

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) dalam 1 gram Akar

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap populasi nematoda puru akar dalam 1 g akar, menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap variabel populasi nematoda *Meloidogyne* spp. dalam akar tanaman inang pada pengamatan umur minggu ke- 1 hingga minggu ke- 6 menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antar perlakuan (Lampiran 1). Rerata populasi nematoda *Meloidogyne* spp. dari perlakuan berbagai inang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) dalam 1 gram Akar (ekor)

Perlakuan (Tanaman)	Populasi Nematoda dalam 1 g akar (ekor)					
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Minggu V	Minggu VI
	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)
Tomat (P1)	9,75 \pm 2,22 b	14,5 \pm 5,26 b	26,5 \pm 1,29 b	32,75 \pm 3,50 b	33,25 \pm 44,90 b	34,75 \pm 6,24 b
Terung (P2)	5,50 \pm 1,29 a	5,75 \pm 0,96 a	14,00 \pm 3,37 a	19,75 \pm 2,22 a	21,25 \pm 28,74 a	21,75 \pm 1,71 a
Cabai (P3)	4,50 \pm 1,29 a	4,75 \pm 1,70 a	12,00 \pm 2,58 a	18,00 \pm 2,58 a	19,00 \pm 25,68 a	18,50 \pm 3,42 a
BNT 5%	2,69	5,27	4,16	4,58	7,57	6,86

Keterangan :

1. P1, perlakuan pada tanaman tomat; P2, perlakuan pada tanaman terong; P3, perlakuan pada tanaman cabai.
2. Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan bahwa, angka-angka tersebut tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%;tn, tidak berbeda nyata.

Hasil rerata yang didapat dari beberapa variabel menunjukkan bahwa pada minggu ke- 1 sampai minggu ke- 6, perlakuan P1 (Tomat) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan, perlakuan P2 (Terung) dan P3 (Cabai) tidak berbeda nyata pada minggu ke- 1 sampai minggu ke- 6.

Rerata untuk Nematoda dalam 1 g akar pada tiap umur dapat dilihat pada grafik (Lampiran 1) di mana pada minggu ke- 1 sampai minggu ke- 6 perlakuan P1 menghasilkan rerata tertinggi sedangkan pada perlakuan P3 menghasilkan rerata

terendah. Pada minggu ke-1 sampai minggu ke-6 perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P2, sedangkan pada perlakuan P2 tidak berbeda nyata pada perlakuan P3.

Hal ini dikarenakan umumnya perkembangan nematoda parasit tanaman terdiri dari 3 fase yaitu juvenil I sampai juvenil IV dan nematoda dewasa. Semua spesies nematoda puru akar memiliki siklus hidup yang sama. Lama siklus hidup nematoda puru akar sekitar 18-21 hari atau 3-4 minggu dan akan menjadi lama pada suhu yang dingin (Agrios, 1996). Dari telur hingga menjadi larva instar kedua berlangsung selama 7 sampai 10 hari. Pada temperatur antara 22°C sampai 26°C sejumlah besar larva *Meloidogyne* spp, memasuki perakaran dalam waktu 24 jam dan menetap di dalam posisi memakan antara 2 atau 3 hari. Tubuh berkembang sekitar 6 hari setelah masuk dan perbedaan jenis kelamin tampak setelah 12 hari. Pergantian kulit kedua dalam waktu 18 hari diikuti dengan pergantian kulit ketiga dan ke empat antara 18 sampai 24 hari. Nematoda betina tumbuh dengan cepat antara hari ke 24 sampai hari ke 30. Massa telur tampak setelah hari ke 27 sampai hari ke 30. telur-telur ini mulai tersimpan pada hari ke 30 sampai pada hari ke 40 (Taylor dan Sasser, 1978).

Gejala serangan nematoda pada tanaman tomat menunjukkan gejala yang khas pada bagian akar dibawah permukaan tanah. Tumbuhan yang terserang biasanya menunjukkan gejala pertumbuhan yang tidak sehat seperti kerdil dan cenderung mudah layu pada hari-hari panas. Sedangkan akarnya akan mengalami pembengkakan dengan berbagai macam bentuk (Sastrahidayat,1990). Menurut Bird (1972) akibat serangan nematoda puru akar fungsi alamiah sel tanaman akan terganggu. Sebagai contoh menurunnya laju fotosintesis, pertumbuhan dan juga produksi. Hal ini diduga bahwa nematoda ini mempengaruhi fisiologi tanaman dengan mengganggu sintesis dan translokasi hormon pertumbuhan yang diproduksi oleh akar. Apabila sistem perakaran terserang respirasi pada tanaman meningkat,absorpsi oksigen lebih cepat atau seimbang dengan tumbuhan yang sehat serta jaringan xilem menjadi kerdil,sehingga pengambilan air dan nutrisi dari dalam

tanah terhambat, akibatnya terjadi kekurangan unsur hara maupun air. Gejala akan tampak pada daun atau bagian lain dari pada tumbuhan (Bird, 1972).

