



Uji Efektifitas Ekstrak Tanaman Sebagai Nematisida Nabati untuk Menekan Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.)

Diaz Mutiara Shaffila, I Dewa Putu Singarsa*, I Made Sudarma

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana,
Jl. P.B. Sudirman, Denpasar, 80231, Indonesia

*Corresponding author: singarsa@unud.ac.id

ABSTRACT

Testing the Effectiveness of Plant Extracts as Botanical Nematicides to Suppress the Population of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) on Celery Plants (*Apium graveolens* L.). Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are one of nematodes that attack various types of important agricultural crops. This nematode is found on plant roots and can cause symptoms such as stunting, root knot, and wilting in plants. One effort to control nematodes is to use botanical nematicides. Based on this, research will be carried out to suppress the population of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) using plant leaf extracts of Marigold (*Tagetes* spp.), soursop (*Annona muricata* L.), papaya (*Carica papaya* L.), neem (*Azadirachta indica*), and jatropha plant (*Jatropha curcas* L.). The research methods are: (1) Making plant leaf extracts, (2) Making solution of *Meloidogyne* spp., (3) Testing the ability of several plant leaf extracts in pots/polybag. The purpose of this study was to determine the plant leaf extracts were able to suppress the population of *Meloidogyne* spp. The results showed that the nematode population/300 g soil, *Tagetes* spp. extracts was the best in suppressed the population, 22,2 mesh (75,3%), *Jatropha curcas* L. 25,4 mesh (71,7%), *Carica papaya* L. 28,0 mesh (68,8%), *Azadirachta indica* 31,6 mesh (64,8%), dan *Annona muricata* L. 34,0 mesh (62,2%). In calculating the nematodes population/1 g of root, it is *Tagetes* spp. the best extract suppressed the population of root knot nematode, namely 21,2 mesh (69,5%), *Jatropha curcas* L. 24,0 mesh (65,5%), *Carica papaya* L. 27,4 mesh (60,6%), *Azadirachta indica* 30,8 mesh (55,7%), dan *Annona muricata* L. 33,4 mesh (52,0%).

Keywords: *Annona muricata* L., *Azadirachta indica*, *Carica papaya* L., *Jatropha curcas* L., *Tagetes* spp.

PENDAHULUAN

Tanaman seledri merupakan tanaman yang peka terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.). Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan nematoda parasit yang menyerang tanaman pertanian seperti sayur-sayuran. Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) ini menyerang bagian perakaran tanaman. Nematoda parasitik seperti *Meloidogyne* spp. umumnya

mengganggu proses pengangkutan unsur hara dari dalam tanah ke bagian jaringan tanaman di atas permukaan tanah yang mengakibatkan berkurangnya fungsi akar tanaman secara normal (Dropkin, 1991).

Gejala yang ditimbulkan oleh *Meloidogyne* spp. pada tanaman seledri terlihat jelas pada akar yaitu timbulnya bintil-bintil yang terdapat disekitar akar, pembengkakan akar, serta pertumbuhan

tanaman yang tidak stabil. Gejala lain yang ditimbulkan oleh *Meloidogyne* spp. yaitu akar lebih sedikit, daun mengalami klorosis, layu serta banyak daun yang gugur, tanaman kerdil, dan serangan berat yang menyebabkan tanaman tersebut mati (Prasasti, 2012). Jika dilihat dari segi produksi, pertumbuhan tanaman seledri yang terganggu oleh *Meloidogyne* spp. mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak maksimal seperti daun menguning, daun keriput atau kering, timbulnya bintil-bintil akar disekitar akar, dan pembengkakan akar.

