

**Noni Rahmadhini^{1*}, Okta Gegana Purwadi²,
Wiludjeng Widayati³**

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
UPN “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

¹nonirahmadhini.agrotek@upnjatim.ac.id

²oktapurwadi97@gmail.com

³wiludjeng@upnjatim.ac.id

*Penulis Korespondensi

ISSN: 2721-8589 (media online)

ISSN: 2721-8597 (media cetak)

AGRISINTECH

Journal of Agribusiness and Agrotechnology

Vol.4, No.1 (2023)

EKSPLORASI NEMATODA SISTA KENTANG (*Globodera rostochiensis*) PADA LAHAN TANAMAN KENTANG DI DESA SUMBER BRANTAS, JAWA TIMUR

*(Exploration of Potato Cyst Nematode
(Globodera Rostochiensis) on Potato Plantation
In Sumber Brantas Village, East Java)*

ABSTRACT

*Potato is one of the important commodities and has priority to be developed in Indonesia because of its high export potential to other countries. One of the obstacles in increasing the production of potato plants is the potato cyst nematode (NSK) attack. This study aims to determine the presence of NSK on potato fields in Sumber Brantas Village, Bumi Aji District, Batu City, East Java Province. This research was conducted by means of a survey, namely taking soil samples in 2 potato plantations and identifying the nematodes present in them. The assistance process was carried out at the Laboratory of the Agricultural Quarantine Center, Surabaya. The study was conducted from April to May 2022. Identification was carried out through a morphological approach to the perineal pattern/butt print of female nematodes. The results showed that 1528 cysts from the *Globodera rostochiensis* species were found at the study site.*

*Keywords: cyst, *Globodera rostochiensis*, identification, perineal pattern, potato, survey*

ABSTRAK

Kentang merupakan salah satu komoditas penting dan mendapat prioritas untuk dikembangkan di Indonesia karena potensi ekspor yang tinggi ke negara lain. Salah satu hambatan dalam peningkatan produksi tanaman kentang yaitu adanya serangan nematoda sista kentang (NSK). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan NSK pada lahan kentang di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan dengan cara survei yaitu pengambilan sampel tanah di 2 lahan pertanaman kentang dan mengidentifikasi nematoda yang terdapat di dalamnya. Proses identifikasi dilakukan di Laboratorium Balai Besar Karantina Pertanian, Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2022. Identifikasi dilakukan melalui pendekatan morfologi pada karakter pola perineal/sidik pantat nematoda betina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian telah ditemukan sebanyak 1528 sista yang berasal dari spesies *Globodera rostochiensis*.

Kata kunci: *Globodera rostochiensis*, identifikasi, kentang, pola perineal, sista, survei

PENDAHULUAN

Pada tahun 2003 di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Malang,

Jawa Timur ditemukan nematoda sista kentang (NSK) untuk pertama kali (Indarti, 2003). Penemuan ini telah dikonfirmasi melalui pengindentifikasian secara molekul

bahwa spesies yang ditemukan adalah *Globodera rostochiensis* (Lisnawita, 2012). Gejala serangan NSK pada tanaman kentang yang dilaporkan berupa tanaman kerdil, layu, dan daun menguning dengan warna sangat cerah. Apabila rizosfer digali maka akan terlihat perakaran yang memendek, dan terlihat adanya "gurem" atau bentol-bentol kecil – kecil berwarna putih, kuning muda, kuning tua, coklat muda dan coklat tua seperti warna tembaga (Hadisoeganda, 2006).

Kerusakan tanaman inang akibat populasi NSK yang tinggi menyebabkan gejala yang serius. Serangan NSK pada fase vegetatif dengan tingkat populasi yang tinggi dapat menyebabkan tanaman kerdil, kekuningan, layu dan nekrosis. Sedangkan serangan pada fase generatif dapat menyebabkan umbi yang dihasilkan kecil dan apabila tanaman dicabut, sista akan terlihat menempel pada akar tanaman. Bahkan sista dapat teramati pada permukaan umbi kentang (Syafi'i *et al.*, 2018).