Mekanisme hubungan dimulai dari masuknya nematoda ke dalam akar tumbuhan melalui bagian - bagian epidermis yang terletak dekat tudung akar. Nematoda ini mengeluarkan enzim yang dapat menguraikan dinding sel tumbuhan terutama terdiri dari protein, polisakarida seperti pektin, selulase dan hemiselulose serta pati, sukrose dan glicosid menjadi bahan-bahan lain *Meloidogyne* spp. mengeluarkan enzim selulose yang dapat menghidrolisa selulose enzim endopektin metil transesterase yang dapat menguraikan pektin. Dengan terurainya bahan - bahan penyusun dinding sel ini maka dinding sel akan rusak dan terjadilah luka. Selanjutnya nematoda ini bergerak diantara sel-sel atau menembus sel-sel menuju jaringan sel yang terdapat cukup cairan makanan, kemudian menetap dan berkembangbiak kemudian nematoda tersebut masih mengeluarkan enzim proteolitik dengan melepaskan IAA (Asam Indol Asetat) yang merupakan heteroauksin tritopan yang diduga membantu terbentuknya puru (Bird, 1972). Enzim dan hormon yang dikeluarkan oleh nematoda tersebut secara langsung dapat merangsang perkembangan sel. Serangan pertama hanyalah menghentikan diferensiasi sel, sedangkan pada akhirnya serangan sel mulai membesar dan pembagian inti sel terjadi lambat laun dinding sel hilang dan isi protoplasma bersatu membentuk sel besar. Pada akhirnya sel-sel korteks sekeliling sel yang besar mengadakan proliferasi secara cepat untuk menghasilkan puru.

Terjadinya puru bukanlah satu-satunya gejala kerusakan oleh nematoda ini. selain hal itu nematoda juga menyebabkan pertukaran bahan-bahan kimia dalam tubuh tumbuhan, misalnya protoplasma sel raksasa mengandung lemak, asam ribonukleat dan protein yang jumlahnya lebih banyak apabila dibandingkan pada sel tumbuhan sehat dan asam cianida (HCN) yang dilepaskan nematoda parasit sangat melemahkan jaringan tumbuhan, sehingga akan menguntungkan bagi penyerangannya patogen lain (Sastrahidayat, 1990). Pada tanaman sukulen seperti tomat puru berbentuk bulat yang ukurannya dapat mencapai diameter 1,2 cm atau lebih dan kebanyakan terjadi pada akar tunggang tanaman. Selanjutnya Walker (1976)

menyatakan bahwa beberapa spesies nematoda puru akar akan membentuk tipe puru akar yang sama, sehingga sulit dibedakan antara satu dengan yang lainnya. Serangan nematoda menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, akibatnya produksi dan mutu menurun dan secara ekonomis tidak dapat memberikan hasil yang maksimal jika tidak dilakukan pengendalian yang sesuai (Clarc, 1974).

4.2 Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) dalam 100 gram Tanah

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap populasi nematoda puru akar dalam 100 g tanah menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata pada variabel pengamatan minggu ke- 1 hingga minggu ke- 6 (Lampiran 2). Rerata populasi nematoda *Meloidogyne* spp. dalam 100 g tanah dari perlakuan berbagai inang disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata Populasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) dalam 100 gram Tanah

Perlakuan (Tanaman)	Populasi Nematoda dalam 100 g Tanah (ekor)					
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Minggu V	Minggu VI
	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)
Tomat (P1)	412,00 ± 57,67 a	383,75 ± 47,13 a	247,25 ± 37,30 a	222,00 ± 11,60 a	184,50 ± 251,91 a	97,00 ± 16,02 a
Terung (P2)	370,25 ± 59,96 a	379,50 ± 58,00 a	267,00 ± 30,41 a	267,75 ± 42,48 a	203,50 ± 274,67 a	122,75 ± 30,27 a
Cabai (P3)	360,50 ± 55,48 a	373,50 ± 60,72 a	288,50 ± 27,00 a	276,75 ± 33,91 a	213,25 ± 287,89 a	133,25 ± 34,41 a
BNT 5%	TN	TN	TN	TN	TN	TN

Keterangan :

1. P1, perlakuan pada tanaman tomat; P2, perlakuan pada tanaman terung; P3, perlakuan pada tanaman cabai.
2. Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan bahwa, angka-angka tersebut tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%;tn, tidak berbeda nyata.

