

I. PENDAHULUAN

Tanah yang ada di sekitar kita, di dalamnya terdapat berbagai macam makhluk hidup. Kita ambil tanah kemudian kita pisahkan jasad hidup dengan air, maka di antara jasad renik yang ada terdapat binatang yang memanjang seperti cacing, itulah nematoda.

Menurut Dropkin (1991), nematoda (nama tersebut berasal dari kata Yunani, yang artinya benang) berbentuk memanjang, seperti tabung, kadang-kadang seperti kumparan, yang dapat bergerak seperti ular. Mereka hidup di dalam air, baik air laut maupun air tawar, di dalam film air, di dalam tanah, di dalam jaringan jasad hidup berair. Filum nematoda merupakan kelompok besar kedua setelah serangga apabila didasarkan atas keanekaragaman jenisnya. Nematoda telah dikenal sejak zaman purba sebagai parasit pada manusia. Namun ketika mikroskop yang lebih baik ditemukan dan para ahli hewan abad kesembilan belas mengeksplorasikan makhluk hidup dalam lingkup yang luas, maka nematoda dilupakan.

Pracaya (2008), Nematoda berbentuk seperti cacing kecil. Panjangnya sekitar 200-1.000 mikron (1.000 mikron = 1 mm). Namun, ada beberapa yang panjangnya sekitar 1 cm. nematoda biasa hidup di dalam atau di atas tanah. Umumnya nematoda yang hidup di atas tanah sering terdapat di dalam tanah terdapat di dalam jaringan tanaman atau di antara daun-daun yang melipat, di tunas daun, di dalam buah, di batang, atau di bagian tanaman lainnya. Nematoda juga ada yang hidup di dalam tanaman (endoparasit) dan ada juga yang di luar tanaman (ektoparasit).

Jenis nematoda yang saprofit sangat menguntungkan Karena mempercepat proses tanaman yang telah mati menjadi tanah. Ada juga nematoda yang menjadi parasit, khususnya parasit pada tanaman (Bridge et al.,1995). Nematoda parasit tanaman dapat menyebabkan kerusakan tanaman, sehingga mengakibatkan penurunan produksi, yang akhirnya merugikan petani.

II. PERMASALAHAN

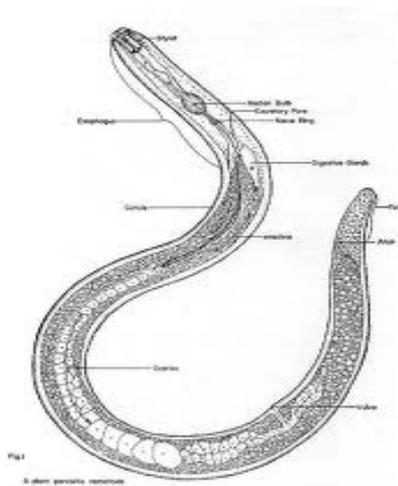
Nematoda parasit tanaman dapat menyebabkan kerusakan hampir mencapai 100 persen. Hal ini akan menyebabkan tanaman puso dan petani gagal panen. Nematoda yang menyebabkan kerusakan pada tanaman hampir semuanya hidup didalam tanah, baik yang hidup bebas didalam tanah bagian luar akar dan batang didalam tanah bahkan ada beberapa parasit yang hidupnya bersifat menetap didalam akar dan batang.

Meloidogyne spp. merupakan salah satu nematoda parasit pada tanaman. Nematoda ini memiliki jangkauan inang yang sangat beragam, sehingga dapat ditemukan pada beberapa tanaman penting pertanian. Kerugian yang telah ditimbulkan oleh nematoda ini sangat besar, banyak hasil tanaman pertanian rusak, mati, dan hasil panen menurun drastis. Untuk mengurangi dan menanggulangi kerusakan yang ditimbulkan oleh nematoda ini, diperlukan penelitian tentang morfologi dan anatomi tubuh, siklus hidupnya, musuh alami, dan lain-lain untuk penanggulangannya di waktu mendatang. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi proses tahapan siklus hidup nematoda khususnya *Meloidogyne* spp. parasit di dalam akar tanaman pertanian.

III. MENGENAL NEMATODA PARASIT TANAMAN

A. Morfologi Nematoda

Nematoda adalah mikroorganisme yang berbentuk cacing, bentuk tubuh bilateral simetris, dan spesiesnya bersifat parasit pada tumbuhan, berukuran sangat kecil yaitu antara 300 – 1000 mikron, panjangnya sampai 4 mm dan lebar 15 – 35 mikron. Karena ukurannya yang sangat kecil ini menyebabkan nematoda ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, akan tetapi hanya bisa dilihat dengan mikroskop.