Desa Sumber Brantas merupakan salah satu sentra penanaman kentang di Jawa Timur yang berada pada ketinggian 1700 mdpl dengan suhu rata-rata di berkisar 17-24°C sehingga keberadaan NSK sebagai salah satu organisme pengganggu tanaman penting perlu diperhatikan dengan serius. penyelidikan melalui eksplorasi spesies nematoda yang menyerang tanaman kentang dengan tepat dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi pencegahan maupun pengendaliannya. Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki keberadaan NSK pada tanaman kentang dan melakukan identifikasi melalui pendekatan morfologi dan morfometri.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2022. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan pengidentifikasian nematoda dilakukan di Laboratorium Balai Besar Karantina

Pertanian Surabaya di Jl. Letjend Suprpto No 67, Waru, Sidoarjo. Bahan yang digunakan adalah sampel tanah yang diambil dari lahan kentang di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Sampel diambil dari 2 lahan berbeda. Lahan pertama (Lahan A) memiliki ketinggian 1400 mdpl dengan luas kurang lebih 8000 meter persegi. Tanaman kentang di lahan A dalam proses budidayanya menerapkan sistem rotasi tanaman dan mengaplikasikan nematisida sesuai dosis yang dianjurkan. Lahan kedua (Lahan B) memiliki ketinggian 1700 mdpl dengan luas sekitar 2 hektar. Tanaman kentang di lahan B tidak ditanam dengan sistem rotasi tanaman. Namun, lahan ini disanitasi terlebih dahulu dan diberes selama 3-4 bulan serta mengaplikasikan nematisida yang sesuai dosis yang dianjurkan. Varietas kentang yang ditanam pada kedua lahan adalah Granola Kembang yang berumur 90 hst. Penanaman kentang di kedua lahan ini dilakukan secara polikultur bersamaan tanaman hias dan kacang-kacangan.

Alat yang digunakan untuk melakukan pengambilan sampel di lahan berupa sekop kecil, meteran, kantong plastik, label, dan spidol permanen, sedangkan alat yang digunakan untuk melakukan pengidentifikasian jenis nematoda di Balai Karantina berupa mikroskop stereo, mikroskop elektron, *beaker glass*, cawan petri, sendok, kuas, tisu saringan agregat halus, skalpel, alkohol 96%, kaca preparat, dan lemari pendingin.

Cara penentuan titik pengambilan sampel tanah menggunakan metode Rickard & Barker (1982) yang telah dimodifikasi yaitu mengambil sampel pada 10 titik secara zig-zag yang diambil pada petak seluas 30 x 60 meter persegi pada masing-masing lahan. Metode pengambilan sampel tanah pada setiap titik dengan cara membersihkan dan membuang lapisan permukaan tanah atas setebal kurang lebih 5 cm. Mengambil kira-kira seberat 500 gram tanah dari permukaan yang telah dibersihkan tersebut pada kedalaman 10 cm dari area yang sudah

dibersihkan dengan skop kecil. Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik dengan diberi keterangan yang berisi nomor sampel dan kode lahan. Sampel tanah dari setiap titik terkumpul menjadi sampel komposit yang akan diuji di Laboratorium Balai Besar Karantina.

Ekstraksi sista nematoda dilakukan menggunakan metode Baunacke (1922) yaitu dengan menimbang sampel tanah dari masing-masing titik seberat 100 gram. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Kemudian sampel tersebut direndam air sebanyak 1 liter dan diaduk hingga homogen. Sampel yang telah diaduk didiamkan selama kurang lebih satu sampai satu setengah jam agar air yang tertampung berwarna bening karena endapan tanah sudah turun ke bawah dan menyisakan sista yang mengapung di pinggir permukaan *beaker glass*. Sista yang sudah mengapung di pinggiran *beaker glass* kemudian diambil menggunakan sendok yang untuk selanjutnya dipindahkan ke cawan petri yang sudah dialasi kertas tisu. Sampel sista dikeringanginkan untuk memudahkan pembedahan sista ke cawan petri beralaskan tisu. Jumlah sista dari masing-masing lahan kemudian dihitung. Identifikasi secara morfologi dilakukan mengamati sista yang masih aktif, sista dorman dan juvenil NSK.

Identifikasi nematoda dilakukan terhadap pola perineal/sidik pantat sista. Sebanyak 10 sampel sista pengamatan diambil sebagai contoh yang diambil secara acak dari kedua lahan sampel. Prosedur pengidentifikasian secara sidik pantat NSK yang dilakukan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Cooper (1955) dengan membasahi sista dengan aquades agar sista tidak kering, kemudian memotong bagian posterior sista yang terdapat vulva dan anus menggunakan *cutter pen*. Kulit sista bagian posterior tersebut dibersihkan dari sisa – sisa isi tubuh sista dengan aquades dan diiris pinggiran kulitnya serapi mungkin. Langkah selanjutnya adalah merendam posterior yang

sudah dipotong ke dalam *shear solution* selama beberapa menit.