Hasil uji lanjutan BNT pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa pada umur minggu ke- 1 sampai minggu ke- 6, perlakuan P1 (Tomat), perlakuan P2 (Terung) dan P3 (Cabai) tidak berbeda nyata.

Rerata untuk Nematoda dalam tanah pada tiap umur dapat dilihat pada grafik (Lampiran 2) di mana pada minggu ke- 1 sampai minggu ke- 2 perlakuan P1

menghasilkan rerata tertinggi, lalu minggu ke- 3 perlakuan P3 tertinggi, minggu ke- 5 sampai minggu ke- 6 perlakuan P3 menghasilkan rerata tertinggi. Berdasarkan Lampiran 2, tampak bahwa Rerata Nematoda dalam tanah menunjukkan penurunan pada tiap umur.

Pada perlakuan tanaman terung ini memiliki pengaruh yang tidak nyata dengan tanaman cabai (perlakuan P3). Hal ini dimungkinkan jenis dan komposisi senyawa kimia yang dikandung antara tanaman terung dan cabai hampir sama.

Salah satu faktor yang menyebabkan tanaman Terung mampu menekan populasi nematoda adalah karena adanya kandungan senyawa tanin dalam tanaman tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Lopez (2005) yang menyatakan senyawa tanin mampu melarutkan protein dalam kulit telur nematoda sehingga menyebabkan gagalnya pembentukan embrio, penetasan telur akibat rusaknya protein selubung telur terutama pada telur fase awal yang belum terbentuk larva nematoda. Senyawa tanin juga mampu mengendapkan protein. Efek tanin terhadap dinding sel kulit larva adalah dapat memblokir respon otot nematoda terhadap asetil kolin sehingga nematoda menjadi lumpuh dan mati. Lopez (2005) juga mengatakan bahwa tanin dapat menghambat sistem enzimatik nematoda dan bereaksi dengan protein penyusun sel-sel, sehingga dapat mengurangi kemampuan nematoda dalam menginfeksi akar.

4.3 Jumlah puru akar dalam 1 g akar

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap jumlah puru per 1 g akar pada perlakuan berbagai inang menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata pada variabel jumlah puru per 1 g akar tanaman inang mulai pengamatan minggu ke- 2 hingga minggu ke- 6 (Lampiran 3). Rerata jumlah puru pada akar dari perlakuan berbagai inang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata Jumlah Puru per 1 gram Akar

Perlakuan (Tanaman)	Jumlah puru akar dalam 1 g akar					
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Minggu V	Minggu VI
	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)	($\bar{x} \pm SD$)
Tomat (P1)	0,00 \pm 0,00	18,75 \pm 4,65	22,00 \pm 2,94	28,00 \pm 6,22	34,25 \pm 46,32	55,50 \pm 11,62
Terung (P2)	0,00 \pm 0,00	3,00 \pm 3,56	3,00 \pm 2,16	5,00 \pm 3,65	6,00 \pm 8,35	8,25 \pm 2,22
Cabai (P3)	0,00 \pm 0,00	1,25 \pm 1,50	2,00 \pm 2,83	3,50 \pm 2,38	5,50 \pm 7,53	7,00 \pm 2,83
BNT 5%	-	5,67	4,33	7,12	6,93	11,41

Keterangan :

1. P1, perlakuan pada tanaman tomat; P2, perlakuan pada tanaman terong; P3, perlakuan pada tanaman cabai.
2. Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukkan bahwa, angka-angka tersebut tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%;tn, tidak berbeda nyata.

Hasil uji lanjutan BNT pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa pada minggu ke- 2 sampai minggu ke- 6, perlakuan P1 (Tomat) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan, perlakuan P2 (Terung) dan P3 (Cabai) tidak berbeda nyata pada minggu ke- 2 sampai minggu ke- 6.

Rerata Jumlah puru akar dalam 1 g akar pada tiap umur dapat dilihat pada gambar (Lampiran 3) di mana pada minggu ke- 2 sampai minggu ke- 6 perlakuan P1 menghasilkan rerata tertinggi sedangkan pada perlakuan P3 menghasilkan rerata terendah.

