

Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) Penyebab Penyakit pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) dan Cara Pengendaliannya

Yellow Cyst Nematode (*Globodera rostochiensis*) Causing Disease in Potato Plants (*Solanum tuberosum*) and how to control it

Alma Fadilah¹⁾, Nadhira Rasya Salsabila¹⁾, Dara Oktaviani¹⁾, Fauziah Aktavia¹⁾, Nida Khairun Nisaa¹⁾, Linda Advinda²⁾, Priyanti³⁾

¹⁾Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Jl. Ir H. Juanda No.95, Cemp. Putih, Kec. Ciputat Tim., Kota Tangerang Selatan, Banten 15412

²⁾Dosen Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171

³⁾Dosen Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jl. Ir H. Juanda No.95, Cemp. Putih, Kec. Ciputat Tim., Kota Tangerang Selatan, Banten 15412

Email: alma.fadilah19@mhs.uinjkt.ac.id

ABSTRAK

Nematoda sista kuning (NSK) *Globodera rostochiensis* merupakan jenis agen hayati yang menyerang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) dan menyebabkan rendahnya produksi tanaman kentang. Pengendalian NSK saat ini masih banyak menggunakan nematisida kimia yang dapat menimbulkan dampak negatif berupa keracunan pada manusia dan hewan peliharaan, pencemaran air tanah, serta terbunuhnya organisme bukan sasaran, termasuk musuh alami nematoda seperti jamur dan bakteri. Maka, perlu dilakukannya pengendalian NSK dengan menggunakan agen hayati yang sifatnya ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui siklus hidup nematoda sista kuning, gejala penyakitnya, dan cara pengendaliannya terhadap tanaman kentang. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur. Berdasarkan data yang diperoleh siklus nematoda sista kuning terdiri dari telur, 4 fase juvenil, dan dewasa. Tanaman yang terinfeksi nematoda sista kuning menyebabkan timbulnya gejala berupa tumbuhan tanaman menjadi kerdil, kekuningan, layu, dan nekrosis. Beberapa agen hayati dapat dimanfaatkan sebagai pengendali nematoda sista kuning pada tanaman kentang, diantaranya bakteri endofit, tumpang sari kunyit, fungi mikoriza arbuskula, dan jamur *Lecanicillium lecanii*.

Kata kunci : Agen hayati; Kentang; Nematoda

PENDAHULUAN

Kentang merupakan salah satu komoditi hortikultura yang menghasilkan umbi yang dapat dimakan, serta dibudidayakan dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk dalam negeri maupun impor oleh para petani di Indonesia (Singgih & Harijono, 2015; Prasidi, 2021). Keadaan tersebut mendesak untuk peningkatan produksi tanaman kentang, namun serangan hama yang disebabkan oleh nematoda merupakan faktor pendukung yang dapat menyebabkan rendahnya produksi kentang (Indrawan et al., 2017). Nematoda merupakan salah satu parasit yang dapat menyerang berbagai jenis tanaman di Indonesia. Adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) sangat meresahkan para petani kentang, terutama serangan nematoda sista kuning (NSK) yang

dapat mengganggu produksi tanaman kentang secara signifikan (Indrawan et al., 2021). Nematoda sista kuning (NSK) *Globodera rostochiensis* merupakan jenis agens hayati yang menyerang tanaman kentang (*Solanum tuberosum*), serta menyebabkan rendahnya produksi tanaman kentang (Syafii et al., 2018; Indrawan et al., 2021).

Produksi hasil kentang yang terjangkit NSK terjadi penurunan mencapai 30%. Studi kasus di Bolivia penurunan produksi kentang sebanyak 58%, Inggris 64%, dan bagidaerah tropis dengan tingkat kegiatan inokulum yang tinggi, serta penanaman secara terusmenerus, penurunan produksi kentang sebanyak 80%, terkhususnya di Indonesia penurunan hasil kentang mencapai angka 70% (Asyiah, 2007; Indrawan et al., 2021).

