

Efektivitas Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting (*Acalypha indica* L.) dalam Menekan Jumlah *Gall* Akibat Infeksi *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat

Toto Sunarto^{1*}, Sudarjat¹, dan Zakiah Zahra²

¹ Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran
Kampus Jatinangor, Jl. Raya-Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor 45363

*Alamat korespondensi: toto.sunarto@unpad.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 09-07-2025 Direvisi: 13-08-2025 Dipublikasi: 14-08-2025	Effectiveness of <i>Acalypha indica</i> L. leaf water extract in suppressing gall number caused by <i>Meloidogyne</i> spp. infection in tomato plants
Keywords: Gall number, Plant fresh wight, Plant height, Secondary metabolite	Root-knot caused by <i>Meloidogyne</i> spp. is a common disease of tomato plants that can reduce quality and yield up to 68%. <i>Acalypha indica</i> (anting-anting) weed leaf water extract contains secondary metabolite compounds that is potential as an environmentally friendly alternative to nematode control. This experiment aimed to obtain the concentration of anting-anting weed leaf water extract that is effective in suppressing <i>Meloidogyne</i> spp. attack on tomato plants. The experiment was conducted at the Phytopathology Laboratory, Plant Nematology Laboratory Division, Department of Plant Pests and Diseases, and Greenhouse, Experimental Garden, Ciparanje, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. The experiment used a Randomized Block Design with 7 treatments and 4 replications. The experiment consisted of a control, water extract of anting-anting weed leaf at concentrations of 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, and carbofuran at 2 g/plant. The results showed that the application of water extract of anting-anting weed leaf suppressed the number of galls on the roots of tomato plants compared to the control but had no effect on plant height, fresh weight of the shoot and fresh weight of the roots. The concentration of 10% of water extract of anting-anting weed leaf was effective in suppressing <i>Meloidogyne</i> spp. on the number of galls of tomato plants by 88.79%.
Kata Kunci: Bobot segar tanaman, Jumlah <i>gall</i> , Metabolit sekunder, Tinggi tanaman	Penyakit bengkak akar yang disebabkan oleh <i>Meloidogyne</i> spp. merupakan penyakit penting pada tanaman tomat serta dapat menurunkan kualitas dan kehilangan hasil hingga 68%. Ekstrak air daun gulma anting-anting memiliki senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai alternatif pengendalian yang ramah lingkungan. Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak air daun gulma anting-anting (<i>Acalypha indica</i> L.) yang efektif dalam menekan infeksi <i>Meloidogyne</i> spp. pada tanaman tomat. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi, Divisi Laboratorium Nematologi Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, dan rumah kaca, Kebun Percobaan, Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas 7 perlakuan dan 4 ulangan. Percobaan terdiri atas kontrol, ekstrak air daun gulma anting-anting 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, dan karbofuran 2 g/tanaman. Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting menekan jumlah <i>gall</i> pada akar tanaman tomat dibandingkan dengan kontrol,

namun tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, terhadap bobot segar bagian atas tanaman dan terhadap bobot segar akar tanaman. Konsentrasi ekstrak air daun gulma anting-anting 10% efektif menekan jumlah *gall* pada tanaman tomat sebesar 88,79%.

PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan salah satu tanaman hortikultura penting di Indonesia. Produktivitas tanaman tomat di Indonesia mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Menurut data Dirjen Hortikultura (2024), produktivitas tanaman tomat pada tahun 2021 sebesar 18,76 ton/ha dan pada 2022 menurun menjadi 18,44 ton/ha. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya karena adanya serangan penyakit bengkak akar yang disebabkan oleh nematoda bengkak akar *Meloidogyne* spp. (Sunarto dkk., 2022). *Meloidogyne* spp. merupakan nematoda parasit yang menginfeksi berbagai tanaman dan mampu memengaruhi kuantitas dan kualitas produksi tanaman inang (Pavaraj *et al.*, 2012). Serangan *Meloidogyne* spp. dapat menghilangkan 68% dari total produksi tanaman (Padilla-Hurtado *et al.*, 2022). Pengendalian *Meloidogyne* spp. yang biasa dilakukan yaitu menggunakan nematisida sintetis (Wiratno *et al.*, 2019). Hal ini umum dilakukan oleh petani karena nematisida mudah didapatkan, lebih cepat dampaknya dan mudah pengaplikasiannya. Namun, penggunaan nematisida sintetis yang dilakukan secara intensif dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Amin, 2010). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang ramah lingkungan dan dapat dijangkau oleh kemampuan petani seperti nematisida nabati yang berasal dari ekstrak tanaman.

