

Uji efektivitas *Trichoderma asperellum* dalam pengendalian nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) secara *in vitro*

Sisi Indriyani, I Gede Swibawa, Ni Kadek Emi Sintha Dewi, dan Cipta Ginting

Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

Abstract: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are significant pests that damage the root systems of plants and are difficult to control using conventional methods. The use of chemical nematicides carries the risk of environmental contamination, so environmentally friendly control alternatives are needed, one of which is using the biological agent *Trichoderma asperellum*. This study aims to determine the effect of spore concentration and exposure duration of *T. asperellum* on the hatching of *Meloidogyne* spp. eggs *in vitro*. The research was conducted at the Plant Pest Science Laboratory and the Biotechnology Laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Lampung, from May to July 2025. The experiment used a completely randomized design (CRD). The first experiment tested five concentrations of spore suspension dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-5} , and a control), while the second experiment tested exposure durations of 10, 15, 30, and 60 minutes. The results showed that a concentration of 10^{-2} (2.7×10^5 spores/mL) was able to inhibit egg hatching by 50.90%, which was higher than the other concentrations. In the duration test, juvenile mortality increased over time, reaching 85.37% at 10 minutes and 99.83% at 60 minutes. In conclusion, a 10^{-2} concentration with a minimum exposure of 30–60 minutes is effective in reducing the hatching rate of *Meloidogyne* spp. eggs and has the potential to be applied as an environmentally friendly biological control.

Keywords: biological control, exposure duration, *Meloidogyne* spp., spore concentration, *Trichoderma asperellum*

Pendahuluan

Nematoda puru akar (NPA) *Meloidogyne* spp. merupakan OPT penting dunia yang menyebar di daerah subtropis maupun tropis dan menyerang sekitar 2000 spesies tanaman. Serangan NPA menimbulkan kerusakan sistem perakaran sehingga mengganggu penyerapan nutrisi dan air, ditandai dengan gejala puru atau pembengkakan akar akibat aktivitas nematoda yang membentuk *giant cells*. Kondisi ini menghambat kemampuan tanaman menyerap nutrisi dan berdampak pada pertumbuhan yang buruk (Vinasari, 2018).

Meloidogyne spp. merupakan nematoda yang berkembang sangat cepat dan mempunyai daya tekan tinggi terhadap pertumbuhan tanaman. Serangan nematoda ini menimbulkan gejala khas berupa akar membengkak yang disebut puru akar, jumlah akar lebih sedikit, serta pada bagian atas tanaman menyebabkan daun klorosis, layu, kerdil, bahkan kematian pada serangan berat (Kurniawati *et al.*, 2020).

NPA menghasilkan telur yang terbungkus matriks gelatin, dimana betina dapat menghasilkan 500–1000 telur yang tetap bertahan di tanah dan perakaran meskipun kondisi kekeringan (Ravichandra, 2014), sehingga populasi NPA cepat meningkat dan sulit dikendalikan. Pengendalian dapat dilakukan secara kimiawi dengan nematisida sintetik maupun secara hayati menggunakan agensia hayati, dimana pengendalian kimiawi terbukti efektif namun berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan petani, sedangkan agensia hayati menjadi alternatif yang aman.

Jamur *Trichoderma* sp. efektif mengendalikan nematoda puru akar (NPA) dan dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan untuk mengurangi kerugian produksi tanaman akibat serangan NPA. Rizki dan Oemry 2019 melaporkan efektivitas *Trichoderma* sp. secara *in vivo* dalam pengendalian NPA, namun mekanisme pengendalian secara *in vitro* masih belum diketahui sehingga perlu penelitian lebih lanjut.