Salah satu faktor pendukung penyebaran populasi NSK yang menyerang tanaman kentang yaitu faktor iklim. Pada dasarnya kentang dapat tumbuh pada tanah dengan pengairan yang baik, bertekstur sedang hingga kasar, dan curah hujan rata-rata 1500 mm/tahun. Air hujan yang turun ke tanah dapat membuat aliran air ke dalam areal lahan dan menyebabkan penyebaran nematoda secara cepat, karena terbawa oleh partikel-partikel tanah yang terkena percikan air hujan (Indrawan et al., 2021). Serangan nematoda dapat menyebabkan kerusakan pada akar terutama bagian pembuluh jaringan, yangdimana nematoda akan menghisap sel-sel akar yang membuat pembuluh jaringan terganggu sehingga membuat translokasi air dan unsur hara terhambat (Raihana et al., 2017).

Gejala yang ditimbulkan dari serangan NSK pada tanaman kentang seperti pertumbuhan yang tidak normal, daun layu, dan kerdil (Indrawan et al., 2017). Berbagai penelitian saat ini telah dilakukan untuk mengatasi serangan NSK pada kentang. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui siklus hidup nematoda sista kuning, gejala penyakitnya dan cara pengendaliannya terhadap tanaman kentang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode studi literatur primer dari kumpulan jurnal nasional dan internasional yang diakses melalui *Google Scholar*, Google dan situs jurnal online lainnya. Sumber litelatur berasal dari jurnal- jurnal yang terbit dari tahun 2009 hingga 2022. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mengambil informasi dari beberapa jurnal yang dijadikan referensi mengenai morfologi nematoda, gejala infeksi, dan pengendalian nematoda.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Siklus Hidup Nematoda *Globodera rostochiensis*

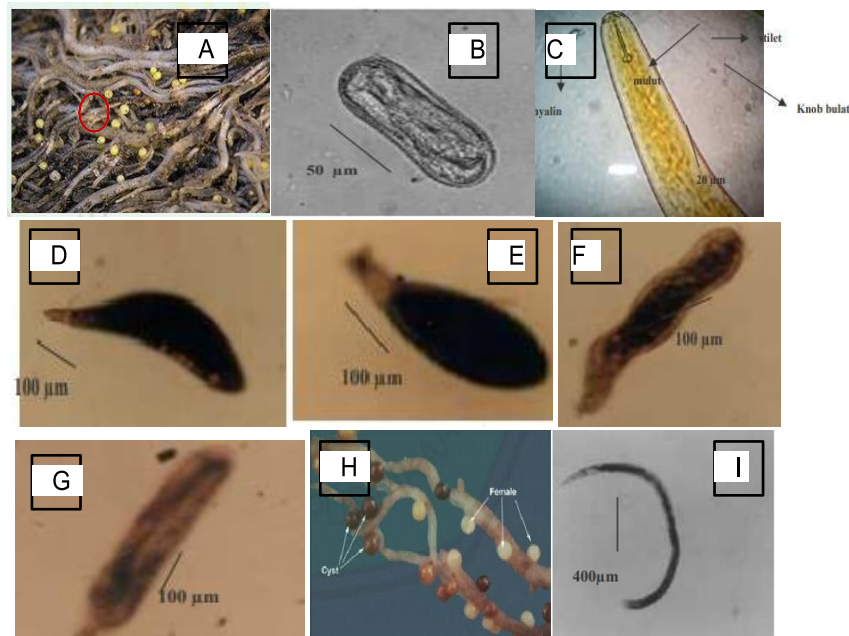
Nematoda betina dewasa berwarna kuning keemasan sehingga sering disebut dengan nematoda sista kuning/emas (*golden nematode*). Sista merupakan nematoda betina dewasa yang dibentuk dari kutikula yang mengeras; di dalamnya berisi telur, juvenil 1, dan juvenil 2 dan kemudian menjadi generasi berikutnya. Nematoda sista kuning menunjukkan siklus hidup yang dimulai dari fase telur, fase juvenil, dan fase dewasa. Morfologi siklus hidup

sista kuning ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakter morfologi dari siklus hidup nematoda *Globodera rostochiensis*