Gulma anting-anting (*Acalypha indica* L.) merupakan gulma semusim yang dapat ditemukan di pinggir jalan, lapangan rumput dan lereng gunung (Peni dkk., 2004). Daun gulma anting-anting dapat digunakan sebagai bahan nematisida nabati karena memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, glikosida, dan terpenoid (Khan *et al.*, 2017). Vadivel *et al.* (2023) melaporkan bahwa ekstrak segar daun anting-anting mempunyai aktivitas antihelmintik yang baik terhadap cacing *Pheretima posthuma* dewasa. Diketahui ekstrak air daun anting-anting memiliki sifat dan potensi sebagai nematisida pada berbagai konsentrasi. Khan *et al.* (2017) menyatakan ekstrak anting-anting konsentrasi 1.500 ppm efektif terhadap

penetasan telur dan mortalitas *Meloidogyne incognita* secara *in vitro*. Penetasan telur mengalami penurunan secara bertahap dan mortalitas terjadi seiring dengan lamanya waktu perlakuan dan tingginya konsentrasi. Penelitian lain oleh Akhter dan Khan (2018) menunjukkan perkembangan *M. incognita* mampu ditekan menggunakan ekstrak air daun anting-anting di mana mortalitas J2 *M. incognita* setelah 48 jam mencapai 75% pada perlakuan 2.000 ppm. Berdasarkan uraian tersebut, diketahui bahwa ekstrak air daun gulma anting-anting memiliki potensi sebagai bahan nematisida nabati. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kemampuan dan mendapatkan konsentrasi ekstrak air daun gulma anting-anting yang efektif dalam menekan serangan *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi, Divisi Nematologi Tumbuhan, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, dan rumah kaca, Kebun Percobaan Ciparanje, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Percobaan dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2024.

Rancangan Percobaan dan Perlakuan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri atas tujuh perlakuan dan empat ulangan. Ketujuh perlakuan yang diuji adalah kontrol (tanpa ekstrak air daun gulma anting-anting), ekstrak air daun gulma anting-anting konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% (b/v), serta karbofuran 2 g/tanaman. Tanaman pada setiap perlakuan diinokulasi dengan 2.000 juvenil kedua (J2) *Meloidogyne* spp. dan aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting yang diaplikasikan sebanyak 100 mL per *polybag* perlakuan.

Persiapan Media Tanam dan Penyemaian Tanaman Tomat

Media tanam yang digunakan untuk persemaian berupa campuran tanah, pupuk kandang

dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1 (v:v:v). Media kemudian dipasteurisasi selama 1 jam pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan dimasukkan ke dalam *polybag*. Proses penyemaian benih tomat dilakukan selama 30 hari setelah semai (HSS) pada *pot tray*. Setelah bibit tomat berumur 30 hari, bibit dipindahkan ke dalam *polybag* berisi 2 kg tanah yang telah dipasteurisasi (Sunarto dkk., 2022).

Pembuatan Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting

Daun gulma anting-anting segar dibersihkan menggunakan air dan dikeringanginkan. Kemudian daun ditimbang dan dicampur dengan air hingga volume mencapai 100 mL sesuai dengan konsentrasi perlakuan (b/v) (Sunarto & Angelia, 2022). Campuran daun dan air kemudian diblender dan disimpan dalam botol selama 24 jam. Setelah 24 jam, ekstrak air daun gulma anting-anting kemudian disaring menggunakan kain saring. Ekstrak hasil penyaringan disimpan di tempat yang tidak terpapar sinar matahari langsung.

Persiapan Inokulum *Meloidogyne* spp.