Populasi nematoda parasitik seperti *Meloidogyne* spp. dapat dikendalikan melalui penggunaan musuh alami (Khan & Kim, 2007) serta penggunaan pestisida sintetis (Browning dkk., 2006). Penggunaan pestisida sintetis mempunyai dampak negative yaitu mengakibatkan tingginya tingkat pencemaran lingkungan, resistensi patogen, dan terbunuhnya organisme yang bukan sasaran, serta membahayakan kesehatan manusia (Oudejans, 1991). Oleh karena itu, para ahli mencari cara lain dalam mengendalikan nematoda parasit tanaman. Teknik yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan nematocida nabati (Javed *et al.*, 2006). Sejauh ini penggunaan pestisida nabati tidak memiliki dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan, karena bahan aktif yang ada pada tanaman mudah terurai oleh cahaya matahari, oksigen, dan mikroorganisme (Kardiman, 2001). Oleh karena itu, pestisida tersebut tidak meninggalkan residu pada produk pertanian maupun lingkungan sekitar (Khater, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai uji ekstrak tanaman sebagai nematocida nabati untuk mengetahui kemampuan ekstrak tanaman

yang diuji dan mengetahui ekstrak tanaman yang paling efektif dalam menekan populasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan Maret 2021, bertempat di rumah kaca Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana di Jln. Pulau Moyo 16X, Denpasar Selatan dan Laboratorium Penyakit, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, alkohol 70%, formalin 4%, daun marigold (*Tagetes* spp.), daun sirsak (*Annona muricata* L.), daun pepaya (*Carica papaya* L.), daun mimba (*Azadirachta indica*), daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.), campuran tanah, pasir, kompos (1:1:1) yang telah disterilkan, bibit tanaman seledri (*Apium graveolens* L.), bibit tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.), inokulum nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polibag hitam berukuran 3 kg, gelas ukur, botol plastik, gelas plastik, gunting, blender, timbangan analitik, masker, mikroskop binokuler, plastik kiloan, kertas buram, kertas sticker, pisau sedang/kecil, tissue, saringan biasa dan saringan nematoda ukuran 60 mesh, 270 mesh, 325 mesh, ember/baskom, *smartphone*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 5 perlakuan dengan 5 ulangan dan kontrol tanaman sakit, sehingga total terdapat 30 polibag tanaman seledri. Adapun skema perlakuan, yaitu:

Perlakuan I : Tanaman seledri + Nematoda + Ekstrak daun marigold (*Tagetes* spp.)
10%/polibag

- Perlakuan II : Tanaman seledri + Nematoda + Ekstrak daun sirsak (*Annona muricata* L.)
10%/polybag
- Perlakuan III : Tanaman seledri + Nematoda + Ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.)
10%/polybag
- Perlakuan IV : Tanaman seledri + Nematoda + Ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*)
10%/polibag
- Perlakuan V : Tanaman seledri + Nematoda + Ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)
10%/polibag
- Kontrol : Kontrol Sakit (Tanaman seledri + Nematoda *Meloidogyne* spp.)

Penelitian ini menggunakan metode, yaitu : pembuatan ekstrak daun tanaman, pembuatan larutan *Meloidogyne* spp. dari tanah dan akar, uji kemampuan beberapa jenis ekstrak tanaman. Adapun parameter yang diamati, yaitu : tinggi tanaman, panjang akar, berat basah akar, populasi nematoda puru akar dalam 300 g tanah, jumlah gall/1 g akar, populasi nematoda puru akar dalam 1 g akar. Data hasil pengamatan di analisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan uji Duncan's 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian rata-rata pada beberapa parameter menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan tanaman kontrol dengan perlakuan ekstrak daun uji (Tabel 1). Hal ini dikarenakan tanaman kontrol tidak diberikan perlakuan apapun sehingga memberikan kondisi yang mendukung nematoda untuk melakukan penetrasi kedalam akar tanaman (Gambar 1). Nematoda dapat masuk kedalam akar dan berkembangbiak dengan baik didalam jaringan akar pada tanaman yang rentan, sehingga menimbulkan pembengkakan akar dalam jumlah banyak (Dropkin, 1991).