Gejala serangan nematoda pada tanaman cabai pada bagian tanaman di atas tanah bisa bergejala kerdil, menguning, dan layu, namun umumnya vigor pertumbuhan sangat buruk. Perkembangan sistem perakaran menjadi lebih kecil atau sempit serta timbul puru pada akar. Puru atau galls pada cabai umumnya lebih kecil dari bintil nematoda pada tanaman tomat, sehingga puru nematoda pada cabai sering tidak kelihatan atau *pangling (overlook)*. Ini disebabkan karena pada tanaman cabai terdapat kandungan capsaisin yang merupakan salah satu dari kandungan alkaloid dari mekanisme sekunder tanaman cabai, dimana salah satu fungsi dari alkoaloid itu sendiri sebagai nematisida. Disamping itu, Abbas *et al.* (2009) menunjukkan bahwa

ekstrak air *Cuminum cyminum* serta etanol cabai (*Capsicum annum*), *Cinnamomum tamala*, dan kunyit (*Curcuma longa*) dapat menghambat penetasan telur dan kematian nematoda dewasa *M. Javanica*.

Hasil pengamatan dan penghitungan jumlah puru dan jumlah NPA (Nematoda Puru Akar) *Meloidogyne* spp. pada akar tanaman cabai menunjukkan bahwa serangan NPA pada akar tanaman cabai sebagai tanaman uji (data jumlah puru dan jumlah nematoda) sangat sedikit. Hal ini lebih disebabkan karena akar tanaman cabai yang ditanam saat penelitian masih lembut atau kecil-kecil dan akarnya keras. Karena bentuk batang tanaman cabai melingkar, tegak lurus, tinggi 30-37,5 cm, berdiameter 1,5 cm-3,0 cm, berkayu dan berwarna coklat kehijauan. Dengan keadaan yang demikian maka juvenil 2 NPA yang stiletnya masih sangat lemah tidak mampu menerobos masuk ke dalam akar yang lembut/kecil, keras tersebut. Di saat yang sama juvenil 2 terus mengembara di daerah perakaran cabai yang keras, dan lembut dalam beberapa hari lamanya sehingga hal ini memungkinkan juvenil 2 banyak yang mati sebelum menemukan akar yang tumbuh, ditambah lagi pelaksanaan penelitian dilakukan di greenhouse yang suasananya sangat panas, aerasi kurang sehingga faktor lingkungan ini menambah sulitnya juvenil 2 NPA untuk bertahan hidup, hanya yang mampu bertahan saja yang dapat hidup sampai perakaran cabai tumbuh dan membentuk akar-akar baru. Larva NPA *Meloidogyne* spp. yang mampu masuk pertumbuhannya sangat lambat. Hal ini sesuai dengan Dropkins 1981 yang menyatakan bahwa juvenil 2 NPA akan masuk ke dalam akar di daerah pemanjangan akar (elongate region) saat akar mengadakan pertumbuhan (meristematik). Apabila belum membentuk akar baru, maka larva sulit untuk masuk ke dalam akar yang tua dan keras.

4.4 Pembahasan Umum

Bedasarkan hasil analisis menunjukkan adanya hubungan antara tabel 1, tabel 2, dan tabel 3. Pada tabel 1 rerata tertinggi terdapat pada tanaman tomat, sedangkan pada tabel 2 populasi NPA dalam 100 g tanah pada tanaman tomat mengalami penurunan. Kemudian pada tabel 3 pertumbuhan jumlah puru pada tanaman tomat

memiliki rerata paling tinggi. Hal ini disebabkan karena NPA *Meloidogyne* spp. dari telur hingga menjadi larva instar kedua berlangsung selama 7 sampai 10 hari. Pada temperatur antara 22°C sampai 26°C sejumlah besar larva *Meloidogyne* spp, memasuki perakaran dalam waktu 24 jam dan menetap di dalam posisi memakan antara 2 atau 3 hari. Dan pada tabel 2 populasi dalam 100 g tanah pada tanaman tomat mengalami penurunan dikarenakan NPA yang sudah menetas dan menjadi instar 2 mulai masuk ke jaringan akar tanaman sehingga menyebabkan populasi di dalam tanah berkurang. Kemudian pada tabel ke 3 pertumbuhan jumlah puru pada tanaman tomat memiliki rerata paling tinggi dikarenakan larva nematoda yang baru menetas dari telur yaitu juvenil satu (L1) ganti kulit pertama di dalam telur menjadi juvenil dua (L2) dan menjadi larva yang bebas di dalam tanah atau bergerak di antara akar-akar tanaman untuk mencari makanan.

