

JurnalAgrosilvopasture-Tech

Journal homepage: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrosilvopasture-tech>

Efektivitas Esktrak Akar Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth) dan Pepaya (*Carica papaya* L) dalam Menekan Terbentuknya Puru Akar Nematoda pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L)

*The Effectiveness of Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth) and Papaya (*Carica papaya* L) Root Extracts in Suppressing the Formation of Nematode Root Knots on Celery (*Apium graveolens* L)*

Nur Asty, Victor G. Siahaya*, Aminudin Umasangaji

Program Studi Agroteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon, 97233 Indonesia

*Penulis korespondensi e-mail: vg.siahaya@faperta.unpatti.ac.id

ABSTRACT

Keywords:
Apium graveolens;
Carica papaya;
Cosmos caudatus;
Root-knot nematode

This study aims to test the effectiveness of root extracts of kenikir and papaya plants in suppressing the rate of root-knots formation, as well as the number of root-knots formed on celery plants. The method used was a factorial experiment in a randomized block design with two factors, namely the type of antagonist plant root and the dosage, with five replications. The results showed that the treatment of papaya root extract (*Carica papaya* L.) had a significant effect on all parameters, but the HSD test was only significantly different on the number of root knots. The highest average number of root knots in control plants was 67.2 (A1B0), and the lowest was 4.6 (A1B5). The treatment of kenikir root extract (*Cosmos caudatus* Kunth.) significantly affected all parameters, but the HSD test was only significantly different on plant height and number of root knots. The average plant height in the control was 31.4 cm (A2B0), and in the treatment 40.6 cm (A2B5). The highest average number of root knots was 50.8 (A2B0), and the lowest was 1.0 (A2B5). Carpain secondary metabolites in papaya root extract, and phenylpropanoids in kenikir root extract played a role in suppressing the growth of root-knot nematodes. Coniferyl alcohol in kenikir root extract is thought to play a role in increasing the height of celery plants. Kenikir root extract was better than papaya root extract in suppressing the growth of root-knot nematodes.

ABSTRAK

Kata Kunci:
Apium graveolens;
Carica papaya;
Cosmos caudatus;
Nematoda puru akar

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas esktrak akar tanaman kenikir dan pepaya dalam menekan laju terbentuknya puru akar, serta jumlah puru akar yang terbentuk pada tanaman seledri. Metode yang digunakan adalah percobaan faktorial dalam rancangan acak kelompok dengan dua faktor, yaitu jenis akar tanaman antagonis dan pemberian dosis, dengan ulangan lima kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak akar pepaya (*Carica papaya* L.) berpengaruh nyata terhadap semua parameter, tetapi uji BNJ hanya berbeda nyata pada jumlah puru akar. Rata-rata jumlah puru akar tertinggi pada tanaman kontrol sebanyak 67,2 puru (A1B0), dan terendah adalah 4,6 (A1B5). Perlakuan ekstrak akar kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) berpengaruh nyata terhadap semua parameter, tetapi uji BNJ hanya berbeda nyata pada tinggi tanaman dan jumlah puru akar. Rata-rata tinggi tanaman pada kontrol 31,4 cm (A2B0), dan pada perlakuan 40,6 cm (A2B5). Rata-rata jumlah puru akar tertinggi adalah 50.8 puru (A2B0), dan terendah adalah

1,0 (A2B5). Metabolit sekunder karpain pada ekstrak akar pepaya, dan fenilpropanoid pada ekstrak akar kenikir berperan dalam menekan pertumbuhan nematoda puru akar. Koniferil alkohol pada ekstrak akar kenikir diduga berperan pada penambahan tinggi tanaman seledri. Ekstrak akar kenikir lebih baik dari pada ekstrak akar pepaya dalam menekan pertumbuhan nematoda puru akar.

PENDAHULUAN

Nematoda parasit tumbuhan merupakan salah satu hama yang dapat mempengaruhi produksi tanaman hortikultura, pangan, dan perkebunan. Nematoda parasit tumbuhan hidup dan berkembang dalam jaringan tumbuhan, dan dapat bermigrasi dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman lain melalui air di sekitar tanaman inangnya (Mutala'liah *et al.*, 2019). Beberapa contoh nematoda yang merupakan parasit tumbuhan adalah *Meloidogyne* spp. yang juga disebut sebagai nematoda puru akar adalah nematoda parasit yang menyerang akar yang merupakan parasit penting dan menyerang banyak tanaman pada lahan pengembangan dan pembenihan sehingga menimbulkan banyak kerugian bagi petani karena terjadi penurunan produktivitas. Nematoda ini masuk ke akar kemudian menginfeksi, sehingga terjadi pembengkakan yang menyebabkan akar tidak dapat berfungsi dengan baik (Nugrohorini, 2000).

Nematoda puru akar biasanya menyebabkan pembengkakan yang khas, yang disebut puru akar (galls), pada akar tanaman yang terkena. Infestasi nematoda ini cukup mudah dikenali; gali beberapa tanaman dengan gejala, cuci atau tepuk perlahan tanah dari akarnya, dan periksa akarnya untuk mencari puru. Nematoda makan dan berkembang di dalam puru tersebut, yang dapat tumbuh sebesar satu inci pada beberapa tanaman tetapi biasanya jauh lebih kecil. Pembentukan puru akar ini akan merusak kemampuan air dan nutrisi yang dibawa oleh akar (Perry & Ploeg, 2010).