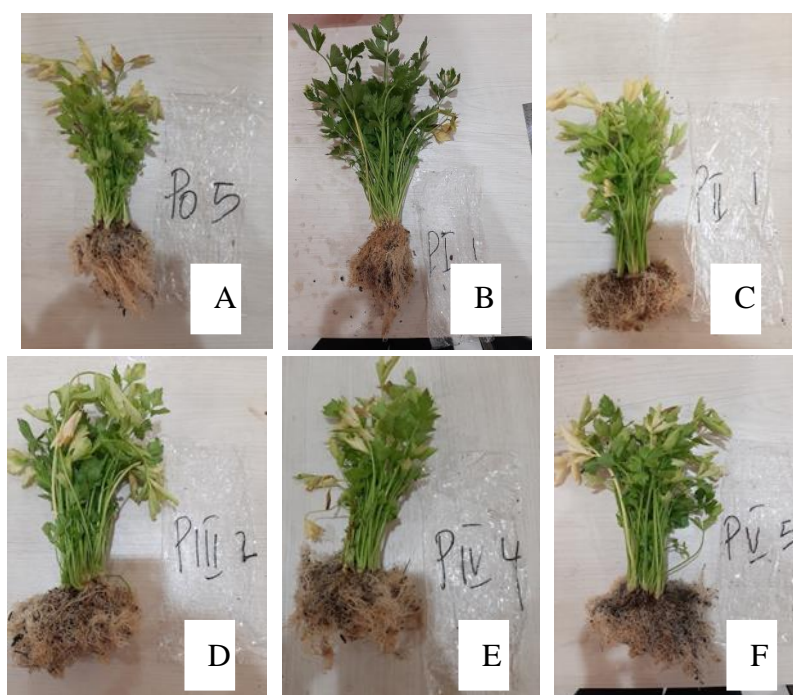
Hasil uji statistik terhadap rata-rata tinggi tanaman yaitu perlakuan ekstrak marigold dengan tinggi tanaman 35,0 cm, ekstrak jarak pagar dengan tinggi tanaman 34,6 cm, perlakuan ekstrak pepaya dengan

tinggi tanaman 34,0 cm, perlakuan ekstrak mimba dengan tinggi tanaman 33,6 cm, dan perlakuan ekstrak sirsak dengan tinggi tanaman 33,2 cm. Masing-masing perlakuan mempunyai tinggi tanaman yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan antar perlakuan ekstrak tanaman memiliki tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata. Tanaman kontrol yang tidak diberi perlakuan apapun dengan mudah terserang *Meloidogyne* spp. akan mengalami timbulnya bintil-bintil akar yang membengkak dan memanjang, pertumbuhan tanaman terhambat (kerdil), layu pada siang hari, menguning, gugur, dan berkurangnya jumlah bunga dan buah (Ahmad, 2005). Serangan nematoda menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, yang mengakibatkan produksi dan mutu menurun secara ekonomis sehingga tidak dapat memberikan hasil yang maksimal jika tidak dilakukan pengendalian yang sesuai (Setiawati, 2008). Terdapat banyak cara yang dapat dilakukan dalam melakukan pengendalian nematoda puru akar ini seperti melakukan pergiliran tanaman, menggunakan tanaman perangkap, pengendalian secara hayati dan fisik, dan lain-lain sebagainya. Pemberian bahan organik seperti ekstrak nabati yang diberikan ke dalam tanah dapat menekan perkembangan nematoda sehingga pertumbuhan tanaman akan maksimal.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Ekstrak Tanaman Uji Pada Tanaman Seledri yang Telah Diberi Suspensi *Meloidogyne* spp. terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman, Panjang Akar, Berat Basah Akar, Populasi Nematoda per 300 g Tanah, Jumlah Gall per 1 g Akar, dan Populasi Nematoda per 1 g Akar

Perlakuan	Variabel Pengamatan					
	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang Akar (cm)	Berat Basah Akar (g)	Populasi Nematoda/300 g tanah (ekor)	Jumlah Gall/1 g Akar (buah)	Populasi Nematoda/1 g Akar (ekor)
Marigold	35,00 a	18,20 a	17,40 c	22,20 b	19,80 c	21,20 b
Sirsak	33,20 a	12,40 c	21,20 b	34,00 b	32,60 b	33,40 b
Pepaya	34,00 a	14,40 b	18,80 b	28,00 b	26,00 b	27,40 b
Mimba	33,60 a	13,20 b	19,60 b	31,60 b	29,20 b	30,80 b
Jarak Pagar	34,60 a	16,00 a	18,20 b	25,40 b	23,20 b	24,00 b
Kontrol	23,00 b	10,80 d	35,20 a	90,00 a	67,40 a	69,60 a