Inokulum *Meloidogyne* spp. didapatkan dari Lembang, Jawa Barat. Akar yang terinfeksi oleh *Meloidogyne* spp. kemudian dicuci dan dipotong-potong berukuran 0,5–1 cm (Wati dkk., 2020). Akar yang telah dipotong kemudian direndam menggunakan larutan *sodium hypochlorite* NaOCl 0,5% dalam *Beaker glass* dan diaduk selama 5 menit (Sunarto & Angelia, 2022). Larutan kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat ukuran 500 μm , 53 μm dan 38 μm . Hasil penyaringan dengan ukuran 53 μm dan 38 μm kemudian dibilas menggunakan air hingga bersih dan ditampung dalam *Beaker glass* (Sunarto dkk., 2019). Total *juvenile* kedua (J2) *Meloidogyne* spp. diamati menggunakan mikroskop dan dihitung menggunakan *hand counter*. Kemudian dilakukan standarisasi jumlah *juvenile* kedua dalam suspensi (Barker *et al.*, 1985). Standarisasi dilakukan dengan mengambil 4 kali sampel suspensi *Meloidogyne* spp. dengan masing-masing 10 μL , kemudian dikonversikan ke dalam 1 mL (Sunarto & Angelia, 2022).

Inokulasi *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat

Inokulasi dilakukan pada saat bibit telah dipindahtanam ke *polybag*. Inokulasi dilakukan dengan menuangkan suspensi *Meloidogyne* spp. ke dalam 5 lubang sedalam 2 cm yang dibuat di sekitar batang tanaman tomat (Kankam & Adomako, 2014). Nematoda yang diinokulasikan ke tanah merupakan

juvenile kedua (J2) *Meloidogyne* spp. sebanyak 2.000 ekor per *polybag*.

Aplikasi Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting

Aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting dilakukan sehari setelah tanaman tomat diinokulasi dengan *Meloidogyne* spp. Ekstrak air daun gulma anting-anting diaplikasikan dengan cara menyiramkan ekstrak pada setiap *polybag* sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Pengaplikasian ekstrak dilakukan satu kali (Sunarto & Angelia, 2022).

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan dilakukan pada 35 hari setelah diinokulasi dengan *Meloidogyne* spp. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah *gall* pada akar tanaman, tinggi tanaman tomat, serta bobot segar bagian atas tanaman dan bobot segar akar tanaman. Pengamatan jumlah *gall* pada akar tanaman tomat dilakukan dengan mencabut secara hati-hati dan dicuci hingga bersih. Kemudian diamati dan dihitung jumlah *gall* pada akar tanaman tomat. Penekanan penyakit dihitung dengan menggunakan rumus (Oclarit & Cumagun, 2009):

$$\% \text{ penekanan} = \frac{G_k - G_p}{G_k} \times 100\%$$

Keterangan:

G_k = rata-rata jumlah *gall* pada kontrol

G_p = rata-rata jumlah *gall* pada perlakuan yang diuji

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari pangkal batang hingga titik tumbuh tanaman tomat menggunakan meteran (Zulman dkk., 2022). Pengamatan bobot segar bagian atas tanaman dan bobot segar akar tanaman dilakukan dengan cara memotong bagian pangkal batang dan keseluruhan tanaman ditimbang menggunakan timbangan analitik.

Data hasil pengamatan diuji secara statistik menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 26. Data diuji normalitasnya, selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh yang nyata pada perlakuan, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah *Gall* pada Akar Tanaman Tomat

Aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting mengakibatkan rata-rata jumlah *juvenile* kedua (J2) *Meloidogyne* spp. 4,00 - 18,25 J2 dalam 100 mL tanah, sedangkan pada kontrol rata-rata 12,50 J2 dalam 100

mL tanah pada 35 hari setelah inokulasi (HSI). Penurunan jumlah J2 *Meloidogyne* spp. mengakibatkan penurunan jumlah *gall* yang terbentuk. Aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting dapat menurunkan jumlah *gall* pada akar tanaman tomat dibandingkan dengan kontrol (tanpa

ekstrak air daun gulma anting-anting) (Tabel 1). Aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting pada konsentrasi 10% menghasilkan jumlah *gall* terendah (3,00 *gall*) dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan penekanan sebesar 88,79%.

