nematology*. 26(1): 72.
- Hudaya, A. dan Sulastrini, I. 2012. *Solarisasi Tanah untuk Menurunkan Populasi Nematoda Parasit pada Pertanaman Kentang*. Balai Penelitian Hortikultura Lembang. Lembang Bandung.
- Hutasoit, R. T., Kalqutny, S. H., dan Widiarta, I. N. 2020. Spatial distribution pattern, bionomic, and demographic parameters of a new invasive species of armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera; Noctuidae) in maize of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21:(8).
- Indarti, S., Bambang, R. T. P., dan Trimana, B. 2004. First record of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* in Indonesia. *Australasian Plant Pathology: AAP*. 33(2): 325.
- Indrawan, D., Amalia, L., dan Sondari, N. 2021. Pemetaan sebaran serangan nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) Pada areal sertifikasi benih kentang Kecamatan Pangalengan Jawa Barat. *OrchidAgro*. 1(2): 1-10.
- Indrawan, D. dan Widyastuti, N. S. 2017. Pengaruh konsentrasi etanol dan lama waktu perendaman terhadap kemampuan deteksi nematoda sista kuning (*Globodera* spp). *Journal Agroscience*. 7(1): 220-226.
- Iwao, S. I. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Population Ecology*. 10(1): 1-20.
- Iwao, S. dan Kuno, E. 1968. Use of the negative binomial distribution to describe the aggregation pattern of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Researches on Population Ecology*. 10(1): 31-36.
- Jaiswal, R. K., Singh, K. P., dan Mishra, R. K. 2011. A Technique for the detection of soil infestation with rice root-knot nematoda, *Meloidogyne graminicola* at farmer's field. *Acad J Plant Sci*. 4(4): 110-113.
- Jatala, P. dan Bridge, J. 1990. Nematode parasites of root and tuber crops. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 137-180.
- Jensen, H. J., Armstrong, J., dan Jatala, P. 1979. *Annotated bibliography of nematode pests of potato (Solanum tuberosum)*. Food and Agriculture Science and technology. Mexico.
- Jumardi, J. dan Sulaiman, S. 2024. Efektifitas insektisida dalam pengendalian hama kutu putih pada tanaman kentang. *Plantklopedia. Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian*. 4(1): 41-49.
- Lisnawita, M. S. dan Suastika, G. 2010. Pengaruh temperatur terhadap perkembangan nematoda sista kentang (*Globodera* Spp.) Indonesia. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 10(1): 29-34.

- Lisnawita, Supramana, dan Suastika, G. 2012. Identification of potato cyst nematode in Indonesia by polymerase chain reaction. *Australasian plant disease notes*. 7(1): 133-135.
- Luc, M., Sikora, R. A., dan Bridge, J. 1995. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CABI International, Wallingford, Oxon (CABI).
- Marks, R. J. dan Brodie, B. B. 1998. *Potato Cysts Nematodes: Biology Distribution and Control*. CAB International, Wallingford.
- Mulyadi. 2009. *Nematologi Pertanian, Fakultas Pertanian UGM*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Naeem, M., Maqbool, A., dan Aksoy, E. 2023. *Potato Taxonomy and Wild Relatives*. In *Potato Production Worldwide*. Academic Press. Cambridge.
- Nafery, R., Husny, Z., dan Pranata, W. 2017. Respon eksplan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas granola terhadap dosis pupuk daun dan konsentrasi air kelapa. *Jurnal TriAgro*. 2(1): 1–5.
- Perry, R. N. 1998. *The role of sex pheromones in the behavior and physiology of plant parasitic nematodes*. In *(Nematode Behavior)*. CABI International, Wallingford, Oxon (CABI).
- Perry, R. N. dan Moens, M. (Eds.). 2006. *Plant Nematology*. CABI Publishing. Wallingford.
- Price, J. A., Coyne, D., Blok, V. C., dan Jones, J. T. 2021. Potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Molecular Plant Pathology*. 22(5): 495-507.
- Purwantisari, S., Mahardhika, W. A., Naufal, M. F. Q., Lunggani, A. T., dan Jannah, S. N. 2023. Aktivitas cendawan antagonis *Trichoderma* terhadap *Fusarium* dari tanaman kentang di Kecamatan Pakis Kabupaten Magelang. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(1): 46-56.
- Rahmadhini, N., Purwadi, O. G., dan Widayati, W. 2023. Eksplorasi nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis*) pada lahan tanaman kentang di Desa Sumber Brantas Jawa Timur. *Agrisintech (Journal of Agribusiness and Agrotechnology)*. 4(1): 1-8.
- Rickard, D. A. dan Barker, K. R. 1982. Nematode assays and advisory services. *Southern Cooperative Series Bulletin*. 276: 8-20.
- Rukmana, R. 1997. *Kentang Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Setiadi, dan Nurulhuda, S. F. 1993. *Kentang Varietas dan Pembudidayaan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Siddiqi, M. R. 2000. *Tylenchida: parasites of plants and insects*. CABI.
- Smart, G. C. dan Nguyen, K. B. 1988. *Illustrated key for the identification of common nematodes in Florida*. Entomology & Nematology Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville, Florida.

- Soemargono, A., Muryati, M., Hasyim, A., dan Istianto, M. 2012. Spatial distribution pattern of the fruit fly, *Bactrocera dorsalis* complex (Diptera: Tephritidae) in mango orchard. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*. 33(3): 207-213.
- Stone, A. R. 1973. *Heterodera pallida* n. Sp. (Nematoda: Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica*. 18: 591 – 606.
- Sukarman, Kartawisastra, T., dan Dariah, A. 2018. *Tanah Andosol di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
- Syafii, D. S., Lisnawita, L., dan Hasanudin, H. 2018. Sebaran nematoda sista kentang di Wonosobo dan Banjarnegara, Jawa Tengah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(4): 111-111.
- Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect population. *Annu. Rev. Entomol.* 29: 321-358.
- Turner, S. J. dan Evans, K. 1998. *The Original, Global Distribution and Biology of PCN (Globodera rostochiensis (Woll) And Globodera pallida (Stone)*. CABI International, Wallingford, Oxon (CABI).
- Turner, S. J. dan Rowe, J.A. 2006. *Cyst nematodes*. In R.N. Perry & M. Moens (Eds.), *Plant Nematology* (pp. 91–122). CABI Publishing. Wallingford.
- Wharton, D. A. 2004. *Survival Strategies*. Pp. 371-399 In: *Gaugler R & Anwar LB, eds. Nematode Behaviour*. CABI. New Jersey. USA.
- Winarto. 2015. *Nematologi Tumbuhan*. Minangkabau Press. Padang.