Karakter	Morfologi
Sista awal	Berwarna putih atau kuning keemasan
Sista	Coklat atau coklat kehitaman
Bentuk sista	Tidak seragam (bulat, sedikit elips atau ovoid) dan tidak memiliki terminal (vulval) cone (lingkaran kuning)
Panjang sista	Rata-rata 593.82 μm (381.65–776.39 μm)
Lebar sista	Rata-rata 572.00 μm (329.90–782.08 μm)
Panjang telur	Antara 98 – 109 μm . Rata-rata 105 μm
Lebar telur	Antara 50 -59 μm . Rata-rata 54,6 μm .
Bentuk juvenile 2	Seperti cacing
Panjang juvenil 2	Rata-rata 469,50 μm
Panjang stilet	21,63 μm
Panjang hialin ekor	26,55 μm
Warna nematoda betina dewasa	Kuning keemasan
Bentuk nematoda betina dewasa	Bulat, bagian posterior tidak menonjol
Bentuk nematoda jantan dewasa	Berbentuk cacing
Ukuran nematoda	1200 μm

Globodera rostochiensis merupakan nematoda berupa cacing yang berukuran kecil dengan panjang kurang dari 1 mm, tinggal di dalam tanah untuk menyerang akar tanaman. *G. rostochiensis* dan umumnya bersifat menetap (*sedentary*). *G. rostochiensis* dalam perkembangannya melalui beberapa tahapan stadium, seperti telur, larva, dan dewasa. Siklus hidup dari telur sampai dewasa berlangsung selama 38-48 hari. Siklus hidup dari *G. rostochiensis* dimulai dari juvenil 2 dan menjadi sista. *G. rostochiensis* mempunyai 4 fase juvenile dan fase dewasa (Asyiah, 2009).



Gambar 1. Siklus hidup *G. rostochiensus*. Sista (A), telur (B), juvenil 2 (C), juvenil 3 betina (D), juvenil 4 betina (E), juvenil 3 jantan (F), juvenil 4 jantan (G), betina dewasa dan kista (H), dan jantan dewasa (I)
 (Sumber: Asyiah, 2009)

Kutikula *G. rostochiensus* yang mengeras membentuk sista dan di dalamnya terdapat telur, juvenil 1 dan 2 yang nantinya akan menjadi generasi *G. rostochiensus* berikutnya. Ketika tanaman kentang yang terinfeksi *G. rostochiensus* dicabut, akan terlihat sista berwarna putih atau kuning keemasan yang seiring waktu akan berubah menjadi cokelat hingga kehitaman (Gambar 1a) (Selamet et al., 2019). Antara vulva dengan anus mengandung lebih dari 12 *pararel ridges*. Sista mempunyai panjang antara 470-1.008 µm dengan rata-rata 638,08 µm. Sedangkan lebar sista antara 357-744 µm dengan rata-rata 490,33 µm. Panjang kepala termasuk "leher" antara 80-160 µm dengan rata-rata 112,17 µm.

Bentuk telur dari *G. rostochiensus* yaitu berbentuk oval (Gambar 1b) ketika massa telur berada di dalam tubuh betina yang telah berubah menjadi sista. Panjang telur antara 98 - 109 µm dengan rata-rata 105 µm. Lebar telur antara 50 - 59 µm, dengan rata-rata 54,6 µm. Adapun komposisi kimia utama cangkang telur *G. rostochiensus* adalah protein (59%), kitin (9%), lipid (7%), karbohidrat (6%), abu dan polifenol (3%) (Hartingsih, 2013).

Nematoda muda disebut dengan juvenil. *G. rostochiensus* yang memiliki 4 fase juvenil, di antaranya juvenil 1, juvenil 2, juvenil 3, dan juvenil 4. Juvenil 1 berada pada telur, juvenil 2 merupakan nematoda yang baru menetas dari telur dan berbentuk seperti cacing. Juvenil 2 memiliki kepala yang bulat, stiletnya berkembang dengan baik, dan knob

stilet berbentuk bulat (Gambar 1c), sedangkan juvenil 3 dan juvenil 4 ditemukan beberapa hari setelahnya ketika tanaman bertunas (Badikaruma, 2015).