Tabel 1. Rata-rata jumlah *gall* pada akar tanaman tomat dan persentase penekanannya pada 35 HSI

Perlakuan	Rata-rata jumlah <i>gall</i> pada akar tanaman tomat	Penekanan jumlah <i>gall</i> (%)
Kontrol (tanpa ekstrak air daun gulma anting-anting)	26,75 ± 6,99 a	0,00
Ekstrak air daun gulma anting-anting 2%	12,50 ± 1,73 b	53,27
Ekstrak air daun gulma anting-anting 4%	7,25 ± 2,36 bc	72,90
Ekstrak air daun gulma anting-anting 6%	8,00 ± 0,82 bc	70,09
Ekstrak air daun gulma anting-anting 8%	4,75 ± 1,71 c	82,24
Ekstrak air daun gulma anting-anting 10%	3,00 ± 2,16 c	88,79
Karbofuran 2 g/tanaman	12,00 ± 6,98 b	55,14

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan semakin sedikit jumlah *gall* yang terbentuk pada akar tanaman tomat. Aktivitas senyawa metabolit yang terkandung dalam ekstrak air daun gulma anting-anting mampu menekan jumlah *gall* pada akar tanaman tomat. Selain itu, dapat mengganggu perkembangan dan aktivitas *Meloidogyne* spp. Ekstrak air daun gulma anting-anting mengandung alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, glikosa, dan terpenoid (Khan *et al.*, 2017).

Senyawa flavonoid mampu memengaruhi nematoda secara langsung dan tidak langsung pada berbagai fase serta bersifat *lipophilic* sehingga dapat mengganggu fungsi enzim protein (Ojo & Umar, 2013; Chin *et al.*, 2018). Senyawa alkaloid bekerja sebagai racun perut yang mengganggu fungsi pencernaan pada nematoda (Sitepu dkk., 2024).

Senyawa tanin mampu memengaruhi dinding sel *Meloidogyne* spp. yang dapat menghambat respon otot nematoda sehingga menyebabkan nematoda lumpuh dan mati (Nezriyetti & Novita, 2012).

Tinggi Tanaman Tomat

Ekstrak air daun gulma anting-anting tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman tomat (Tabel 2). Rata-rata tertinggi ditemukan pada aplikasi karbofuran 2 g/tanaman (25,95 cm) dan aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting konsentrasi 10% (25,93 cm). Rata-rata tinggi tanaman pada tanaman tomat pada pengaplikasian ekstrak air daun gulma anting-anting 10% tidak berbeda jauh dengan karbofuran 2 g/tanaman.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman tomat pada 35 HSI

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)
Kontrol	25,30 ± 6,55 a
Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting 2%	20,38 ± 0,85 a
Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting 4%	18,63 ± 4,02 a
Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting 6%	25,18 ± 9,22 a
Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting 8%	24,08 ± 12,83 a
Ekstrak Air Daun Gulma Anting-anting 10%	25,93 ± 14,7 a
Karbofuran 2 g/tanaman	25,95 ± 4,89 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Ekstrak air daun gulma anting-anting tidak menimbulkan efek fitotoksisitas pada tanaman

tomat. Bahan organik yang terkandung pada gulma anting-anting antara lain air, protein, lipid,

karbohidrat, Ca, dan P (Halimah dkk., 2023). Ranesa *et al.* (2024) melaporkan bahwa kandungan bahan organik dapat meningkatkan tinggi tanaman, tetapi karena yang diaplikasikan adalah ekstrak, maka bahan organiknya sangat sedikit atau tidak ada, sehingga aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting tidak berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman tomat.

Bobot Segar Bagian Atas Tanaman dan Bobot Segar Akar Tanaman

Ekstrak air daun gulma anting-anting tidak berpengaruh nyata terhadap bobot segar bagian atas

dan akar tanaman tomat (Tabel 3). Pada saat dilakukan pengukuran di 35 HSI, rata-rata bobot segar bagian atas dan akar tanaman tidak berbeda jauh pada seluruh perlakuan yang diberikan. Perlakuan ekstrak air daun gulma anting-anting 8% mempunyai rata-rata bobot segar bagian atas dan akar tanaman paling besar dengan nilai masing-masing sebesar 2,58 g dan 1,21 g. Pada konsentrasi 10%, rata-rata bobot segar bagian atas dan akar tanaman sebesar 2,58 g dan 1,05 g dibandingkan dengan perlakuan lainnya dari ekstrak air daun gulma anting-anting.