Gambar 1. Morfologi Nematoda

B. Cara Nematoda Menyerang Akar dan Pengaruhnya terhadap Tanaman

Nematoda yang menyerang akar tanaman hingga dapat menimbulkan kerusakan mekanis. Nematoda yang menyebabkan kerusakan pada tanaman hampir semuanya hidup didalam tanah, baik yang hidup bebas didalam tanah bagian luar akar dan batang didalam tanah bahkan ada beberapa parasit yang hidupnya bersifat menetap didalam akar dan batang. Konsentrasi hidup nematoda lebih besar terdapat didalam perakaran tumbuhan inang terutama disebabkan oleh laju reproduksinya yang lebih cepat karena tersedianya makanan yang cukup dan tertariknya nematoda oleh zat yang dilepaskan dalam rizosfir awalnya, telur-telur nematoda diletakan pada akar - akar tumbuhan di dalam tanah yang kemudian telur akan berkembang menjadi larva dan nematoda dewasa. Berkumpulnya populasi nematoda disekitar perakaran ini mendorong nematoda menyerang akar dengan jalan menusuk dinding sel. Nematoda dewasa terus-menerus bergerak tiap detik, tiap jam, tiap hari dan menetap di sekitar akar, dalam gerakan - gerakan tersebut nematoda menggigit dan menginjeksikan air ludah pada bagian akar tumbuhan, menyebabkan sel tumbuhan menjadi rusak. Gejala kerusakan pada akar akibat gigitan nematoda ditandai dengan adanya puru akar (gall). Luka akar, ujung akar rusak dan akar akan membusuk apabila infeksi nematoda tersebut disertai oleh bakteri dan jamur patogen. Gejala kerusakan pada akar biasanya selalu diikuti oleh pertumbuhan tanaman yang lambat dikarenakan terhambatnya penyerapan unsur hara oleh akar yang akhirnya terjadi defisiensi hara seperti daun menguning, layu pada cuaca

kering dan panas, sehingga produktifitas dan kuantitas hasil panen menurun bahkan untuk tanaman-tanaman tertentu mengakibatkan tanaman tidak dapat panen sama sekali (puso), menurun dan kualitasnya jelek.

C. Gejala Serangan Nematoda

Gejala serangan nematoda terbagi atas dua kelompok:

A. Gejala serangan di atas permukaan tanah :

1. Pertumbuhan tidak normal yang diakibatkan oleh luka pada tunas, titik tumbuh, dan primordia bunga.

a) *Tunas mati.*

Kadang-kadang serangan nematoda menyebabkan matinya tunas atau titik tumbuh tanaman, sehingga tanaman tidak dapat hidup. Kasus ini terjadi pada tanaman strawberry yang terserang *Aphelenchoides*

b) *Batang dan daun mengkerut*

Serangan nematoda pada titik tumbuh tanaman, kadang-kadang tidak sampai menyebabkan tanaman mati dan masih memungkinkan batang, daun, atau struktur lain dapat berkembang. Perkembangan organ-organ tersebut tidak sempurna sehingga menyebabkan terjadinya pengerutan atau pemuntiran. Contoh tanaman gandum terserang larva *Anguina tritici* pada daerah titik tumbuhnya.

c) *Puru biji*

Biji tanaman rumputan atau biji-bijian yang terserang *Anguina*. Setelah bunga terbentuk, nematoda yang telah tumbuh sempurna mulai masuk dan menyerang pada

bagian ini sampai nematoda dewasa. Di tempat inilah nematoda berkembang biak. Akibatnya primordial bunga akan membentuk puru yang di dalamnya berisi sejumlah besar larva nematoda; nematoda ini mampu hidup pada waktu yang cukup lama.

2. Pertumbuhan tidak normal sebagai akibat terjadinya luka pada bagian dalam batang dan daun.

a) *Nekrosis*

Beberapa jenis nematoda hidup dan makan dalam jaringan batang dan daun, akibatnya terjadi nekrosis. Contoh gejala penyakit “cincin merah” pada batang kelapa yang terserang oleh *Rhadinaphelenchus cocophilus*, terjadi karena adanya luka pada pangkal batang tanaman tersebut. Contoh lain, *Ditylenchus dipsaci* yang menyebabkan luka pada batang dan daun pada berbagai tanaman.

b) *Bercak dan luka daun.*

Nematoda yang menyerang daun, kadang-kadang makan dan merusak parenkim. Nematoda tersebut masuk melalui stomata. Contoh : *Aphelenchoides ritzemabosi* yang menyerang daun Chrysantemum.

c) *Puru pada daun*

Anguina balsamophila dan *A. millefolii* menyebabkan terjadinya puru pada daun yang terserang oleh nematoda ini.