Trichoderma sp. dapat mengendalikan NPA secara efektif dan digunakan sebagai agen pengendali hayati yang ramah lingkungan serta mengurangi kerugian ekonomi akibat serangan NPA. Beberapa mekanisme *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan patogen tanaman telah dilaporkan, di antaranya meningkatkan ketahanan tanaman, merangsang pertumbuhan, membantu akar menyerap unsur hara, serta berperan sebagai dekomposer bahan organik, sehingga aplikasi *Trichoderma* sp. dapat memberikan

Sitasi: Indriyani S, Swibawa IG, Dewi NKES, dan Ginting C. 2026. Uji efektivitas *Trichoderma asperellum* dalam pengendalian nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) secara *in vitro*. JPA 3(1): 15–20.

Artikel masuk: 11 Desember 2025
Revisi diterima: 15 Januari 2026
Publikasi online: 24 Februari 2026

*Penulis korespondensi:
Sisi Indriyani
(sysyindry@gmail.com)

pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman (Rizal *et al.*, 2019).

Metode Penelitian

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2025 sampai Juli 2025. NPA diambil dari pertanaman tomat, Desa Trimulyo, Kecamatan Natar, Kab. Lampung Selatan, Lampung. Pengujian daya bunuh *T. asperellum* dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan satu isolat koleksi Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yaitu *Trichoderma asperellum* yang berasal dari rizosfer tanaman nanas dan diisolasi pada tahun 2015 dengan kode isolat WT1. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji berupa tingkat kerapatan spora yang diperoleh dari suspensi jamur dengan pengenceran 10^{-1} (P1), 10^{-2} (P2), 10^{-3} (P3), 10^{-5} (P4), serta kontrol tanpa perlakuan (P0). Seluruh perlakuan diulang sebanyak lima kali. Setiap satuan percobaan menggunakan lima massa telur NPA, sehingga total massa telur NPA yang digunakan sebanyak 25.

Pelaksanaan penelitian

Pembuatan media Potato Dextrose Agar (PDA). Pembuatan media ini dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan yang terdiri dari 20 g agar, 200 g kentang, 20 g dextrose, dan 500 ml aquadest. Bahan-bahan yang telah tercampur tersebut dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer kemudian ditutup dengan aluminium foil, dikencangkan dengan karet gelang. Kemudian media tersebut direbus hingga mendidih dan homogen, setelah itu diautoklaf selama 15 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 121 °C. Kemudian media tersebut diangkat dan didinginkan sampai ± 50 °C, lalu ditambahkan asam laktat 1,4 ml sebelum dituang ke cawan petri.

Peremajaan *T. asperellum* ke dalam media PDA. Jamur *T. asperellum* yang digunakan merupakan koleksi dari Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Jamur *T. asperellum* diremajakan dengan cara melubangi isolat menggunakan jarum ose. Isolat dipindahkan ke dalam media PDA yang baru kemudian cawan petri ditutup dan diinkubasi selama 14 hari pada suhu ruang.

Pembuatan suspensi spora jamur *T. asperellum*. Jamur *T. asperellum* berumur 14 hari dipanen dengan menambahkan 10 mL air steril ke dalam cawan Petri, suspensi diaduk menggunakan batang *Drigalsky* dan dihomogenisasi dengan *rotamixer* selama 1 menit hingga terbentuk suspensi. Selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat dengan menyiapkan tabung reaksi berisi 9 mL air steril, lalu 1 mL suspensi awal dimasukkan ke tabung pertama untuk menghasilkan pengenceran 10^{-1} , dan proses diulang hingga diperoleh pengenceran 10^{-5} .

Perhitungan jumlah spora jamur *T. asperellum*. Jumlah spora dalam suspensi jamur *T. asperellum* dihitung menggunakan *haemocytometer* di bawah mikroskop majemuk perbesaran 400 kali. Spora dihitung dengan memilih lima kotak sedang, dilakukan perhitungan jumlah spora tiap kotak, lalu dirata-ratakan. Berdasarkan rata-rata tersebut, nilai spora dihitung dengan rumus (Yuliani, 2013):

$$S = R \times K \times F$$

Keterangan:

S = Jumlah spora (spora/mL),

R = Jumlah rata-rata spora pada 5 bidang *haemocytometer*,

K = Konstanta koefisien alat ($2,5 \times 10^5$), dan

F = Faktor Pengenceran yang dilakukan.