Tabel 3. Rata-rata bobot segar bagian atas tanaman dan bobot segar akar pada 35 HIS

Perlakuan	Rata-rata bobot segar bagian atas tanaman (g)	Rata-rata bobot segar akar tanaman (g)
Kontrol (tanpa ekstrak air daun gulma anting-anting)	1,62 ± 0,31 a	0,97 ± 0,32 a
Ekstrak air daun gulma anting-anting 2%	1,29 ± 0,12 a	1,03 ± 0,10 a
Ekstrak air daun gulma anting-anting 4%	1,14 ± 0,11 a	1,07 ± 0,39 a
Ekstrak air daun gulma anting-anting 6%	1,72 ± 0,59 a	1,09 ± 0,35 a
Ekstrak air daun gulma anting-anting 8%	2,58 ± 2,17 a	1,21 ± 0,52 a
Ekstrak air daun gulma anting-anting 10%	2,58 ± 3,20 a	1,05 ± 0,88 a
Karbofuran 2 g/tanaman	2,00 ± 0,86 a	1,21 ± 0,49 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Bobot segar bagian atas dan akar tanaman dapat dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran *gall* yang terbentuk oleh *Meloidogyne* spp. Semakin banyak jumlah *gall* yang terbentuk, bobot segar bagian atas tanaman akan lebih kecil akibat adanya hambatan dalam pengangkutan unsur hara dari dalam tanah ke bagian atas tanaman sedangkan bobot segar akar tanaman akan menjadi lebih berat karena terbentuknya *gall* pada akar. *Gall* yang terbentuk dapat menghambat fungsi akar dalam menyalurkan air dan unsur hara ke bagian atas tanaman sehingga bobot segar bagian atas tanaman menurun (Taylor & Sasser, 1978). *Meloidogyne* spp. dapat menyerap nutrisi dari akar dan menyebabkan kerusakan pada sel akar yang mengakibatkan terjadinya pembelahan sel dan pembengkakan akar yang disebut sebagai gejala khas *gall* (Sitepu dkk., 2024).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ekstrak air daun gulma anting-anting dapat menekan jumlah *gall* pada akar tanaman tomat. Ekstrak air daun gulma anting-

anting konsentrasi 10% paling efektif dalam menekan jumlah *gall* dengan penekanan sebesar 88,79%.

DAFTAR PUSTAKA

Akhter G, and TA Khan. 2018. Evaluation of some plant extracts for nemato-toxic potential against juveniles of *Meloidogyne incognita* in vitro. The Journal of Phytopharmacology. 7(2): 141–145. DOI: 10.31254/phyto.2018.7207.

Amin, N. 2010. Pengaruh perlakuan bubuk biji pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap serangan nematoda *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat. Jurnal Fitomedika. 7(1): 9–14.

Barker, KR, CC Carter, and JN Sasser. 1985. An Advanced Treatise on Meloidogyne: Vol. II: Methodology. North Carolina State University Graphica. North Carolina.

Chin, S, CA Behm, and U Mathesius. 2018. Functions of flavonoids in plant–nematode interactions. Plants. 7(4): 0085. DOI: 10.3390/plants7040085.

[Dirjen Hortikultura] Direktorat Jenderal Hortikultura. 2024. Buku Atap Hortikultura