Serangan nematoda puru akar mengakibatkan kehilangan hasil yang bervariasi pada tingkat kepadatan populasi yang berbeda. Beberapa laporan tentang kehilangan hasil pada tanaman padi berkisar antara 20-80% di berbagai wilayah Asia Selatan dan Tenggara (Nurjayadi *et al.*, 2015), dan 50% pada tanaman tembakau, 32% pada tanaman lada, 75% pada tanaman nilam, 40-77% pada tanaman jahe, 28,7% sampai 78,4% pada tanaman kopi (Mustika, 2005). Di Indonesia hal ini kurang disadari, karena gejalanya sulit terlihat serta ukuran nematoda juga sangat kecil. Disamping itu gejalanya sangat lambat dan tidak spesifik, karena hampir sama dengan gejala kekurangan air dan unsur hara, kerusakan akar dan pembuluh batang.

Pengendalian dapat dilakukan dengan cara sanitasi, pergiliran tanaman, waktu tanam, ketahanan tanaman, secara kimia dan biologi menggunakan agen hayati dan nonhayati. Di Eropa dan Amerika, pengendalian hayati secara terpadu dilakukan dengan penggunaan tanaman antagonis dan pergiliran tanaman (Mustika, 2005).

Perlakuan rotasi dengan tanaman bukan inang dapat mengurangi tingkat populasi nematoda, tetapi sulit pada lahan yang sudah terserang karena kisaran inangnya yang cukup luas (Perry & Ploeg, 2010).

Potensi ekstrak nabati sebagai pengendalian nematoda puru akar telah banyak dilaporkan. Kurang lebih ditemukan 147 jenis yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan nematoda. Penggunaan ekstrak nabati yang telah banyak dipelajari adalah Mimba (*Azadirachta indica*), Tagetes (*Tagetes erecta*), dan Jarak Pagar (*Ricinus communis*). Selain itu, juga srikaya, serai wangi, serai, bawang dayak, dan lempuyangan gajah (Istiqomah dan Pradana, 2015).

Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan komoditas yang bernilai ekonomis dan banyak digunakan sebagai bumbu masak dan penghias hidangan. Salah satu masalah serius dalam budidayanya adalah serangan nematoda parasit akar yang dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 70%. Beberapa jenis nematoda dilaporkan dapat menyebabkan penyakit pada tanaman seledri. Dari hasil penelitian Rosya & Winarto (2013) dilaporkan bahwa nematoda yang menyerang tanaman seledri adalah: *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Longidorus*, *Xiphinema* dan nematoda simpul akar (NPA) *Meloidogyne* spp. Luc *et al.* (2001) menyatakan bahwa seledri merupakan inang dari *M. incognita*, *M. javanica*, dan *M. thamesi*. Sementara Kurniawati *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa spesies *Meloidogyne* yang berasosiasi dengan seledri di Indonesia adalah *M. incognita*, *M. arenaria*, dan *M. javanica*.

Penggunaan tanaman antagonis untuk mengendalikan nematoda merupakan cara pengendalian kultur teknis. Dari beberapa hasil penelitian dilaporkan ada kurang lebih 57 jenis tanaman yang bersifat antagonis terhadap nematoda (Mashkooor *et al.*, 1978; Trimman dan Mulyadi, 2001). Mashkooor *et al.* (1978) melaporkan bahwa jenis kenikir (*Cosmos* spp) sangat tidak disukai oleh nematoda *Roilylenchulus reniformis*, *Tylnchorhynchus brassicae*, dan *Meloidogyne incognita*, sehingga dianggap memiliki potensi dalam menekan pertumbuhan nematoda ektoparasit.

Penggunaan ekstrak akar pepaya yang diberikan kepada mencit dapat menurunkan jumlah larva nematoda *Ancylostoma caninum* (Oktofani & Suwandi, 2019), dan penggunaan ekstrak daun pepaya dapat menekan populasi nematoda puru akar pada seledri (Alam *et al.*, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji efektivitas ekstrak akar kenikir dan pepaya, serta menghitung jumlah puru akar nematoda yang terbentuk setelah diberi perlakuan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Sampel tanah (min 100 g), kertas tissue yang tidak mengandung zat kimia beracun atau parfum, pupuk kandang (kotoran kambing), tanah (regosol berhumus), bibit tanaman seledri, dan air (untuk sterilisasi tanah).

Desain dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Negeri Rumah Tiga, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon pada bulan April sampai Mei 2022. Penelitian menggunakan percobaan Faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari: Faktor pertama (A) adalah jenis akar tanaman antagonis, yaitu A1 (akar pepaya) dan A2 (akar kenikir. Faktor kedua (B) adalah konsentrasi ekstrak, yaitu B1=15 g, B2= 20 g, B3= 25 g, B4 = 30 g, B5 = 35 g.