B. Gejala di bawah permukaan tanah.

1. Puru akar

Gejala ini tampak apabila suatu tanaman terserang nematoda puru akar. Ada beberapa jenis nematoda yang menyebabkan puru akar, yaitu *Meloidogyne* spp., *Nacobus*, *Ditylenhus radicum*. Kedua nematoda tersebut membentuk puru pada akar tanaman oat, barley, tomat, kentang dan jenis tanaman lain.



Gambar 2. Puru Akar

2. Busuk

Nematoda yang masuk pada tanaman menyebabkan luka. Terjadinya luka ini mula-mula disebabkan oleh cucukan nematoda, namun kerusakan yang lebih berat yang terjadi selanjutnya mungkin diakibatkan oleh serangan organisme lain yang masuk sebagai hama sekunder. Contoh. Gejala busuk oleh *Ditylenchus destructor* pada umbi kentang.

3. *Nekrosis pada permukaan*

Nematoda yang makan akar tanaman dari luar, mungkin akan menyebabkan matinya sel-sel yang terdapat di permukaan jaringan. Keadaan ini selanjutnya akan mengakibatkan terjadinya perubahan warna pada bagian tersebut. Apabila populasi nematoda yang menyerang tinggi dapat menyebabkan matinya sel-sel epidermis, sehingga akar-akar yang masih muda akan berubah warnanya menjadi kekuningan sampai kecoklat-coklatan. Contoh *Aphelenchoides parietinus* menyerang *Cladonia fimbriata* (lumut kerak) dan *Tylenchulus semipenetrans* menyerang tanaman jeruk

4. *Luka*

Gejala ini terjadi apabila cucukan nematoda menyebabkan terjadinya luka yang berukuran kecil sampai sedang. Contoh: *Radopholus similis* pada akar pisang.

5. *Percabangan akar yang berlebihan (excessive root branching)*

Adanya serangan nematoda dapat memacu terbentuknya akar-akar kecil di sekitar ujung akar. Contoh serangan *Nacobus*, *Trichodorus*.

6. *Luka atau kematian ujung akar.*

Setelah nematoda makan pada akar, mengakibatkan ujungnya akan terhenti pertumbuhannya, demikian pula terhentinya pertumbuhan cabang-cabang akar, sehingga akan timbul gejala:

- a. “*Stubby root*”; yaitu cabang-cabang akar yang berukuran kecil akan terhenti pertumbuhannya, sehingga membentuk ikatan akar.
- b. “*Coarse root*”, yaitu apabila pertumbuhan akar yang menyamping terhenti, beberapa diantaranya berukuran pendek, system perakaran utama lebih besar dan tidak banyak dijumpai akar-akar yang kecil.
- c. “*curly tip*”, yaitu luka yang terjadi pada sisi akar dekat ujung, yang mungkin akan menghambat pertumbuhan dan pemanjangan akar pada bagian sisi tersebut. Akibatnya akar akan memuntir. Gejala ini timbul akibat serangan nematoda *Xiphinema (dagger nematode)*.

D. Berbagai macam reaksi biokimia sebagai respon tanaman terhadap serangan nematoda

1. *Hipertropi atau hiperplasia*

Hipertropi adalah ukuran sel dalam jaringan bertambah besar. Hiperplasia adalah jumlah sel dalam jaringan bertambah banyak. Contoh : Tanaman tomat yang terserang *Meloidogyne hapla*. *Meloidogyne* pada stadium II akan menyerang bagian ujung akar yang bersifat meristematik. Sel-sel ini akan selalu mengadakan pembelahan dan pembelahannya dikendalikan oleh senyawa IAA. Pada saat nematoda menyerang tanaman, dari kelenjar subdorsal dikeluarkan enzim protease. Enzim ini akan memecah protein menjadi asam amino. Salah satu jenis asam amino hasil pemecahan adalah triptofan. Triptofan diketahui sebagai precursor terbentuknya IAA. Dengan semakin

banyak IAA yang terbentuk mengakibatkan peningkatan pembelahan sel. Oleh karena itu tanaman akan membentuk sel yang berukuran lebih besar (giant sel). Sebenarnya tujuan pembentukan puru ini bagi tanaman adalah untuk menghambat gerakan nematoda dalam jaringan.