Posterior yang sudah direndam, dibersihkan dengan kuas kecil sambil ditetesi *shear solution* agar bagian posterior bersih dari sisa – sisa isi tubuh, dan pola perineal dari sista lebih timbul, sehingga mudah untuk diamati dan diukur untuk menentukan Rasio *Granek*. Kemudian sampel yang telah dibersihkan, diletakkan pada kaca preparat untuk diukur dan diidentifikasi bagian vulva tersebut dengan mikroskop pada perbesaran 40x. Rasio *Granek* didapatkan dengan membagi nilai dari jarak anus dan vulva dengan nilai dari diameter vulva yang berguna untuk menentukan spesies *Globodera*. Rasio *Granek* spesies *G. Rostochiensis* yaitu 1,3 – 9,5 μm (Marks dan Brodie, 1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Sista dan Karakter Morfologi

Hasil pengamatan yang dilakukan dari semua sampel ditemukan NSK spesies *G. rostochiensis*. Nematoda spesies ini ditemukan dari kedua lahan. Berdasarkan *sampling* yang telah dilakukan total 656 sista ditemukan di lahan A dan sebanyak total 872 sista ditemukan pada lahan B (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah sista nematoda di lahan sampel

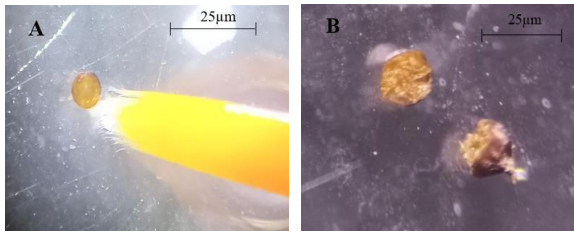
Lahan	Ketinggian	Jumlah sista
A	1400 mdpl	656
B	1700 mdpl	872

Sumber: data primer (2022)

Hasil identifikasi morfologis dari sampel sista yang didapatkan pada kedua lahan merupakan sista NSK yang kosong dan dorman. Sista NSK yang kosong berwarna kuning sedikit transparan. Sista kosong merupakan sista yang telah menetas telurnya. Sedangkan sista yang sedang dorman merupakan sista sedang menunggu untuk menetas telurnya pada saat

lingkungannya sudah sesuai untuk melakukan penetasan (Gambar 1).

Sumber: dokumen pribadi (2022)



Gambar 1 Sista kosong (A), sista dorman dibelah (B).

Proses dormansi (*diapause*) dimulai dengan terjadinya perubahan daya permeabilitas dinding sista dan telur, diikuti dengan penurunan metabolisme telur atau larva ke taraf yang sangat rendah. Pada periode tersebut sista menjadi relung (*niche*) ekologi tersendiri yang sangat resisten terhadap faktor ekologis yang suboptimal (tidak baik) (Hadisoeganda, 2006).

Ukuran sista yang ditemukan berkisar antara 0,3-0,5 mm. Sista ini berbentuk bulat agak lonjong dan berwarna coklat kekuningan hingga coklat kehitaman. Mulyadi *et al.* (2003) menyatakan bahwa bentuk sista *Globodera* yaitu membulat (globular atau *spheroid*), warnanya sebagian besar kuning emas, sebagian lagi putih dan kuning tua sampai coklat.

Juvenil hanya ditemukan dari lahan B, sedangkan dari lahan A tidak ditemukan juvenil. Juvenil merupakan fase dari NSK setelah menetas dari telur. Juvenil yang ditemukan berasal dari lahan B merupakan juvenil J2 dengan ukuran 421µm. Panjang stilet juvenil yang ditemukan adalah 21,83 µm dengan sifat stilet kokoh dan knob basal tebal (Gambar 2). Nematoda J2 yang ditemukan merupakan nematoda infeksi dengan jenis kelamin yang belum dapat diamati. Tubuh nematoda tersebut berbentuk seperti benang halus yang transparan dan berukuran mikroskopis. Identifikasi menunjukkan bagian anterior juvenil yaitu bagian stilet terlihat jelas dan knob mengarah ke bagian posterior. Sedangkan pada bagian posterior tubuh ekor meruncing, dan terdapat ekor hialin. EPPO (2013) dan Syafi'i *et al.*,