Globodera rostochiensis betina dewasa berwarna putih seperti mutiara, dengan leher memanjang dan menonjol (Gambar 1d). Warna akan berubah dari putih menjadi kuning keemasan saat betina matang menjadi kista. Kista yang pertama kali terlihat di permukaan akar berwarna kuning, yang nantinya akan berubah menjadi coklat seiring bertambahnya usia. Kista memiliki bentuk oval hingga bulat dengan leher menonjol, dan setiap kista memiliki 200 - 1000 telur (Dinh dan John, 2021).

Globodera rostochiensis jantan mengalami metamorfosis sejati, karena berbentuk seperti cacing (*vermiform*), sedikit meruncing di bagian anterior dan posterior (Gambar 1e). *G. rostochiensis* jantan dewasa tidak termasuk ke dalam parasit. Peran jantan dewasa yaitu mengawini betina untuk memperbanyak nematoda *G. rostochiensis*. Setelah terjadi perkawinan, betina akan menghasilkan sekitar 500 telur (Hadisoeganda, 2006).

Gejala Infeksi *Globodera rostochiensis* pada Tanaman

Secara mekanik, nematoda menusuk jaringan tanaman dengan menggunakan stiletnya untuk menghisap cairan-cairan dari dalam sel. Secara kimiawi, nematoda mensekresikan enzim-enzim sehingga dapat mengganggu patologi sel-sel inang (Hudaya dan Sulastrini, 2012).



Gambar 2. Gejala infeksi nematoda *G. rostochiensis* pada tanaman kentang
(Sumber: Elkobrosy et al., 2022, Syafi'i et al., 2018).

Infeksi oleh nematoda kista kentang menyebabkan berbagai gejala pada struktur tanaman inang di atas dan di bawah tanah permukaan tanah (Hajihassani et al., 2013). Gejala dari tanaman yang terinfeksi sama dengan gejala serangan nematoda pada umumnya. Infeksi pada fase vegetatif dengan tingkat populasi yang tinggi mengakibatkan tumbuhan tanaman menjadi kerdil karena terhambat, kekuningan, layu, dan nekrosis (Gambar 2a). Ketika menyerang pada fase generatif dapat menyebabkan umbi berukuran kecil (Gambar 2b), serta ketika tanaman dicabut akan terlihat sista yang menempel (Gambar 2c). Namun terkadang sista dapat dilihat di permukaan umbi (Syafi'i et al., 2018).

Gejala infeksi di dalam tanah menyebabkan sistem akar dapat memendek dan bercabang dengan nematoda betina dewasa yang berada dipermukaan akarnya (Hajihassani et al., 2013).

Pengendalian Nematoda Sista Kuning Terhadap Tanaman Kentang

Terdapat beberapa kemampuan agen hayati dalam mengendalikan nematoda sista kuning terhadap tanaman kentang yang telah diuji. Beberapa agen hayati yang telah diteliti, di antaranya bakteri endofit, tumpangsari kunyit, fungi mikoriza arbuskula, dan jamur *L. lecanii* (Tabel 2).

Tabel 2. Agen hayati pengendali nematoda sista kuning pada tanaman kentang

Agen hayati	Hasil
Bakteri endofit	Isolat bakteri endofit (Isolat AA, AH, BA, BE, DA, DH) yang berasal dari akar, batang, dan daun tanaman kentang mampu menghambat pertumbuhan populasi nematode sista kuning (<i>Globodera rostochiensis</i>), serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kentang, yaitu tinggi tanaman dan berat akar tanaman kentang (Utami et al., 2012).
Tumpangsari kunyit	Populasi sista kuning menurun dengan menggunakan tumpangsari kunyit dengan perlakuan 1:1 (1 tanaman kentang:1 tanaman kunyit) (Munawaroh & Hambeg Poromarto, 2019).
Fungi mikoriza arbuskula	Fungi mikoriza arbuskula dapat menekan perkembangan nematoda sista kuning (juvenil stadium 2, betina, dan sista) dengan dosis terbaik adalah 150 spora/pot (Nurbaity et al., 2011).
Jamur <i>Lecanicilliumlecanii</i>	Efektivitas parasitik jamur <i>Lecanicillium lecanii</i> dapat menyebabkan mortalitas sista dari nematoda sista kuning pada konsentrasi 108 konidia/ml (Nohan Rembulan et al., 2013).