Keterangan : angka – angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata berdasarkan uji Jarak Berganda Duncan taraf 5%



Gambar 1. Tanaman kontrol (A), Perlakuan ekstrak Daun Marigold *Tagetes* spp. (B), Daun Sirsak *Annona muricata* L. (C), Daun Pepaya *Carica papaya* L. (D), Daun Mimba *Azadirachta indica* (E), Daun Jarak Pagar *Jatropha curcas* L. (F).

Tingginya serangan nematoda dapat menyebabkan kerusakan perakaran serta terganggunya penyerapan unsur hara, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi

terhambat (Wisnuwardana, 1978). Hasil pengukuran panjang akar tanaman seledri menunjukkan bahwa akar tanaman kontrol lebih kerdil dibandingkan dengan akar

tanaman perlakuan. Perlakuan ekstrak marigold mendapatkan rata-rata panjang akar 18,2 cm, diikuti oleh perlakuan ekstrak jarak pagar dengan panjang akar 16,0 cm, perlakuan ekstrak pepaya dengan panjang akar 14,4 cm, perlakuan ekstrak mimba dengan panjang akar 13,2 cm, dan perlakuan ekstrak sirsak dengan panjang akar 12,4 cm. Masing-masing perlakuan mempunyai panjang akar yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan ekstrak marigold dan ekstrak jarak pagar menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Begitu pula dengan ekstrak pepaya dan ekstrak mimba. Sedangkan perlakuan ekstrak jarak pagar dan marigold jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak pepaya, mimba dan sirsak menunjukkan adanya perbedaan nyata. Hasil pengujian terhadap panjang akar membuktikan bahwa ekstrak tanaman dapat menekan terjadinya serangan nematoda sehingga tanaman yang diberi perlakuan ekstrak tanaman mempunyai akar yang lebih panjang dibandingkan dengan akar tanaman kontrol. Pemberian bahan organik kedalam tanah dapat menekan perkembangan nematoda. Hasil dari ekstrak daun marigold memiliki akar yang lebih panjang, hal ini dikarenakan daun marigold mengandung minyak atsiri dan senyawa alkaloid. Senyawa alkaloid ini merupakan senyawa yang bekerja pada susunan saraf pusat (Setyawaty, 2002).

Hasil uji statistik terhadap berat basah akar yaitu perlakuan ekstrak marigold dengan rata-rata berat basah akar 17,4 g, diikuti oleh ekstrak jarak pagar dengan berat basah akar 18,2 g, perlakuan ekstrak pepaya dengan berat basah akar 18,8 g, perlakuan ekstrak mimba dengan berat basah akar 19,6 g, dan perlakuan ekstrak sirsak dengan berat basah akar 21,2 g. Masing-masing perlakuan mempunyai berat basah akar yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan ekstrak jarak pagar, ekstrak sirsak, ekstrak pepaya dan ekstrak mimba

menunjukkan adanya perbedaan tidak nyata antar perlakuan. Sedangkan perlakuan ekstrak marigold jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan ekstrak marigold memiliki pengaruh yang paling efektif karena terdapat kandungan minyak atsiri yang ada pada daun marigold. Sedangkan ekstrak jarak pagar juga dapat mempertahankan berat akar. Hal ini disebabkan karena kandungan saponin yang ada pada daun jarak pagar dapat digunakan sebagai nematisida (Nwokocha et al., 2011).