(2018) menyatakan bahwa juvenil J2 berbentuk vermiform, bentuk ekor yang semakin ke ujung semakin meruncing, bagian kepala dengan bagian tubuh di belakang kepala dipisahkan oleh lekukan pada kutikula serta tipe stiletnya yaitu stomatostilet yang berkembang dengan baik. Friedman (1990) menambahkan ukuran juvenil pada NSK memiliki panjang 366-470 µm. Ciri khas dari NSK dibandingkan dengan nematoda *Meloidogyne* spp. terdapat pada ekor. Ujung ekor pada *Meloidogyne* spp. sedikit membulat, sedangkan pada NSK memiliki ujung ekor yang lancip.



Sumber: dokumen pribadi (2022)

Gambar 2. Juvenil NSK J2 (421 µm) dengan ujung ekor meruncing (A), stilet juvenil (21,83 µm) (B)

Morfologi *G. rostochiensis* betina yaitu pada tahap awal perkembangannya berwarna putih kemudian berubah menjadi kuning keemasan dan selanjutnya membentuk sista yang berwarna coklat kehitaman (Mulyadi *et al.*, 2003). Satu ekor nematoda betina mampu menghasilkan telur 500 butir. Sedangkan nematoda jantan tidak memarasit tanaman tetapi sangat aktif mengawini nematoda betina (*amphimictic*). Ketersediaan nutrisi mempengaruhi pembentukan kelamin pada larva *G. rostochiensis*. Apabila nutrisi terpenuhi larva NSK akan menjadi betina sebaliknya bila nutrisi tidak terpenuhi dan kondisi lingkungan tidak mendukung larva NSK betina akan berubah menjadi jantan (Stone, 1973).

Karakter Morfometri

Identifikasi morfometri NSK dengan metode sidik pantat merupakan suatu metode

uji yang dilakukan dengan memotong bagian posterior dari NSK. Nilai dari Rasio Granek didapatkan dengan melakukan pembagian dari nilai ukuran jarak anus - vulva terhadap ukuran diameter dari vulva.

Tabel 2. Rasio *granek* sampel sista dari lahan A

No Sampel	Diameter vulva (μm)	Jarak anus-vulva (μm)	Rasio Granek (μm)
1	19,45	61,86	3,1
2	18,48	63,92	3,4
3	17,43	61,80	3,5
4	24,18	66,74	2,7
5	28,47	79,42	2,7
6	19,60	49,26	2,5
7	24,95	78,99	3,1
8	30,21	81,37	2,7
9	27,30	105,42	3,8
10	22,02	66,30	3,0

Sumber: data primer (2022)

Tabel 3. Rasio *granek* sampel sista dari lahan B

No Sampel	Diameter vulva (μm)	Jarak anus-vulva (μm)	Rasio Granek (μm)
1	26,69	101,35	3,7
2	27,79	131,16	4,7
3	24,94	51,65	2,1
4	25,38	76,74	3,0
5	27,57	89,42	3,2
6	29,60	89,26	3,0
7	27,89	88,99	3,2
8	22,27	87,27	3,9
9	24,32	95,47	3,9
10	21,07	86,39	4,1

Sumber: data primer (2022)

Diameter vulva dari sista *G. rostochiensis* yang ditemukan pada sampel lahan A memiliki ukuran 18,48–30,21 μm dengan jarak anus ke vulva sebesar 49,26–131,16 μm (Tabel 2). Sedangkan pada lahan B, sista NSK yang ditemukan memiliki ukuran diameter vulva sebesar 21,07–29,60 μm dengan jarak anus ke vulva sebesar 51,65–

131,16 μm (Tabel 3). Besar rasio granek yang didapatkan dari pembagian jarak anus ke vulva dengan diameter vulva berkisar pada kedua sampel lahan berada di kisaran 2,1–4,7 μm . Hasil pengukuran ini sesuai dengan Rasio Granek yang telah dirumuskan oleh Marks & Brodie (1998). Rasio Granek spesies *G. rostochiensis* yaitu 1,3 – 9,5 μm . Berdasarkan hasil perhitungan Rasio Granek, sista NSK yang berukuran paling besar didapatkan dari lahan B.

Kondisi Tanah

Sista NSK dapat bertahan selama kurang lebih 30 tahun, namun keadaan ini bergantung kepada keadaan lingkungan hidup di lahan dimana NSK bermanifestasi. Keadaan ini meliputi jenis tanah dan suhu tanah.