Pengendalian nematoda sista kuning (NSK) dengan menggunakan bahan kimia dapat memberikan dampak negatif. Oleh karena itu, pengendalian NSK dengan agen hayati lebih banyak dikembangkan potensinya dalam mengendalikan NSK terhadap tanaman kentang. Berdasarkan studi literatur diketahui terdapat beberapa agen hayati yang dapat

mengendalikan NSK pada tanaman kentang (Tabel 2).

Nematoda sista kuning (NSK) termasuk ke dalam ordo Tylenchida dengan famili Heteroderidae, yang pada siklus sista dapat merusak dan mematikan tanaman kentang dalam jumlah besar, sehingga menurunkan produktivitas tanaman kentang (Nohan Rembulan et al., 2013). Patogen ini dapat ditularkan melalui tanah yang terinfeksi pupuk kandang dan umbi bibit yang telah terinfeksi dengan gejala, seperti pembengkakan dan benjolan pada perakaran, benjolan-benjolan pada umbi, serta yang paling parah mengakibatkan perubahan bentuk pada umbi (cacat) (Indrawan & Nur Widyastuti, 2017). Gejala lain yang ditimbulkan akibat serangan NSK adalah bagian tanaman di atas permukaan tanah menunjukkan pertumbuhan yang terhambat atau kerdil, daunnya menguning (klorosis), dan layu (Nohan Rembulan et al., 2013).

Produksi kentang di Indonesia sangat fluktuatif yang disebabkan adanya perubahan luas lahan dan serangan OPT termasuk NSK (Dirjen Horti, 2017). Menurut Dirjen Hortikultura (2003), kentang dapat mengalami penurunan produksi yang disebabkan oleh NSK sebesar 70% dari produksi normal dari 25 ton/ha menjadi 10 ton/ha (Munawaroh & Hambeg Poromarto, 2019). Rendahnya produktivitas kentang yang disebabkan oleh NSK, maka diperlukan pengendalian NSK dari tanaman kentang.

Berdasarkan penelitian Utami et al. (2012) filtrat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kentang (akar, batang, dan daun) menunjukkan aktivitas penghambat pertumbuhan sista kuning pada tanaman kentang. Penurunan populasi NSK di dalam tanah dengan perlakuan isolat bakteri endofit dikarenakan adanya senyawa-senyawa kimia yang dihasilkan bakteri endofit, yaitu siderofor, fitoaleksin, dan senyawa antinematoda yang dapat menghambat pertumbuhan nematoda. Selain itu, terjadi penurunan jumlah sista nematoda yang disebabkan oleh matinya larva pada awal perkembangan, sehingga larva tidak dapat berkembang menjadi nematoda. Isolat bakteri endofit juga mampu meningkatkan tinggi dan berat akar tanaman kentang. Bakteri endofit mampu memproduksi fitohormon yang dapat meningkatkan produksi penyerapan mineral, fiksasi nitrogen, mengurangi kerusakan akibat perubahan cuaca dan meningkatkan ketahanan tanaman dari penyakit.

Populasi sista dan jumlah telur dapat mengalami penurunan dengan perlakuan tumpangsari kunyit 1:1, yaitu dalam 1 polyabag ditanami 1 tanaman kentang dan 1 tanaman kunyit (Munawaroh & Hambeg, 2019). Peran kunyit dalam perlakuan tumpangsari dapat mempengaruhi jumlah sista, karena terdapat senyawa etanol yang terkandung di dalamnya. Senyawa etanol dapat melisiskan sista maupun larva nematoda sista kuning (Indrawan et al., 2017). Penggunaan tanaman sampingan yang bukan inangnya dapat menstimulasi telur nematoda tanpa mendukung proses reproduksi nematoda dan dapat membatasi sumber makanan nematoda di dalam tanah, sehingga nematoda akan mati akibat tidak adanya sumber makanan (Dandurand et al., 2016).