Prosedur Penelitian

1. Peninjauan lokasi penelitian untuk mengetahui keadaan lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian.
2. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah regosol berhumus dan pupuk kandang. Tanah dan pupuk kandang diayak dengan saringan berukuran 1×1 cm untuk membuang kotoran berupa sampah dan batu yang terikut. Tanah hasil ayakan yang lolos digunakan untuk media tanaman. Selanjutnya tanah dan pupuk kandang disterilisasi selama enam jam.
3. Benih seledri yang akan ditanam terlebih dahulu direndam dalam air hangat selama 60 menit, kemudian disemai pada bak persemaian. Penanaman dilakukan setelah bibit berumur satu bulan atau telah memiliki empat helai daun. Penanaman dalam polybag yang berukuran 25×25 cm.
4. Sumber inokulum nematoda diperoleh dari akar tanaman yang terinfeksi nematoda berupa bintil-bintil akar. Kemudian dilakukan ekstraksi menggunakan metode White head tray (nampan saring), akar yang mengandung nematoda dirajang berukuran 0,5 cm, kemudian diletakkan dalam nampan yang telah dilapisi tissue di dalamnya. Selanjutnya diberi air steril hingga sampel terendam selama 24 jam, kemudian hasil ekstraksi disaring menggunakan ayakan berukuran 2 mesh. Hasil saringan yang mengandung populasi nematoda disimpan di dalam wadah berupa botol, kemudian diinokulasi pada tanaman seledri yang telah dipersiapkan sebagai perlakuan dalam penelitian.
5. Menginfeksi ekstrak nematoda puru akar ke tanaman seledri yang sudah disiapkan sebelumnya, setelah berumur 1,5 bulan atau berumur 45 hari setelah tanam.
6. Mempersiapkan ekstrak akar kenikir dan akar pepaya dengan konsentrasi sesuai perlakuan.
7. Pemberian ekstrak akar kenikir dan ekstrak akar pepaya ke tanaman seledri yang telah berumur dua bulan setiap minggu.
8. Pengamatan jumlah puru akar dilakukan setiap minggu hingga minggu kelima untuk mengetahui jumlah puru akar yang terbentuk pada setiap percobaan. Pengamatan puru akar menggunakan loupe dan dilakukan perhitungan dengan menggunakan hand counter. Hasil perhitungan jumlah puru akar dicatat pada tabel pengamatan.

Variabel Pengamatan

Adapun pengumpulan data lapangan dilakukan berdasarkan parameter yang diamati yaitu:

- a. Tinggi tanaman (cm) diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung daun terpanjang
- b. Jumlah daun (helai) dihitung pada akhir penelitian dengan cara menghitung banyaknya daun yang telah terbuka sempurna

- c. Panjang akar (cm) yang diukur mulai dari pangkal batang hingga ujung akar terpanjang
- d. Berat akar (gram) dengan menimbang masing-masing sampel akar
- e. Jumlah puru dihitung per helai akar sampai helai akar terakhir

Analisis Data

Data analisis dari perubahan yang diamati, dilakukan dengan menggunakan analisis ragam dan jika terdapat pengaruh perlakuan yang signifikan dan sangat signifikan maka dilanjutkan uji lanjut BNJ ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi dengan ekstrak akar kenikir dan akar pepaya menunjukkan bahwa parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat akar dan jumlah puru akar berbeda nyata pada perlakuan ekstrak pepaya. Selanjutnya parameter jumlah daun, panjang akar, berat akar, juga berbeda nyata terhadap perlakuan ekstrak akar kenikir. Sementara tinggi tanaman dan jumlah puru akar berbeda sangat nyata terhadap perlakuan ekstrak akar kenikir.

Hasil uji BNJ pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi dengan ekstrak akar pepaya dan akar kenikir berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah puru yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata pengaruh kombinasi perlakuan konsentrasi dengan ekstrak akar pepaya dan akar kenikir

Perlakuan	Rata-rata				
	TT	JD	PA	BA	JPA
A1B0	28,8 ^a	7,8 ^b	16,4 ^a	8,0 ^a	67,2 ^a
A1B1	26,2 ^a	6,2 ^b	18,2 ^a	6,0 ^a	14,2 ^b
A1B2	27,0 ^a	13,4 ^{ab}	16,2 ^a	10,0 ^a	16,2 ^b
A1B3	26,4 ^a	16,0 ^a	16,0 ^a	10,6 ^a	16,0 ^b
A1B4	27,4 ^a	10,6 ^{ab}	15,8 ^a	10,4 ^a	10,0 ^b
A1B5	26,4 ^a	11,2 ^{ab}	15,0 ^a	11,6 ^a	4,6 ^b
A2B0	31,4 ^c	9,4 ^a	13,4 ^a	7,8 ^a	50,8 ^a
A2B1	34,0 ^{bc}	6,4 ^a	21,4 ^a	8,2 ^a	6,2 ^b
A2B2	36,8 ^{ab}	15,4 ^a	23,4 ^a	12,0 ^a	4,2 ^b
A2B3	35,2 ^{bc}	14,6 ^a	18,8 ^a	10,2 ^a	2,0 ^b
A2B4	34,8 ^{bc}	12,4 ^a	20,8 ^a	11,8 ^a	1,6 ^b
A2B5	40,6 ^a	15,8 ^a	24,0 ^a	14,2 ^a	1,0 ^b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNJ 0,05. TT = Tinggi Tanaman, JD = Jumlah Daun, PA = Panjang Akar, BA = Berat Akar, JPA = Jumlah Puru Akar