Perhitungan akar tanaman tomat terserang nematoda puru akar. Massa telur NPA diambil dari akar tanaman bergejala terserang nematoda tersebut. Pengambilan akar dilakukan pada pertanaman tomat, Desa Trimulyo, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung. Tanaman yang menunjukkan gejala dan akarnya yang

menunjukkan gejala terserang puru diambil dan dikumpulkan untuk selanjutnya diproses di laboratorium

Penyiapan massa telur nematoda puru akar. Akar tomat berpuhu yang dicuci bersih dan massa telur NPA diambil dengan alat khusus di bawah mikroskop stereo binokular, lalu diletakkan di atas kertas tisu sebagai lapisan saringan teh dengan 5 massa telur per saringan sebelum perlakuan.

Pengamatan

Uji pengaruh konsentrasi Spora *T. asperellum* terhadap penetasan telur *Meloidogyne* spp. Pengaruh konsentrasi suspensi *T. asperellum* terhadap penetasan telur NPA (*Meloidogyne* spp.) diuji dengan rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan 5 perlakuan pengenceran (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-5} , dan kontrol) dan 5 ulangan. Lima massa telur NPA ditempatkan pada saringan teh berlapis tisu dan dicelupkan ke suspensi spora selama 5 menit, lalu diinkubasi dalam air steril selama 48 jam untuk penetasan. Setelah inkubasi, telur yang menjadi juvenil 2 (J2) dihitung dengan mikroskop stereo melalui pengambilan 3 ml suspensi ke cawan petri bergaris dan dihitung manual, proses diulang sampai seluruh air habis, dengan tiga ulangan untuk data akurat.

Uji pengaruh durasi paparan *T. asperellum* terhadap penetasan telur *Meloidogyne* spp. Perlakuan yang diuji adalah lama waktu perendaman massa telur nematoda dalam suspensi *T. asperellum* selama 10, 15, 30, 60 menit, dan kontrol tanpa perlakuan, menggunakan konsentrasi spora efektif pengenceran 10^{-2} dengan kerapatan $2,7 \times 10^5$ spora/mL. Setiap percobaan menggunakan saringan teh berlapis tisu dengan lima massa telur *Meloidogyne* spp., direndam sesuai waktu perlakuan, kemudian dipindahkan ke mangkuk berisi air steril dan didiamkan 48 jam untuk penetasan larva J2. Jumlah larva J2 dihitung dengan mikroskop stereo, dan persentase mortalitas dihitung dengan rumus tertentu. Perlakuan diuji dengan lama perendaman massa telur nematoda dalam suspensi *T. asperellum* selama 10, 15, 30, 60 menit dan kontrol tanpa perlakuan, menggunakan konsentrasi 10^{-2} ($2,7 \times 10^5$ spora/mL). Lima massa telur *Meloidogyne* spp. diletakkan pada saringan teh berlapis tisu, direndam sesuai waktu perlakuan, kemudian dipindahkan ke mangkuk air steril dan diinkubasi 48 jam untuk penetasan larva J2. Larva J2 dihitung dengan mikroskop stereo dan persentase mortalitas dihitung dengan rumus :

$$\text{Persentase mortalitas} = \frac{J2 \text{ pada kontrol} - J2 \text{ pada perlakuan}}{J2 \text{ pada kontrol}} \times 100$$

Analisis data

Hasil pengamatan dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan pemisahan nilai tengah menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Semua pengujian menggunakan taraf nyata 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh kerapatan spora *T. asperellum* terhadap penetasan telur nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.)