Tabel 4. Kondisi tanah di lahan penelitian

Sampel Lahan	pH Tanah	Suhu Tanah ($^{\circ}\text{C}$)	Kriteria Tanah
A	6,8	20	Lempung berpasir
B	7	17	Lempung berpasir

Sumber: data primer (2022)

Jenis dan suhu tanah merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi sista NSK dapat bertahan di dalam tanah. Kedua jenis sampel tanah yang diambil dari lahan A dan B memiliki kriteria yang sama yaitu lempung berpasir (Tabel 4). Jenis tanah lempung berpasir merupakan komposisi pasir lebih tinggi daripada debu dan liat. Jenis tanah tersebut menyebabkan pergerakan nematoda di dalam tanah lebih mudah dibandingkan tanah lempung dengan komposisi debu lebih tinggi. Tanah yang ada di kedua lahan merupakan tanah andosol dengan kriteria lempung berpasir yang menurut Darmawijaya (1990), menjelaskan bahwa andosol merupakan tanah yang berwarna hitam kelam, sangat porous, mengandung bahan organik dan liat tipe amorf, terutama alofan serta sedikit silika dan alumina atau hidroksida besi, daya pengikat airnya sangat tinggi, jika ditutup vegetasi selalu jenuh air,

sangat gembur tetapi mempunyai derajat ketahanan struktur yang tinggi sehingga mudah diolah.

Kriteria jenis tanah di Desa Sumber Brantas sangat mendukung kehidupan dari NSK karena pergerakan NSK melalui jalur-jalur air di pori-pori tanah. Menurut Marks & Brodie (1998), jenis tanah sangat mempengaruhi populasi nematoda khususnya pada penetasan telur. Jenis tanah dengan penetasan telur tertinggi yakni 60% pada tanah berpasir, sedangkan 32% menetas pada tanah lumpur, tanah liat dan tanah rawa. Begitu juga pernyataan Dropkin (1988), bahwa tekstur tanah mempengaruhi ukuran pori tanah dan kemampuan menahan air.

Tingkat populasi dari *G. rostochiensis* juga dapat dipengaruhi oleh suhu tanah, jenis bibit yang digunakan, cara petani melakukan perawatan tanah sebelum tanam dan sesudah tanam, pH tanah, dan jenis tanah yang ada di lahan pertanian. Berdasarkan tabel 4, tanah dari lahan A memiliki pH tanah rata-rata sebesar 6,8 dan suhu rata-rata 20°C. Lahan B memiliki pH sebesar 7 dan rata-rata suhu tanah sebesar 17°C. Suhu tersebut sesuai dengan perkembangan spesies *G. rostochiensis* yang dimana menurut Lisnawita *et al.* (2010), faktor abiotik dari lingkungan tanah yang sangat penting mempengaruhi populasi NSK yaitu suhu. Suhu diperlukan oleh NSK untuk melakukan dormansi (Huang & Pereira, 1994), siklus hidup, daya tahan hidup dan perilaku (Wharton *et al.*, 2002). Kaczmarek *et al.* (2014), menyatakan bahwa suhu tanah yang diperlukan telur *G. rostochiensis* untuk menetas yaitu pada 15-20°C, sedangkan telur dari nematoda *G. pallida* membutuhkan suhu yang lebih rendah dari spesies *G. rostochiensis*. Selain itu faktor penyebaran NSK menurut pernyataan Marks & Brodie (1998), yaitu melalui bibit yang digunakan oleh petani. Bibit kentang yang terkontaminasi NSK akan menyebar dari satu lahan ke lahan lain. Stevenson *et al.* (2001) menyatakan spesies NSK yang telah terinfestasi di lahan, mengakibatkan

nematoda akan tetap ada di lahan tersebut dan tidak mungkin bebas dari NSK.

Varietas kentang yang digunakan oleh para petani di daerah Batu adalah kentang varietas Granola Kembang yang merupakan kentang varietas unggul dan termasuk tipe simpangan dari kentang varietas Granola. Kentang varietas Granola Kembang memiliki keunggulan dibandingkan dengan varietas lain yakni produktivitas tinggi, bentuk umbi bulat lonjong, warna daging umbi kuning dan mata umbi dangkal. Menurut Purnamasari (2012), kentang Varietas Granola rentan terhadap sista NSK yang menempel pada akarnya. Sehingga dikembangkan varietas Granola Kembang yang lebih tahan hama dan penyakit terutama terhadap NSK. Selain itu varietas ini mempunyai keunggulan umur tanaman 130-135 HST, potensi hasil 38-50 ton/ha, jumlah umbi per tanaman 12-20 buah dan agak tahan terhadap penyakit hawar daun (*Phytophthora infestans*) (Susiyati & Prahardini, 2004).