Hasil uji BNJ menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak akar pepaya tidak memberikan pengaruh yang nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan berat akar. Kisaran tinggi tanaman pada perlakuan ekstrak akar pepaya antara 26,2 cm (A1B1) sampai 27,4 cm (A1B4), dan pada kontrol 28,8 cm (A1B0). Kisaran jumlah daun antara 6,2 cm (A1B1) sampai 16,0 (A1B3), dan 7,8 cm pada kontrol (A1B0). Kisaran panjang akar antara 15,0 cm (A1B5) sampai 18,2 cm (A1B1), dan 16,4 cm pada kontrol (A1B0). Kisaran berat akar antara 6,0 g (A1B1) sampai 11,6 g (A1B5), dan 8,0 g pada kontrol (A1B0).

Pada parameter jumlah puru akar, perlakuan konsentrasi berbeda nyata dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata antar konsentrasi ekstrak akar pepaya. Rata-rata jumlah puru akar pada tanaman kontrol sebanyak 67,2 puru (A1B0), sedangkan kisaran jumlah puru akar pada perlakuan adalah 4,6 (A1B5) sampai 16,2 puru (A1B2).

Hasil Uji BNJ pada taraf 0.05 menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak akar kenikir tidak memberikan pengaruh yang nyata pada jumlah daun, panjang akar dan berat akar. Kisaran jumlah daun antara 6,4 helai (A2B1) sampai 15,8 helai (A2B5), dan 9,4 pada kontrol (A2B0). Kisaran panjang akar antara 13,4 cm (A2B0)

sampai 24,0 cm (A2B5), dan 13,4 cm pada kontrol (A2B0). Kisaran berat akar antara 7,8 g (A2B0) sampai 14,2 g (A2B5), dan 7,8 g pada kontrol (A2B0).

Hasil Uji BNJ pada parameter tinggi tanaman menunjukkan perlakuan A2B5 berbeda nyata dengan semua perlakuan, kecuali A2B2. Kisaran tinggi tanaman antara 34,0 cm (A2B1) sampai 40,6 cm (A2B5), dan 31,4 cm pada kontrol (A2B0).

Pada parameter jumlah puru akar, perlakuan konsentrasi berbeda nyata dengan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata antar konsentrasi ekstrak akar kenikir. Rata-rata jumlah puru akar pada tanaman kontrol sebanyak 50,8 puru (A1B0), sedangkan kisaran jumlah puru akar pada perlakuan adalah 1,0 (A2B5) sampai 6,2 puru (A2B1).

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan dosis dengan ekstrak akar pepaya dan akar kenikir memberikan respons yang terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, dan jumlah puru akar yang terbentuk. Kombinasi perlakuan (A1B5, ekstrak akar pepaya) dan A2B5 (ekstrak akar kenikir) dengan konsentrasi 35 g/L memberikan respons yang baik dalam menekan laju puru akar dibandingkan dengan kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi 35 g/L ekstrak akar pepaya dan akar kenikir mampu memberikan respons yang positif dalam penekanan puru akar nematoda yang terbentuk.

Seledri merupakan inang bagi *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. thamesi*, *Trichodorus*, *Paratylenchus*, *Longidorus*, *Xiphinema*, *Aphelenchoides*, dan *Tylenchus* (Luc *et al.*, 2001; Rosya & Winarto, 2013). Luc *et al.* (2001) juga menyatakan bahwa spesies yang paling banyak ditemukan di daerah tropis dengan zona iklim panas dan lembap, baik di dataran rendah maupun tinggi, adalah *Meloidogyne* spp karena mempunyai banyak inang dan kemampuan distribusinya yang luas. Spesies *Meloidogyne* yang dilaporkan berasosiasi dengan seledri di Indonesia adalah *M. incognita*, *M. arenaria*, dan *M. javanica* (Kurniawati *et al.*, 2017).

Nugrohorini (2000) membagikan gejala serangan nematoda ke dalam dua kelompok, yaitu: gejala di atas permukaan tanah yang merupakan gejala sekunder, dan gejala di bawah permukaan tanah yang merupakan gejala primer.

Dari hasil pengamatan gejala di permukaan tanah, tampak bahwa daun mengalami klorosis (menguning) (Gambar 1), dan tanaman kerdil. Gejala sekunder yang muncul adalah pertumbuhan tanaman lambat, tidak merata, tanaman kerdil karena kekurangan unsur hara, daun menguning (klorosis), dan tanaman layu pada cuaca panas (Dropkin, 1991; Nugrohorini, 2000; Kurniawati *et al.*, 2017). Gejala tersebut akan mengurangi daya fotosintesis, transpirasi, status hara tanaman, dan kerentanan terhadap patogen penyebab penyakit (Melakeberhan *et al.*, 1987).



Gambar 1. Daun seledri (*A. graveolens* L.) yang mengalami klorosis

Pada bagian akar terdapat gejala berupa puru dalam jumlah banyak, berbentuk seperti helaian, dan akar berbulu (Gambar 2). Gejala penyakit yang umum terjadi pada akar seledri adalah jumlah puru akar yang banyak dan jika dilakukan pembedahan akan nampak nematoda betina dalam jumlah yang banyak (Kurniawati *et al.*, 2017).