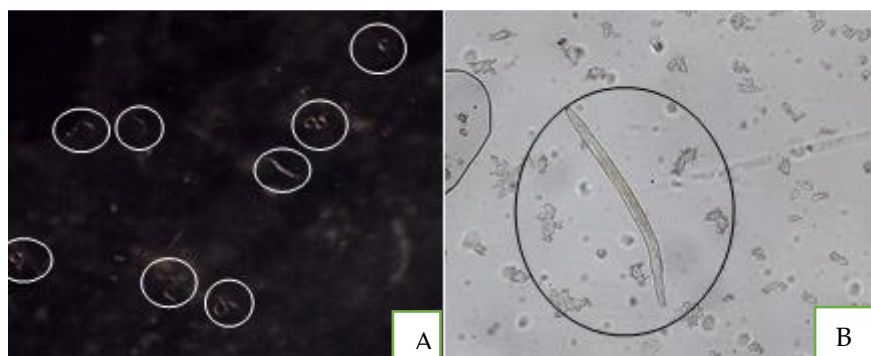
Analisis ragam menunjukkan bahwa kerapatan spora *T. asperellum* berpengaruh signifikan terhadap penetasan telur nematoda puru akar, yang ditandai oleh jumlah larva J2. Penetasan tertinggi terjadi pada kontrol tanpa perlakuan (P0) dengan 81.160 individu J2, diikuti oleh perlakuan P3 dengan 52.920 individu, P4 dengan 42.740, P2 dengan 43.720, dan penetasan terendah pada P1 sejumlah 25.420 individu J2. Persentase kematian juvenil tertinggi sebesar 68,67% terjadi pada perlakuan P1, sedangkan persentase kematian terendah 34,79% terdapat pada perlakuan P3. Pada kontrol (P0), tidak ditemukan kematian juvenil (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan suspensi *T. asperellum* terhadap jumlah penetasan telur NPA dan persentase mortalitas juvenil

Perlakuan konsentrasi <i>T. asperellum</i>	Penetasan telur menjadi juvenil J2 (individu)	Mortalitas (%)
P0 (0 spora/mL)	81,160 a	0,00
P1 ($11,7 \times 10^5$ spora/mL)	25,420 d	68,67
P2 ($2,7 \times 10^5$ spora/mL)	43,720 c	46,13
P3 ($1,75 \times 10^5$ spora/mL)	52,920 b	34,79
P4 ($0,6 \times 10^5$ spora/mL)	42,740 c	47,33

Keterangan: P0 = Kontrol, P1= (pengenceran 10^{-1}), P2= (pengenceran 10^{-2}), P3= (pengenceran 10^{-3}), dan P4 = (pengenceran 10^{-5}). Rerata yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Pada proses perhitungan jumlah juvenil NPA, seluruh nematoda pada kontrol (P0) terlihat masih hidup dan aktif bergerak, sehingga membentuk lekukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6(A). Sebaliknya, pada perlakuan dengan suspensi *T. asperellum* (P1 hingga P4), seluruh nematoda mati dan tampak kaku, seperti terlihat pada Gambar 6(B).

Gambar 1. Larva J2 nematoda puru akar, *Meloidogyne* spp. (A) NPA juvenil 2 hidup (40x), dan (B) NPA juvenil 2 yang telah mati (100x).

Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa konsentrasi spora *T. asperellum* berpengaruh nyata dalam menekan penetasan telur nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) dan meningkatkan mortalitas juvenil. Konsentrasi terendah $0,6 \times 10^5$ spora/mL mampu menurunkan penetasan dan meningkatkan mortalitas hingga 47,33%. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan penghambatan penetasan telur nematoda oleh *Trichoderma* pada konsentrasi sejenis. Menariknya, perlakuan dengan konsentrasi terendah (P4) lebih efektif dibanding konsentrasi lebih tinggi (P3), sesuai dengan laporan bahwa *T. asperellum* dapat menekan tahap juvenil J2 pada nematoda.