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa di lahan kentang Desa Sumber Brantas tidak ditemukan spesies nematoda lain selain *G. rostochiensis*. Berdasarkan metode sidik pantat yang telah dilakukan, ditemukan sista dari NSK yang sudah kosong dan sista yang sedang dorman dengan jumlah sista sebanyak total 656 sista pada sampel lahan A dan 872 sista di lahan B. Hal ini perlu diperhatikan oleh petani kentang di lokasi tersebut karena NSK dapat bertahan dalam bentuk sista selama 30 tahun di dalam tanah dan sewaktu-waktu dapat menginfeksi tanaman kentang.

DAFTAR PUSTAKA

Baunacke, W. (1922). *Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Rübennematoden Heterodera schachtii Schmidt*. Berlin: P. Parey Publisher.

- Cooper, B. A. (1955). *Mounting Technique for Identification of Heterodera Eelworm Cysts*. p. 419 – 420 In D.K. Mc Kevan (ed). Soil zoology. New York and London: Academic Press.
- Darmawijaya, M. I. (1990). *Klasifikasi Tanah: Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Dropkin, V. H. (1988). *Introduction of plant nematology. A Wiley Interscience Publication*. New York: John Wiley and Sons.
- EPPO. (2013). Diagnostoc protocol PM 7/40(3) for *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin*, 43(1), 119-138.
- Friedman M. (1990). *Commercial Production and Development*. Pages 153-171 in: Gaugler, R. & Kaya HK, eds. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Boston: CRC Press.
- Hadisoeganda, A. W. W. (2006). *Nematoda Sista Kentang; Kerugian, Deteksi, Biogeografi dan Pengendalian Nematoda Terpadu*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Kaczmarek A., K. MacKenzie, H. Kettle, & V.C. Blok. (2014). Influence of Soil Temperature on *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *Phytopathologia Mediterranea*. 53(3), 396–405.
- Lisnawita, M. S., & 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, & Suastika, G. (2012). Identification of potato cyst nematode in Indonesia by polymerase chain reaction. *Australasian Plant Disease Notes*, 7, 133–135.
- Marks, R. J. & Brodie, B. B. (1998). *Potato Cyst Nematodes Biology Distribution and Control*. Newyork: CAB International.
- Mulyadi, Indarti, S., Bambang, R. T. P. & B. Triman. (2003). Identifikasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) pada Kentang di Batu Jawa Timur. *Jurnal Perlintan. Indonesia*, 9 (1): 46-53.
- Purnamasari, I. (2012). *Peran Asam Klorogenat pada Ketahanan Kentang Varietas Andigena dan Granola terhadap Serangan Nematoda Sista Kentang (Globodera rostochiensis)*. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Rickard, D. A., & Barker, K. R. (1982). Nematode assays and advisory services. *Southern Cooperative Series Bulletin*, 276, 8-20.
- Stevenson W. R., Rosemary L., Gary D. F., & Weingartner D. P. (2001). *Compendium of Potato Disease*. Second Edition. Northwood Circle,

- US: APS Press.
- Stone, A. R. (1973). *Heterodera pallida* n-sp. (Nematoda : Heteroderidae), a second species of potato cyst nematode. *Nematologica*, 18, 591 – 606.
- Susiyati & Prahardini. (2004). *Usulan dan Pelepasan Varietas Unggul Granola Kembang*. Diperta Provinsi Jatim. hlm. 15.
- Syafi'i, D. S., Lisnawita, Hasanudin. (2018). Sebaran Nematoda Sista Kentang di Wonosobo dan Banjarnegara, Jawa Tengah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14 (4), 111 – 119.
- Wharton, D. A., Goodall G. & Marshall. (2002). *Freezing Rate Affects the Survival of a Short-term Freezing Stress in Panagrolaimus davidi, an Antarctic Nematode That Survives Intracellular Freezing*. *CryoLetters* 23: 5-10 In: Gaugler R & Bilgrami AL, eds. 2004. *Nematode Behaviour*. UK: CAB International.