Terbentuknya puru akar karena *Meloidogyne* spp. menghasilkan sekresi protease yang mampu merubah protein pada jaringan akar menjadi asam amino, yaitu triptofan yang diduga berperan sebagai stimulan terjadinya hormon IAA. Zat-zat pertumbuhan tersebut merangsang hiperplasia (peningkatan jumlah sel yang tidak normal) dan hipertropi (peningkatan ukuran sel yang tidak normal) (Mulyadi, 2009).

Puru terbentuk karena gangguan fisiologis pada tanaman yang disebabkan oleh nematoda puru akar (Philbrick *et al.*, 2020). Akar yang menjadi tempat makan *Meloidogyne* spp. dapat memodifikasi selnya, sehingga meningkatkan ukuran sel. Ukuran yang membesar inilah yang kemudian disebut dengan sel raksasa

(Olmo *et al.*, 2019). Gangguan pada struktur akar mengurangi daya serap air dan unsur hara serta pengangkutannya dari akar ke pucuk tanaman (Abad *et al.*, 2003; Rodiuc *et al.*, 2014).



Gambar 2. Akar tanaman seledri dengan puru akar dan tanpa puru akar

Parameter yang diamati dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun sebagai parameter di atas permukaan tanah, dan panjang akar, berat akar, serta jumlah puru akar sebagai parameter di bawah permukaan tanah.

Parameter di Atas Permukaan Tanah

Dari semua parameter yang diamati di atas permukaan tanah, memberikan pengaruh nyata pada tingkat ANOVA, tetapi pada uji lanjut BNJ dengan taraf 0.05, hanya tinggi tanaman saja yang menunjukkan adanya perbedaan nyata, yaitu pada perlakuan konsentrasi ekstrak akar kenikir (Tabel 1), sedangkan pada perlakuan ekstrak akar pepaya, hanya jumlah daun saja yang menunjukkan adanya perbedaan nyata (Tabel 1).

Tingginya pertumbuhan tanaman dan daun dipengaruhi oleh faktor luar dan dalam. *Meloidogyne spp.* sebagai faktor luar dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Serangan tersebut menyebabkan rusaknya struktur akar dan mengganggu daya serap unsur hara dan air dari dalam tanah. Fenomena ini menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu, diikuti gejala lain seperti layu, kerdil, dan penurunan hasil (Collett *et al.*, 2021). Ada juga tanda-tanda kekurangan nitrogen dan kalium dan ujung serta tepi daun terlihat seperti terbakar (Luc *et al.*, 2001). Hal tersebut didapatkan pada tanaman kontrol yang lebih kerdil dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan ekstrak akar pepaya dan akar kenikir.

Karena tinggi tanaman menunjukkan perbedaan nyata pada perlakuan ekstrak kenikir, sehingga diduga ada senyawa yang terkandung dalam ekstrak akar kenikir, dan tidak terdapat pada ekstrak akar pepaya yang mempengaruhinya. Fuzzati *et al.* (1995) menyatakan bahwa akar kenikir mengandung koniferil alkohol (guaiasil) yang merupakan komponen utama lignin kayu lunak, yang diduga berpengaruh pada penambahan tinggi tanaman seledri.

Penyebab fenomena jumlah daun diduga berhubungan dengan fitohormon (hormon tumbuhan), yaitu sitokinin dan giberelin. Secara fisiologis, hormon pada tumbuhan diartikan sebagai pembawa pesan antar sel yang diperlukan untuk mengatur seluruh siklus hidup tumbuhan, seperti perkecambahan, perakaran, pembungaan, pembuahan, dan pertumbuhan. Kandungan sitokinin yang cukup banyak dapat merangsang sitokinesis pada sel primordia daun sehingga dapat mendukung peningkatan jumlah daun (Asra *et al.*, 2020). Hormon giberelin dan sitokinin diproduksi pada akar tanaman pepaya (Campostrini & Yamanishi, 1998).

Parameter di Bawah Permukaan Tanah

Dari semua parameter yang diamati di bawah permukaan tanah, memberikan pengaruh nyata pada tingkat ANOVA, tetapi pada uji lanjut BNJ dengan taraf 0.05, hanya jumlah puru akar saja yang menunjukkan adanya perbedaan nyata (Tabel 1), sedangkan pada parameter panjang akar dan berat akar tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata (Tabel 1).

Rata-rata jumlah puru akar pada kontrol (67,2) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan konsentrasi ekstrak akar pepaya. Penekanan terbentuknya puru akar pada perlakuan A1B5 (4,6) memiliki kemampuan menekan paling tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya.