Perhitungan populasi nematoda/300 g tanah menunjukkan bahwa ekstrak marigold menunjukkan populasi terendah, yaitu 22,2 ekor/300 g tanah (75,3%), kemudian diikuti oleh ekstrak jarak pagar 25,4 ekor/300 g tanah (71,7%), ekstrak pepaya 28,0 ekor/300 g tanah (68,8%), ekstrak mimba 31,6 ekor/300 g tanah (64,8%), dan ekstrak sirsak 34,0 ekor/300 g tanah (62,2%). Tanaman kontrol menghasilkan populasi nematoda terbanyak dikarenakan tanaman kontrol tidak diberikan ekstrak apapun. Masing-masing perlakuan mempunyai populasi nematoda yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan antar perlakuan ekstrak tanaman memiliki populasi nematoda yang tidak berbeda nyata. Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah dari nematoda di sekitar perakaran adalah adanya dekomposisi bahan organik. Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah, sehingga pertumbuhan tanaman meningkat (Sayre, 1980). Hal ini didukung dengan pernyataan (Sastroutomo, 1990) yang menyatakan bahwa dekomposisi bahan organik yang berasal dari tanaman akan melepaskan senyawa bioaktif yang bersifat nematisida. Salah satu senyawa bioaktif yang memberikan pengaruh bagi penurunan jumlah populasi nematoda di dalam akar yaitu tanin. Senyawa tanin juga mampu mengendapkan protein. Tanin memiliki efek terhadap dinding sel kulit larva

yang dapat memblokir respon otot nematoda terhadap asetil kolin sehingga nematoda menjadi lumpuh dan mati. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Lopez, 2005) yang mengatakan bahwa tanin dapat menghambat sistem enzimatik nematoda dan dapat bereaksi dengan protein penyusun sel-sel sehingga dapat mengurangi kemampuan nematoda dalam menginfeksi akar. Hal ini berpengaruh pada terbentuknya puru akar, semakin banyak infestasi nematoda ke dalam akar, maka semakin banyak puru yang terbentuk dan berakibat meningkatnya kerusakan akar.

Hasil uji statistik terhadap perhitungan jumlah gall/1 g akar yaitu perlakuan ekstrak marigold dengan rata-rata jumlah gall 19,8 buah/1 g akar (70,6%), diikuti oleh ekstrak jarak pagar 23,2 buah/1 g akar (65,5%), ekstrak pepaya 26,0 buah/1 g akar (61,4%), ekstrak mimba 29,2 buah/1 g akar (56,6%), dan ekstrak sirsak 32,6 buah/1 g akar (51,6%). Tanaman kontrol memiliki jumlah gall yang tinggi dikarenakan tidak adanya pemberian ekstrak apapun. Masing-masing perlakuan mempunyai jumlah gall yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan ekstrak jarak pagar, ekstrak sirsak, ekstrak pepaya dan ekstrak mimba menunjukkan adanya perbedaan tidak nyata antar perlakuan. Sedangkan perlakuan ekstrak marigold jika dibandingkan dengan perlakuan ekstrak lainnya menunjukkan perbedaan yang nyata. Ekstrak daun uji yang digunakan mengandung beberapa senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, dan tanin yang dapat berpengaruh terhadap sistem saraf atau otot, keseimbangan hormon, reproduksi, perilaku seperti penolak, penarik, anti-makan (anti-feeding) dan sistem pernafasan pada nematoda (Setyawaty, 2002). Alkaloid, terpenoid, fenolik, dan tanin dapat bertindak sebagai nematisida yang menghambat perkembangan *Meloidogyne* spp (Gommer, 1973). Senyawa golongan alkaloid termasuk metabolit sekunder yang

memiliki sifat sebagai racun yang menghambat laju metabolisme di dalam tubuh nematoda.