Larva terus melakukan kontak dengan permukaan akar dan pada satu kesempatan akan melakukan penetrasi ke dalam akar. Bagian yang menjadi sasaran larva L2 yang infeksi ini adalah dekat dengan ujung-ujung akar yang masih aktif melakukan perkembangan (meristematik) tepatnya adalah di bagian pemanjangan akar (elongation region), larva L2 masuk menerobos ke dalam akar melalui epidermis dan korteks akar dan selanjutnya nematoda menempatkan dirinya di dalam jaringan korteks tersebut dengan posisi bagian kepala menyusup masuk ke dalam jaringan pembuluh akar. Larva menjadi parasit yang menetap dan terus menetap serta tidak akan berpindah sampai nematoda tersebut menjadi dewasa dan mati (Dropkins, 1981).

Larva L2 nematoda *Meloidogyne* spp. menghasilkan air ludah yang kemudian dimasukkannya ke dalam dinding sel melalui ujung stilet selama nematoda tersebut menghisap cairan dalam jaringan tanaman. Akibatnya adalah terjadinya pembesaran sel (hypertropi) dan perbanyakan sel (hyperplasia) pada jaringan akar yang selanjutnya dikenal dengan sebutan terbentuknya sel raksasa (giant cell) atau sinsitia (syncytia) (Mountain,1975). Pembentukan sel raksasa (sinsitia) tidak terbatas pada tidak normalnya atau sakitnya jaringan tanaman, tetapi itu adalah suatu tanda perkembangan normal pada keduanya yaitu nematoda dan jaringan tanaman. Sel

raksasa dirancang oleh Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. dan Nematoda Sista Kentang (*Globodera* spp.) . Bilamana nematoda mulai makan maka 2-5 sel dalam jaringan pembuluh di sekitar kepala nematoda membesar dan nuklei dalam sel membelah beberapa kali tanpa pembelahan sitoplasma, akhirnya menghasilkan sel berinti banyak (multinukleat cell). Dinding di antara sel yang membesar dan sel yang berbatasan hancur akibat pengaruh terus-menerus nematoda makan, protoplast bercampur dan sebagai tambahan sel di sekitarnya bersatu dan disebut sebagai bentukan sel raksasa (giant cell). Sel ini sebagai tempat yang sangat baik untuk tempat makan nematoda, karena nutrisinya sangat banyak. Pembentukan sel raksasa sangat diperlukan dalam kehidupan nematoda. Perkembangan nematoda jantan berhubungan dengan pembentukan sel raksasa yang kecil, sedangkan perkembangan nematoda betina berhubungan dengan sel raksasa yang besar. selanjutnya sel ini akan hancur bersamaan berakhirnya kehidupan nematoda (Huang, 1976).

Kemudian pada perlakuan Terung dan Cabai juga terdapat hubungan yang berkesinambungan antara tabel 1, tabel 2, dan tabel 3. Pada tabel pertama populasi dalam akar pada tanaman terung dan cabai memiliki rerata lebih rendah dari pada tanaman tomat. Ini disebabkan karena pada tanaman terung terdapat kandungan senyawa tanin dalam tanaman tersebut. Senyawa tanin mampu melarutkan protein dalam kulit telur nematoda sehingga menyebabkan gagalnya pembentukan embrio, penetasan telur akibat rusaknya protein selubung telur terutama pada telur fase awal yang belum terbentuk larva nematoda (Lopez, 2005). Sedangkan pada tanaman cabai terdapat kandungan capsaisin yang merupakan salah satu dari kandungan alkaloid dari mekanisme sekunder tanaman cabai, dimana salah satu fungsi dari alkaloid itu sendiri sebagai nematisida (Abbas *et al.*, 2009). Pada tabel ke-2 pada tanaman terung dan cabai memiliki rerata lebih tinggi dari tanaman tomat pada minggu ke-3. Hal ini disebabkan karena tidak banyaknya NPA yang dapat masuk ke jaringan akar tanaman tomat dan terung sehingga NPA bergerak bebas di dalam tanah. Dan pada tabel 3 pertumbuhan jumlah puru pada tanaman terung dan tomat memiliki rerata lebih rendah daripada tanaman tomat, hal ini disebabkan karena tidak banyaknya NPA yang dapat masuk kedalam jaringan akar tanaman terung dan cabai. Dan pada kedua

tanaman tersebut puru atau galls umumnya lebih kecil dari puru pada tanaman tomat, sehingga puru nematoda pada cabai dan terung sering tidak kelihatan atau pangling (*overlook*).