Gejala kerusakan nematoda yang khas di bawah permukaan tanah adalah pengurangan massa akar, distorsi struktur akar dan/atau pembesaran akar. Pada serangan yang cukup berat dari nematoda akan berpengaruh pada meningkatnya bobot akar pada tanaman karena pembentukan sel-sel raksasa pada akar. Puru yang terjadi akan berfungsi sebagai tempat penyediaan air dan unsur hara bagi nematoda sehingga tanaman tidak dapat lagi memberikan unsur hara pada bagian atasnya (Melakeberhan *et al.*, 1987). Hal ini tampak pada parameter panjang akar, berat akar, dan jumlah puru akar, baik pada perlakuan ekstrak akar pepaya maupun ekstrak akar kenikir, yang mengindikasikan ada senyawa-senyawa di dalamnya yang mampu menekan pertumbuhan nematoda puru akar. Sikder & Vestergard (2020) mengemukakan bahwa berbagai metabolit sekunder pada akar tanaman dapat mempengaruhi perilaku, perkembangan, reproduksi, dan kelangsungan hidup nematoda.

Akar pepaya mengandung alkaloid, fenol, flavonoid, saponin, glikosida dan tanin (Parekh & Chanda, 2006; Fitria, 2016; Santoso, 2017), yang dapat dimanfaatkan sebagai antihelmentik (Oktovani & Suwandi, 2019). Kandungan saponin dan tanin yang terkandung dalam ekstrak akar pepaya berperan efek antihelmentik. Zat aktif saponin bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim kolinesterase sehingga menyebabkan kematian cacing (Kuntari, 2008). Zat aktif tanin berikatan dengan glikoprotein pada dinding cacing sehingga menyebabkan gangguan metabolisme dan homeostatis cacing (Salhan *et al.*, 2011). Hasil uji laboratorium dari ekstrak beberapa jenis tumbuhan yang mengandung kombinasi alkaloid dan tanin, dapat mempengaruhi aktivitas nematoda (Jaya *et al.*, 2014).

Tanaman pepaya juga menghasilkan enzim papain dan karpain yang banyak digunakan sebagai sumber senyawa kimia untuk kepentingan berbagai pengobatan (Bukhori *et al.*, 2014). Papain merupakan enzim proteolitik atau enzim pemecah protein, yang disekresikan melalui isolasi getah pepaya dari buah, batang, daun, tetapi tidak didapati pada biji dan akar (Suryatinah *et al.*, 2013). Papain berperan dalam mempertahankan diri melawan serangan patogen, seperti virus, jamur, serangga, dan nematoda (Andrade *et al.*, 2010).

Karpain yang merupakan senyawa alkaloid, pertama kali diisolasi oleh Greshoff pada tahun 1890 yang diketahui memiliki aktivitas antitumor in-vitro terhadap leukemia pada tikus (Priyadarshi & Ram, 2018). Karpain ditemukan pada akar, biji, kulit kayu, kulit buah, dan daun pepaya (Bukhori *et al.*, 2014). Karpain diduga bekerja efektif dengan cara mengkoagulasi albumin pada cacing nematoda *Ascaris lumbricoides*, sehingga menjadi lemah, mati, dan akan meninggalkan tubuh inangnya (Alam *et al.*, 2020). Karpain yang terkandung pada biji pepaya, dilaporkan juga mengganggu keseimbangan elektrolit cacing, sehingga menyebabkan cacing kehilangan koordinasi saraf (Sonda *et al.*, 2018).

Hal ini menunjukkan bahwa kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada akar pepaya seperti saponin, tanin, dan karpain memiliki peran dalam menekan pertumbuhan nematoda puru akar.

Rata-rata jumlah puru akar pada kontrol (50,8) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan konsentrasi ekstrak akar kenikir. Penekanan terbentuknya puru akar pada perlakuan A2B5 (1,0) memiliki kemampuan menekan paling tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak akar kenikir berpengaruh dan jauh lebih mampu menekan pertumbuhan nematoda puru akar dibandingkan ekstrak akar pepaya.

Dari hasil uji fitokimia pada bagian-bagian tanaman kenikir, didapati asam fenolat, flavonoid, tanin, karotenoid, terpen, saponin, seskuiterpen lakton, steroid, alkaloid, triterpenoid (Ayu *et al.*, 2017; Moshawih *et al.*, 2017; Kharismanda & Yuliani, 2021), serta fenilpropanoid yang hanya didapati pada akar (Moshawih *et al.*, 2017).

Secara umum fenilpropanoid yang merupakan senyawa metabolit sekunder pada tanaman seledri, disebut sebagai senyawa fenolik yang memberikan respon tanaman terhadap luka dan infeksi (Nicholson & Hammerschmidt, 1992). Fenilpropanoid diisolasi untuk pertama kalinya dari akar *C. caudatus* dan terbukti ampuh sebagai antijamur (Moshawih *et al.*, 2017).

Dalam interaksi tanaman-nematoda, telah banyak dilakukan penelitian terhadap beberapa spesies nematoda parasitik, terutama *Meloidogyne* spp, *Globodera* spp dan *Heterodera* spp, dengan hasil yang menunjukkan adanya korelasi positif antara kandungan fenilpropanoid dengan tingkat ketahanannya (Trudgill, 1991).

Pada beberapa kultivar tomat dan lada yang tahan terhadap *Meloidogyne* spp, didapati fenilpropanoid yang tinggi yang bertindak sebagai substrat untuk oksidasi secara cepat dan intens terhadap infeksi nematoda (Hung & Rohde, 1973; Pegard *et al.*, 2005). Fenomena ini juga terbukti pada padi dan nilam, dimana pertahanan sistemik terhadap *M. incognita* tidak berkorelasi dengan akumulasi hormon, tetapi sangat tergantung pada stimulasi jalur fenilpropanoid (Borah *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2019).