Hasil uji statistik terhadap perhitungan populasi nematoda/1 g akar yaitu perlakuan ekstrak marigold memiliki kemampuan penekanan terbaik (tabel 4.1). Pada ekstrak marigold terdapat hanya 21,2 ekor/1 g akar (69,5%), kemudian diikuti oleh ekstrak jarak pagar 24,0 ekor/1 g akar (65,5%), ekstrak pepaya 27,4 ekor/1 g akar (60,6%), ekstrak mimba 30,8 ekor/1 g akar (55,7%), dan ekstrak sirsak 33,4 ekor/1 g akar (52,0%). Tanaman kontrol menghasilkan populasi nematoda terbanyak dibandingkan dengan tanaman perlakuan dikarenakan tanaman kontrol tidak diberikan ekstrak apapun. Masing-masing perlakuan mempunyai populasi nematoda yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan antar perlakuan ekstrak tanaman memiliki populasi nematoda yang tidak berbeda nyata. Adanya penekanan populasi nematoda pada tanaman kontrol disebabkan karena adanya pengaruh lingkungan sehingga nematoda tidak dapat beradaptasi dengan baik dan menimbulkan kematian pada beberapa nematoda. Sedangkan faktor yang menyebabkan kematian pada nematoda dalam tanaman perlakuan karena adanya senyawa bioaktif yang terdapat pada tiap daun uji yang mampu menekan populasi nematoda. Beberapa ekstrak tanaman uji memiliki kandungan flavonoid dimana kandungan ini dapat berpengaruh terhadap perkembangan dan aktifitas nematoda di dalam akar. Faktor lain yang menyebabkan banyaknya jumlah populasi nematoda dalam akar adalah keberhasilan dari nematoda pada saat nematoda melakukan penetrasi pada akar. Jumlah nematoda yang terdapat pada akar akan mempengaruhi populasi akhir nematoda (Wisnuwardhana, 1978). Perkembangan populasi nematoda dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman

(Oostenbrink, 1966, dalam Wisnuwardhana, 1978).

Ekstrak marigold dapat menekan populasi nematoda hingga jumlah terendah dibandingkan dengan ekstrak lainnya. Adanya kandungan minyak atsiri yang dimiliki oleh marigold yang berfungsi sebagai nematisida yang tinggi. Hal ini didukung oleh pernyataan (Heyne, 1987) yang menyatakan bahwa minyak atsiri dapat bersifat sebagai racun yang kerjanya menghambat aktifitas respirasi sehingga menyebabkan kematian secara lambat apabila masuk melalui saluran pencernaan. Menurut Mustika dkk., (1994), Sangwan dkk., (1990), dan Tariq (2010), kandungan minyak atsiri dan komponennya mempunyai aktivitas terhadap nematoda parasit tanaman. Kandungan minyak atsiri dapat bersifat menolak, menarik, racun kontak, racun pernafasan, mengurangi nafsu makan, menghambat peletakkan telur, dan menghambat pertumbuhan (Dubbey dkk., 2010). Sedangkan ekstrak dari jarak pagar, pepaya, mimba dan sirsak mampu menekan populasi nematoda karena melepaskan senyawa bioaktif yang bersifat nematisida.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka yang dapat disimpulkan yaitu, ekstrak marigold, ekstrak sirsak, ekstrak pepaya, ekstrak mimba, dan ekstrak jarak pagar memiliki kemampuan untuk menekan populasi nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. Ekstrak tanaman uji yang memiliki kecenderungan paling efektif untuk menekan populasi nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. dalam 300 g tanah dengan persentase 75,3% menekan jumlah puru akar dalam 1 g akar dengan persentase 70,6%, dan menekan populasi nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. dalam 1 g akar dengan persentase

69,5%, adalah ekstrak daun marigold (*Tagetes* spp.).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan pikiran dan tenaga. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada I Dewa Putu Singarsa, S.P., M.Si. Sebagai pembimbing I dan Prof. Dr. Ir. I Made Sudarma, M.S. sebagai pembimbing II. Kedua pembimbing telah banyak membimbing penulis dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. Mengendalikan Nematoda Parasit Pada Tanaman dan Tanah. Balai Penelitian Tanaman dan Tanah. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Jurnal Litbang Pertanian. Bogor. 23(4):116.
- Browning, M, Wallace, DB, Dawson, C, Alm, SR & Amador. JA. 2006, Potential of butyric acid for control of soil-borne fungal pathogens and nematodes affecting strawberries, Soil Biol. Biochem. 38(2):401–404.
- Dropkin, V.H. 1991. Introduction to Plant Nematology. Second Edition. Departemen of Plant Phathology. University of Missouri. Columbia. Diterjemahkan oleh Supratoyo. 1996. Pengantar Nematologi Tumbuhan. Edisi Kedua. UGM Press. Yogyakarta.
- Dubbey, N.K., R. Shukla, A. Kumar, P. Singh, and B. Prakash. 2010. Prospects of Botanical Pesticides in Sustainable Agriculture. Current Science 4 (25): 479-480.
- Gommer. 1973. Nematicidal Principles in Compositae. Dissertation. Wageningen Agric. Univ. The Netherlands. 73 pp.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid III. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Javed, N., Gowen, S. R., Inam-ul-Haq, M., Abdullah, K., & Shahina, F. 2006. Systemic and persistent effect of neem