Pemberian spora fungi mikoriza arbuskula (FMA) dengan dosis 150 spora/pot mampu menurunkan jumlah juvenil stadium II (J2), jumlah nematoda yang menempel pada akar, dan jumlah sista yang terbentuk berturut-turut sebesar 45%, 70%, dan 86% (Nurbaity et al., 2011). Perubahan fisiologis akibat formasi FMA dapat menyebabkan akar menjadi antagonis bagi nematoda. Mekanisme utama penekanan NSK oleh FMA adalah efek kompetisi dengan FMA dan adanya senyawa isoflavonoid yang dikeluarkan oleh FMA.

Berdasarkan penelitian Nohan Rembulan (2013) pemberian jamur *Lecanicillium lecanii* 108 konidia/ml dapat menyebabkan mortalitas sista NSK sebesar 60%. Tingginya konsentrasi konidia jamur menyebabkan sista NSK tidak mampu bertahan dari serangan patogen sehingga meningkatkan mortalitas sista NSK. Nematoda yang terinfeksi jamur *Lecanicillium lecanii* akan menunjukkan tanda seperti bagian luar sista yang berwarna putih karena ditumbuhi oleh hifa jamur. Selain itu, hifa jamur *Lecanicillium lecanii* dapat menginfeksi telur dan juvenil NSK yang menyebabkan embrio yang berada di dalamnya mati (Meyer & Wergin, 1998).

Secara umum pengendalian NSK saat ini masih banyak menggunakan produk nematisida kimia yang dapat menimbulkan dampak negatif berupa keracunan pada manusia dan hewan peliharaan, pencemaran air tanah, serta terbunuhnya organisme yang bukan sasaran, termasuk musuh alami nematoda seperti jamur dan bakteri (Mustika & Nuryani, 2006). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian NSK dengan menggunakan agen hayati yang sifatnya ramah lingkungan dan lebih ekonomis (Nurbaity et al., 2011).

PENUTUP

Siklus hidup sista kuning terdiri dari fase telur, juvenil, dan dewasa. Siklus hidup NSK dari telur sampai dewasa berlangsung selama 38-48 hari. ketika tanaman kentang yang terinfeksi *G. rostochiensis* di cabut, akan terlihat sista berwarna putih atau kuning keemasan yang seiring waktu akan berubah menjadi coklat hingga kehitaman. Gejala yang ditimbulkan akibat serangan NSK adalah bagian tanaman di atas permukaan tanah yang pertumbuhannya terhambat atau kerdil, daunnya menguning (klorosis), dan layu. Beberapa agen hayati dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan penyakit nematoda sista kuning pada tanaman kentang, diantaranya bakteri endofit, tumpang sari kunyit, fungi mikoriza arbuskula dan jamur *Lecanicillium lecanii*. Pengendalian NSK dengan menggunakan agen hayati sifatnya lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Pengendalian NSK nematisida kimia dapat menimbulkan dampak negatif berupa keracunan pada manusia dan hewan peliharaan, pencemaran air tanah, serta terbunuhnya organisme bukan sasaran, termasuk musuh alami nematoda seperti jamur dan bakteri.