Efektivitas suspensi spora *T. asperellum* terhadap penetasan telur nematoda juvenil tahap dua (J2) dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tahap perkembangan telur dalam siklus hidup nematoda. Telur nematoda memerlukan waktu sekitar 30 hari untuk matang, dengan fase juvenil pertama (J1) berkembang di dalam cangkang sebelum menetas menjadi J2 dalam 1–2 hari saat direndam menggunakan metode corong Baermann (Chaudhary, *et al.*, 2025). Oleh karena itu, perlakuan P4 kemungkinan mengandung lebih banyak telur muda yang sedang dalam tahap awal perkembangan, sehingga jumlah J2 yang menetas lebih sedikit dibandingkan perlakuan P3. Selain itu, telur dengan lapisan tipis lebih mudah ditembus oleh hifa dan enzim *T. asperellum*, menyebabkan penurunan tingkat penetasan, sedangkan telur dengan lapisan tebal cenderung lebih resisten terhadap serangan (Sharon *et al.*, 2007).

Selain itu, konsentrasi spora yang tinggi dapat menyebabkan penggumpalan, sehingga menurunkan efektivitas dalam menekan penetasan telur NPA (Affokpon *et al.*, 2011). Berdasarkan Saharan *et al.* (2023) menyatakan bahwa densitas spora yang tepat dan penyebaran homogen sangat penting untuk memperkuat mekanisme penghambatan penetasan.

Pengaruh durasi paparan *T. asperellum* terhadap telur *Meloidogyne* spp.

Analisis ragam menunjukkan bahwa durasi paparan spora *T. asperellum* berpengaruh sangat signifikan terhadap penetasan telur nematoda puru akar (NPA) dan mortalitas juvenil J2. Pada kontrol tanpa paparan (T0), penetasan tercatat sebanyak 77.820 individu J2. Penurunan penetasan terlihat pada perlakuan T1 dengan 19.840 individu, T2 dengan 4.520 individu, dan penurunan paling rendah pada T4 sebanyak 0,400 individu, yang juga menunjukkan mortalitas tertinggi sebesar 99,48%. Persentase kematian terendah sebesar 74,50% terjadi pada T1, sementara pada kontrol tidak terjadi kematian juvenil (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh durasi paparan *T. asperellum* terhadap jumlah penetasan telur NPA dan persentase mortalitas juvenil

Durasi paparan <i>T. asperellum</i>	Penetasan telur menjadi juvenil J2 (Individu)	Mortalitas (%)
T0 (Kontrol)	77,820 a	0,00
T1 (10 menit)	19,840 b	74,50
T2 (15 menit)	4,520 c	94,19
T3 (30 menit)	2,020 c	97,40
T4 (60 menit)	0,400 c	99,48

Keterangan: Rerata yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin lama durasi paparan telur nematoda puru akar dengan suspensi *T. asperellum*, mortalitas larva di dalam telur semakin tinggi, sehingga jumlah larva J2 yang menetas semakin sedikit. Mortalitas tertinggi dicapai pada paparan selama 60 menit (T4) sebesar 99,48%, sedangkan mortalitas terendah terdapat pada paparan 10 menit (T1) sebesar 74,50%. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan yang lebih lama meningkatkan efek toksik suspensi spora *T. asperellum*, kemungkinan melalui produksi enzim dan metabolit yang merusak embrio telur NPA. Lama paparan antara 30-60 menit efektif menekan penetasan telur dan menghambat perkembangan larva J2.

Durasi paparan yang lebih lama memungkinkan penetrasi maksimal pada pelindung telur nematoda. Studi oleh Li *et al.* 2020 menunjukkan bahwa enzim yang dihasilkan oleh *T. asperellum* mampu mendegradasi dinding telur nematoda hingga menyebabkan deformasi, sehingga telur tidak dapat menetas secara normal. Aktivitas enzim ini meningkat seiring bertambahnya waktu paparan, dan jumlah spora yang melekat pada permukaan telur memperkuat efek lisis pada telur, sebagaimana dijelaskan oleh (Moo-Koh *et al.*, 2022).