Dengan dukungan dari beberapa hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa kandungan metabolisme sekunder yang ada pada akar kenikir terutama fenilpropanoid berperan dan mampu menekan pertumbuhan nematoda puru akar.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan konsentrasi 35 g/L dengan ekstrak akar pepaya mampu menekan terbentuknya puru akar nematoda. Kombinasi perlakuan konsentrasi 35 g/L dengan ekstrak akar kenikir mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan menekan terbentuknya puru akar nematoda. Rata-rata jumlah puru akar nematoda lebih sedikit terbentuk pada perlakuan ekstrak akar kenikir daripada ekstrak akar pepaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abad, P., Favery, B., Rosso, M., & Castagnone-Sereno, P. (2003). Root-knot nematode parasitism and host response: Molecular basis of a sophisticated interaction. *Molecular Plant Pathology*, 4(4), 217-224.
- Alam, S., Yusriadi, & Fitriyanti, D. (2020). Potensi serbuk daun pepaya menekan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp) seledri. *Proteksi Tanaman Tropika*, 3(01), 185-188.
- Andrade, L.B.D.S., Oliveira, A.S., Ribeiro, J.K.C., Kiyota, S., Vasconcelos, I.M., Oliveira, J.T.A.D., & Sales, M.P.D. (2010). Effects of a novel Pathogenesis-Related Class 10 (PR-10) protein from *Crotalaria pallida* roots with papain inhibitory activity against root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58(7), 4145-4152.
- Ayu, G., Tandi, J., & Nobertson, R. (2017). Uji efek ekstrak etanol daun kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) terhadap penurunan kadar kolesterol pada tikus wistar (*Rattus norvegicus*) hiperkolesterolemia diabetes. *Farmakologika: Jurnal Farmasi*, 14(2), 111-117.
- Borah, B.R., Ahmed, Hussain, M., Phukon, P., Wann, S.B., Sarmah, D.K., & Bhau, B.S. (2018). Suppression of root-knot disease in *Pogostemon cablin* caused by *Meloidogyne incognita* in a rhizobacteria mediated activation of phenylpropanoid pathway. *Biological Control*, 119, 43–50.
- Bukhori, M.F.M., Rahman, N.A., Khalidi, N., Rashid, A.H., & Diah, M.M. (2014). The supercritical fluid extraction of alkaloids from papaya (*Carica papaya* L. var. Eksotika) leaves. *borneo journal of resource science and technology*, 4(2), 35-49.
- Campostrini, E., & Yamanishi, O.K. (1998). Influence of Root Restriction on Physiological Characteristics of Four Papaya (*Carica papaya*) Genotypes. In: Proceedings of XIth International Congress on Photosynthesis. Budapest, Hungary. pp. 3821-3824.
- Dropkin, V. H. (1991). Pengantar Nematologi Tumbuhan. Ed ke-2. Supratoyo, penerjemah. Yogyakarta. Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: Introduction to Plant Nematology.
- Fitria, S.R., Nawangsari, Fitrianingrum, I., & Wahdaningsih, S. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Akar Pepaya (*Carica papaya*) terhadap *Streptococcus pneumoniae* dan *Vibrio cholerae*. Skripsi. Pontianak. Universitas Tanjungpura.
- Hung, C.L., & Rohde, R.A. (1973). Phenol accumulation related to resistance in tomato to infection by root-knot and lesion nematodes. *Journal of Nematology*, 5(4), 253-258.
- Istiqomah, D., & Pradana, A.P. (2015). Teknik Pengendalian Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Ramah Lingkungan: Review. Prosiding Seminar Nasional Pencapaian Swasembada Pangan Melalui Pertanian Berkelanjutan. Universitas Muhammadiyah, Purwokerto. 11 hal.
- Jaya, I.B.M.D., Sritamin, M., & Puspawati, N.M. (2014). Uji efektifitas ekstrak daun dari beberapa jenis tanaman untuk mengendalikan nematoda puru akar *Meloidogyne* spp. pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 3(2), 104-113.
- Kharismanda, K., & Yuliana. (2021). Perbandingan efektivitas ekstrak daun, batang, dan bunga tanaman kenikir (*Cosmos sulphureus*) terhadap mortalitas larva *Plutella xylostella*. *LenteraBio*, 10(2), 146-152.
- Kuntari, T. (2008). Daya Antihelmintik Air Daun Ketapang (*Cassia alata* L.) terhadap Cacing Tambang Anjing in Vitro. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Kurniawati, F., Supramana, & Adnan, A.M. (2017). Spesies *Meloidogyne* penyebab puru akar pada seledri di Pacet, Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(1), 26-30.
- Luc, M., Sikora, R.A., & Bridge, J. (2001). Reflections on Nematology in Subtropical and Tropical Agriculture. In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Edited by Luc, M., Sikora, R. A., and Bridge, J. 2nd ed. pp. 1-10.