REFERENSI

- Asyiah, I.N. (2007). Kajian penggunaan anti nematoda dari tumbuhan dalam pengendalian nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis* woll). [Disertasi]. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Asyiah, I. N. (2009). Siklus hidup dan morfologi nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis*). *Jurnal Biologi Edukasi*, 1(1), 40-42.
- Badikaruma, M. W. (2015). Efektivitas dosis formulasi bakteri *Pseudomonas diminuta* (Leifson dan Hugh) dan *Bacillus mycoides* (Flugge) dalam mengendalikan nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis* (Woll.)) pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* (L.)) (SKRIPSI). Jember: Universitas Jember
- Dandurand, L. M., Morra, M., & Zasada, I. (2016). *Pale Cyst Nematode Eradication Research*. Potato Progress Research & Extension for Potato Industry of Idaho, Oregon & Washington.
- Dinh, Q., John, W. (2021). Taxonomy, morphological and molecular identification of the potato cyst nematodes, *Globodeta pallida* and *G. rostochiensis*. *Plants*, 10(1): 184
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2003). Nematoda sista kuning (NSK) *Globodera rostochiensis* pada tanaman kentang. Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2017). Laporan kinerja direktorat jenderal hortikultura. Kementerian Pertanian.
- Elkobrosy, D. H., Dalia, G. A., Elsayed, E. H., Mohamed, A. E. S., Asma, A. A. H., Hayssam, M. A., Jebri, J., Saad, S., Nader, R. A., & Ahmed, S. M. E. (2022). Quantitative detection of induced systemic resistance genes of potato roots upon ethylene treatment and cyst nematode, *Globodera rostochiensis*, infection during plant–nematode interactions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), 3617–3625. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.045>.
- Hadisoeganda, A. W. W. (2006). *Monografi No.29: Nematoda sista kentang; kerugian, deteksi, biogeografi dan pengendalian nematoda terpadu*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Bandung.
- Hajihassani, A., Elnaz, E., & Masomeh, H. (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.

- Hartaningsih, L.H.F. (2013). Pengaruh filtrat bakteri endofit terhadap penetasan telur nematoda sista kentang (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber)) (SKRIPSI). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hudaya, A., and I. Sulastrini. (2012). *Solarisasi tanah untuk menurunkan populasi nematoda parasit pada pertanaman kentang*. Balai Penelitian Hortikultura Lembang.
- Indrawan, D., & Nur Widyastuti, S. (2017). Pengaruh konsentrasi etanol dan lama waktu perendaman terhadap kemampuan deteksi nematoda sista kuning (*Globodera* spp). *Journal Agrosience*, 7(1), 220-226.
- Meyer, S. L. F., & Wergin, W. P. (1998). Colonization of soybean cyst nematode females, cysts, and gelatinous matrices by the fungus *Verticillium lecanfi*. In *Journal of Nematology*, 30(4), 436-450.
- Munawaroh, D., Subagiya, S., & Poromarto, S. H. (2019). Efektivitas Tumpangsari Kunyit terhadap Penekanan Nematoda Sista Kuning pada Kentang. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 21(1), 6-10.
- Mustika, Ika., & Nuryani, Yang. (2006). Strategi pengendalian nematoda parasit pada tanaman nilam. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(1).
- Nohan Rembulan, S., Suparno, G & Ratnasari, E. (2013). Uji kemampuan parasitik jamur *Lecanicillium lecanii* terhadap mortalitas sista nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis* W.). *LenteraBio*, 2(1), 159–163.
- Nurbaity, A., Sunarto, T., Hindersah, R., Solihin, A., & Kalay, M. (2011). Fungi mikoriza arbuskula asal pangalengan jawa barat sebagai agens hayati pengendali nematoda sista kentang. *Jurnal Agrotropika*, 16(2), 57-61.
- Selamet, S., Meity, S.S., Ali, N., Kikin, H.M. (2019). Morfologi dan morfometri nematoda sista kentang (*Globodera* spp.) asal dataran tinggi Dieng, Jawa Tengah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(2): 77 -84.
- Syafi'i, D.S., Lisnawita, Hasanudin. (2018). Sebaran nematoda sista kentang di Wonosobo dan Banjarnegara, Jawa Tengah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(4): 111 – 119.
- Utami, U., Hariani, L., & Setyaningrum, R. (2012). Pengujian potensi bakteri endofit terhadap pertumbuhan populasi nematoda sista kuning (*Globodera rostochiensis*) pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Sainstis*, 1(2), 104-114.