Paparan selama 10 menit pada penelitian ini berhasil menekan penetasan NPA dengan mortalitas 85,37%. Hasil ini sejalan dengan Sheng *et al.* (2019) yang menemukan paparan 10-30 menit dapat menyebabkan mortalitas tinggi pada juvenil NPA. Waktu paparan memungkinkan spora *T. asperellum* menempel pada telur dan menghasilkan enzim serta senyawa aktif yang merusak dinding telur nematoda.

Simpulan

Konsentrasi spora *T. asperellum* berpengaruh signifikan terhadap penetasan telur nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.), dengan konsentrasi P2 paling efektif menekan penetasan hingga 46,13% dan digunakan sebagai acuan untuk pengujian durasi paparan. Selain itu, durasi paparan *T. asperellum* juga berpengaruh nyata, di mana paparan selama 30 menit sudah cukup optimal untuk menekan penetasan dengan mortalitas mencapai 97,40%, tanpa perbedaan signifikan dibandingkan paparan 60 menit

Referensi

- Affokpon, A., Coyne, D. L., Htay, C. C., Agbede, R. D., Lawouin, L., dan Coosemans, J. 2011. Biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against root-knot nematodes in west Afrin vegetable production systems. *Biological Control*, 168, 104870.
- Chaudhary, S., Khilari, K. dan Kumar, A. 2025 Life cycle and pathogenicity of rice root knot nematode (*Meloidogyne graminicola*), *International Journal of Agriculture Extension and Social Development*, 8(4), pp. 253–256.
- Kurniawati, F., Nursipa, N. T., dan Munif, A. 2020. Nematoda parasit pada seledri (*Apium graveolens* L.) dan pengendaliannya menggunakan bakteri endofit secara *in vitro*. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(1), 70-81.

- Li, X., Chen, J., Zhang, L., dan Zhao, Q. 2020. *Trichoderma* mycoparasitism and enzymatic penetration of nematode eggshell degradation by chitinase and protease. *Microbial Pathogenesis*, 148, 104387
- Moo-Koh, L., Tan, S., Lim, Y., dan Chong, Y. 2022. Production and co-secretion of cell-wall degrading enzymes by *Trichoderma* during nematode mycoparasitism. *Frontiers in Microbiology*, 13, 89891.
- Ravichandra, N. G. 2014. *Horticultural Nematology*. Springer India. India.
- Rizki, R. I., dan Oemry, S. 2019. Pengaruh bahan organik (*Mucuna bracteata*) dan mikroba antagonis (*T. viride* dan *T. harzianum*) terhadap dominasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman kentang di lapangan *Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 282-290.
- Rizal, S., Novianti, D., dan Septiani, M. 2019. Pengaruh jamur *Tricoderma* sp. terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L). *Jurnal Indobiosains*. 1(1): 14-21.
- Saharan, R., Patil, J. A., Yadav, S., Kumar, A., dan Goyal, V. 2023. The nematocidal potential of novel fungus, *Trichoderma asperellum* FbMi6 against *Meloidogyne incognita*. *Scientific Reports*, 13, 6603.
- Sharon, E., Chet, I., Viterbo, A., Bar-Eyal, M., Nagan, H., Samuels, G. J., dan Spiegel, Y. 2007. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. *European Journal of Plant Pathology*, 118(3), 247–258.
- Sheng, L., Wang, X., Chen, Q., dan Lu, D. 2019. Optimization of *Trichoderma*-based biocontrol agents for sustainable agriculture. *Journal of Applied Microbiology*, 126(5), 1354–1364.
- Yuliani, L. A. 2013. Pengaruh Konsentrasi Inokulum *Monascus purpureus* terhadap produksi pigmen pada substrat tepung biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Vinasari, A. 2018. Efektivitas ekstrak daun paitan (*Tithonia diversifolia*) sebagai nematisida nabati terhadap *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat. *Jurnal Pengendalian Hayati dan Pestisida*, 12(2), 85.