2023. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Halimah, L, A Julyanti, dan MI Fauzi. 2023. Tropical Bioscience Journal of Biological Science. 3(2): 73–81. DOI: 10.32678/tropicalbiosci.v3i2.9492.
- Kankam, F, and J Adomako. 2014. Influence of inoculum levels of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Asian Journal of Agriculture and Food Science. 2(2): 171–178.
- Khan, A, M Tariq, M Asif, and M Siddiqui. 2017. Evaluation of botanicals toxicants against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in vitro. Asian Journal of Biology. 4(3): 1–7. DOI: 10.9734/ajob/2017/38376.
- Nezriyetti, dan T Novita. 2012. Efektivitas ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dalam menghambat perkembangan nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat. Biospecies: Jurnal Ilmiah Biologi. 5(2): 35–39. DOI: 10.22437/biospecies.v5i2.644.
- Oclarit, EL, and CJR Cumagun. 2009. Evaluation of efficacy of *Paecilomyces lilacinus* as biological control agent of *Meloidogyne incognita* attacking tomato. Journal of Plant Protection Research. 49(4): 337–340. DOI: 10.2478/v10045-009-0053-x.
- Ojo, GT, and I Umar. 2013. Evaluation of some botanicals on root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) in Yola Adamawa State, Nigeria. Biological Forum-An International Journal. 5(2): 31–36.
- Padilla-Hurtado, B, Y Morillo-Coronado, S Tarapues, S Burbano, M Soto-Suárez, R Urrea, and N Ceballos-Aguirre. 2022. Evaluation of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) population density for disease resistance screening of tomato germplasm carrying the gene Mi-1. Chilean Journal of Agricultural Research. 82(1): 157–166. DOI: 10.4067/S0718-58392022000100157.
- Pavaraj, M, G Bakavathiappan, and S Baskaran. 2012. Evaluation of some plant extracts for their nematicidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Journal of Biopesticide. 5: 106–110. DOI: 10.57182/jbiopestic.5.0.106-110.
- Peni, DK, E Solichatun, dan E Anggarwulan. 2004. Pertumbuhan, kadar klorofil-karotenoid, saponin, aktivitas nitrat reduktase anting-anting (*Acalypha indica* L.) pada konsentrasi asam giberelat (GA3) yang berbeda. Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry. 2(1): 1–8. DOI: 10.13057/biofar/f020101
- Ranesa, S, RS Tejowulan, dan Padasung. 2024. Efek kandungan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil panen cabai. Journal of Soil Quality and Management. 1(1): 79–86. DOI: 10.29303/jsqm.v3i1.184.
- Sitepu, NGI, IDP Singarsa, dan IM Sudana. 2024. Uji efektivitas ekstrak umbi tanaman kembang sunsang (*Gloriosa superba* L.) sebagai nematisida nabati terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Nandur. 4(1): 17–28.
- Sunarto, T, and B Angelia. 2022. The effect of water extract of salam koja leaf (*Murraya koenigii* (L.) Spreng) against root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in tomato plants. CROPSAVER - Journal of Plant Protection. 5(2): 54–60. DOI: 10.24198/cropsaver.v5i2.43005.
- Sunarto, T, IN Bari, dan AP Rachman. 2022. Pengaruh serbuk *Tagetes patula* L. terhadap serangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat. Jurnal Agrikultura. 33(1): 48–55. DOI: 10.24198/agrikultura.v33i1.36770.
- Sunarto, T, T Suganda, MS Sianipar, dan AW Irwan. 2019. Ketahanan sistemik terinduksi pada tanaman padi dengan ekstrak tumbuhan terhadap nematoda bengkak akar (*Meloidogyne graminicola* Golden and Birchfiels). Jurnal Agrikultura. 30(1): 25–32. DOI: 10.24198/agrikultura.v30i1.22700.
- Taylor, AL, and JN Sasser. 1978. Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne species*). North Carolina State University Graphics. North Carolina.
- Vadivel, SA, G Sridhar, and J Atchaya. 2023. Qualitative phytochemical investigation and evaluation of anthelmintic activities of *Acalypha indica* leaf fresh extract. Journal of Population Therapeutics & Clinical Pharmacology. 30(17): 792–796. DOI: 10.53555/jptcp.v30i17.2582.
- Wati, IK, BT Rahardjo, dan H Tarno. 2020. Efektivitas ekstrak akar tagetes (*Tagetes* sp.) untuk pengendalian nematoda puru akar

- (*Meloidogyne* spp.). Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan). 8(1): 22–28.
- Wiratno, M Syakir, I Sucipto, and AP Pradana. 2019. Isolation and characterization of endophytic bacteria from roots of *Piper nigrum* and their activities against *Fusarium oxysporum* and *Meloidogyne incognita*. Biodiversitas. 20(3): 682-687. DOI: 10.13057/biodiv/d200310.
- Zulman, A Marliah, dan Hasanuddin. 2022. Pengaruh pupuk bokashi kotoran kambing terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 7(2): 822–830.