- (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. *Crop Protection*, 26(7), 911-916.
- Kardiman, A. 2001. *Pestisida Nabati Ramuan Dan Aplikasi*. PT. Penebar swadaya. Jakarta.
- Khan, Z; Kim, YH, Kim, SG & Kim, HW. 2007. Observations on the suppression of root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) on tomato by incorporation of cyanobacterial powder (*Oscillatoria chlorina*) into potting field soil. *Bioresource Technol.* 98(1),69–73.
- Khater, HF. 2012. Prospects of botanical bio-pesticides in insect pest management. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 2(5):244–259.
- Lopez. 2005. In Vitro Effect Of Condosed Tannins From Tropical Fodder Crops Against Eggs And Larvae Of The Nematode *Haemaphysalis contortus*. *Journal of Food, Agriculture and Environment*(2): 191-194.
- Mustika, I., dan A. Rahmat. 1994. Efikasi Beberapa Macam Produk Cengkeh Terhadap Nematoda Lada. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*, Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. *Balittro*. Hlm. 49-55.
- Nwokocha, A., Blessing, I. O., Agbagwa, I. O., & Okoli, B. E. 2011. Comparative phytochemical screening of *Jatropha L.* species in the Niger Delta. *Research Journal of Phytochemistry*, 5(2), 107-114.
- Oostenbrink, M. 1966. Evaluation and integration of nematode control methods.
- Oudejans, H. 1991. *Agro-Pesticides Properties and Functions in Integrated Crop Protection*. United Nations Bangkok.
- Prasasti, W. D. 2012. *Strategi Pengendalian Penyakit Nematoda Puru Akar (Meloidogyne spp.) pada Tanaman Tomat (Solanum lycopersicum L.)*. Yogyakarta (ID): UGM Press.
- Sangwan, N.K., B.S. Verna, K.K Verma, and K.S. Dhindsa. 1990. *Nematicidal Activity of Some Essential Plant Oils*.
- Sastratomo, Soetikno. S., 1990. *Ekologi Gulma*. P.T Pustaka Utama: Jakarta.
- Sayre, R.M. 1980. Promoting Organism for Biological Control of Nematodes Plant Disease 64 : 527-532.
- Setiawati, W., R. Murtiningsih, N. Gunaini dan T. Rubiati. 2008. *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT)*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Diakses pada tanggal 26 Maret 2021.
- Setyawaty. D. 2002. *Studi Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (Piper battle Linn.) dalam Pelarut Aquades, Etanol, dan Metanol Terhadap Perkembangan Larva Nyamuk Culex quinquefasciatus*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor.
- Tariq, R.M., S.N.H. Naqvi, M.I. Choudhary, and A. Abbas. 2010. *Importance and Implementation of Essential Oil of Pakistanian Acorus calamus Linn., as a biopesticide*. *Pakistanian J.*
- Wallace, H.R. 1971. *Dalam Wisnuwardhana W.A.* 1978. *The Biology of Plant Parasitic Nematodes*. Edward Arnold Ltd. London. 280 p. Diakses pada tanggal 23 Maret 2021.
- Wisnuwardhana, W.A. 1978. *Hubungan Antara Tingkat Populasi Awal dari Meloidogyne spp. dan Kerugian Produksi Tanaman Tomat*. *Bul. Penelitian Hortikultura*. Vol VI. No. 1. Bogor. P 21-29.