- Mashkooor, A.M., Saxena, S.K., & Khan, A.M. (1978). Suitability of Crops to Certain Ectoparasitic Nematodes. *Acta Botanica Indica*, 6, 205-208.
- Melakeberhan, H., Webster, J.W., Brook, R.C., D'Auria, J.M., & Cackette, M. (1987). Effect of *Meloidogyne incognita* on plant nutrient concentration and its influence on plant physiology of bean. *Journal of Nematology*, 19(3), 324-330.
- Moshawih, S., Cheema, M.S., Ahmad, Z., Zakaria, Z.A., & Hakim, M.N. (2017). A Comprehensive review on *Cosmos caudatus* (Ulam Raja): Pharmacology, ethnopharmacology, and phytochemistry. *International Research Journal of Education and Sciences*, 1(1), 2550-2158.
- Mulyadi. (2009). Nematologi Pertanian. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Mutala'iah, M.L., Indarti, S., & Wibowo, A. (2019). The prevalence and species of root-knot nematode which infect potato seed in Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(1), 11-16.
- Mustika, I. (2005). Konsepsi dan strategi pengendalian nematode parasit tanaman perkebunan di Indonesia. *Perspektif*, 4(1), 20-32.
- Nicholson, R.L., & Hammerschmidt, R. (1992). Phenolic compounds and their role in disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 30(1), 369-389.
- Nugrohorini. (2000). Mengenal Nematoda Parasit Tanaman. In: Monograf Nematoda Parasit Tanaman. UPN Press, Surabaya. Hal. 1-54.
- Nurjayadi, M.Y., Munif, A., & Suastika, G. (2015). Identifikasai nematoda puru akar, *Meloidogyne graminicola* pada tanaman padi di Jawa Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(4), 113-120.
- Oktofani, L.A., & Suwandi, J.F. (2019). Potensi tanaman pepaya (*Carica papaya*) sebagai antihelmintik. *Majority*, 8(1), 246-250.
- Olmo, R., Cabrera, J., Fenoll, C., & Escobar, C. (2019). A role for ALF4 during gall and giant cell development in the biotic interaction between arabidopsis and *Meloidogyne* spp. *Physiologia Plantarum*, 165(1), 17-28.
- Parekh, J., & Chanda, S. (2006). In-vitro antimicrobial activities of extracts of *Launaea procumbens* Roxb. (Labiatae), *Vitis vinifera* L. (Vitaceae) and *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae). *African Journal of Biomedical Research*, 9(2), 89-93.
- Pegard, A., Brizzard, G., Fazari, A., Soucaze, O., Abad, P., & Djian-Caporalino, C. (2005). Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annum*. *Phytopathology*, 95(2), 158-165.
- Perry, E.J., & Ploeg, A.T. (2010). Nematodes: Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. University of California Statewide Integrated Pest Management Program Agriculture and Natural Resources. Pest Notes Publication. 5p.
- Philbrick, A.N., Adhikari, T.B., Louws, F.J., & Gorny, A.M. (2020). *Meloidogyne enterolobii*, a major threat to tomato production: Current status and future prospects for its management. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1-13.
- Priyadarshi, A., & Ram, B. (2018). A review on pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological activity of *Carica papaya* (Linn.) leaf. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(10), 4071-4078.
- Rodiuc, N., Vieira, P., Banora, M.Y., & de Almeida Engler, J. (2014). On the track of transfer cell formation by specialized plant parasitic nematodes. *Frontiers in Plant Science*, 5(5), 160.
- Rosya, A., & Winarto. (2013). Keragaman komunitas fitonematoda pada sayuran lahan monokultur dan polikultur di Sumatera Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(3), 71-76.
- Salhan, M., Kumar, B., Tiwari, P., Sharma, P., Sandhar, H.K., & Gautama, M. (2011). Comparative anthelmintic activity of aqueous and ethanolic leaf extracts of *Clitoria ternatea*. *International Journal of Drug Development and Research*, 3(1), 68-69.
- Santoso, M. (2017). Pengaruh Ekstrak Etanol Akar Pepaya (*Carica papaya* Linn.) terhadap Waktu Kematian *Ascaris suum* Goeze In Vitro. Skripsi. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Singh, R.R., Chinnasri, B., De Smet, L., Haeck, A., Demeestere, K., van Cutsem, P., van Aubel, G., Gheysen, G., & Kyndt, T. (2019). Systemic defense activation by COS-OGA in rice against root-knot nematodes depends on stimulation of the phenylpropanoid pathway. *Plant Physiology and Biochemistry*, 142, 202-210.
- Sonda, K.S., Samsuri, & Oka, I.B.M. (2018). Vermisidal dan ovisidal ekstrak metanol biji pepaya muda terhadap *Ascaridia galli* secara in-vitro. *Indonesia Medicus Veterinus*, 7(3), 295-304.

- Suryatinah, Y., Andiarsa, D., & Hariani, B. (2013). Pengaruh sistein terhadap aktivitas proteolitik papain kasar pada kematian cacing *Ascaridia galli* In Vitro. *Jurnal Epidemiologi dan Penyakit Bersumber Binatang*, 4(4), 188-191.
- Triman, B., & Mulyadi. (2001). Usaha pemanfaatan tanaman antagonis untuk mengendalikan *Meloidogyne incognita* dan *Meloidogyne graminicola*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 7(2), 79-85.
- Trudgill, D.L. (1991). Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. *Annual Review of Phytopathology*, 29(1), 167-192.