Ada dua teori mengenai terbentuknya puru akar.

- i) Puru akar terjadi akibat bergabungnya beberapa sel menjadi satu, kemudian dindingnya larut.
- ii) Puru akar terjadi sebagai akibat adanya pembelahan sel yang giat tetapi tidak diikuti oleh terbentuknya dinding pemisah, sehingga dalam satu sel .

2. “*Cell wall dissolution*”

Contoh: *Serangan Radopholus similis* pada akar tanaman pisang.

Serangan nematoda ini menimbulkan rongga pada akar tanaman terutama pada akar yang disukai, oleh karena itu nematoda ini juga dikenal sebagai “*burrowing nematode*”.

Nematoda yang menyerang akar pisang mengeluarkan enzim selulase, yaitu merombak selulosa. Selulosa merupakan bahan penyusun dinding sel. Akibat larutnya selulosa maka akan terjadi rongga pada sel-sel penyusun akar. Gejala ini kalau dilihat dari luar tampak sebagai becak-becak coklat.

3. *Middle lamella dissolution*

Misal : Tanaman bawang merah yang terserang *Ditylenchus dipsaci*. Nematoda ini sambil menyerang akan mengeluarkan

enzim pektinase dan protopektinase. Kedua enzim tersebut mampu melarutkan senyawa pectin yang diketahui sebagai penyusun lamella. Pektin + pektinase + protopektinase → asam pektat. Asam pektat menyebabkan busuk pada umbi bawang merah.

4. *Terhambatnya pertumbuhan*

Reaksi fisiologis ini biasa terjadi pada pertumbuhan di bawah tanah.

Contoh : Serangan *Trichodorus (stubby root nematodes)* pada akar jagung.

Serangan nematoda ini dapat menghambat pertumbuhan ujung akar, sehingga ujung akar tidak dapat memanjang, namun pada bagian sebelah bawah ujung akar tumbuh cabang-cabang akar yang berukuran pendek, gejala ini disebut stubby root.

5. *Nekrosis (luka)*

Contoh : *Pratylenchus* yang menyerang akar padi.

Pada waktu menyerang akar padi nematoda mengeluarkan enzim β glukosidase. Akar tanaman mempunyai hormon amigdalin. β glukosidase dan amigdalin akan bereaksi sehingga terbentuk senyawa benzaldehida + HCN, senyawa ini merupakan racun bagi sel-sel yang terkena, sehingga sel-sel akan mati (nekrosis).

β glukosidase + amigdalin → benzaldehida + HCN

Karena serangan ini terjadi di luar maka akan tampak becak-becak. Oleh karena itu *Pratylenchus* disebut juga sebagai *Root lesion nematodes*.

6. *Hipersensitif*

Suatu keadaan dimana sel segera mati setelah terjadi kontak dengan nematoda. Sifat ini digunakan untuk mencegah lebih meluasnya serangan nematoda. Tanaman inang yang tahan terhadap serangan *Meloidogyne* sebenarnya disebabkan oleh sifat hipersensitif sel-sel yang terserang. Karena *Meloidogyne* dikenal sebagai parasit obligat maka matinya sel menyebabkan matinya *Meloidogyne* pula.

E. Hubungan Nematoda dengan Patogen Lain

Dengan menetapnya nematoda dalam akar secara tidak langsung dapat menimbulkan luka mekanik pada akar di samping itu dapat menjadi tempat berkumpulnya banyak spora jamur patogen dan bakteri yang siap masuk ke dalam jaringan. Walaupun nematoda itu sendiri dapat menjadi penyebab penyakit, nematoda juga terus menerus dikelilingi oleh jamur dan bakteri, yang banyak menjadi penyebab penyakit, nematoda juga terus menerus dikelilingi oleh jamur dan bakteri, yang banyak menjadi penyebab penyakit tumbuhan.

Nematoda yang menyerang biji padi di mana dalam satu butir padi ditemukan ratusan nematoda. Kombinasi Nematoda-patogen ini menghasilkan kerusakan yang jauh lebih besar dari kerusakan yang ditimbulkan apabila kedua patogen tersebut menyerang sendiri-sendiri. Telah diketahui kombinasi nematoda-jamur fusarium pada beberapa tumbuhan dapat meningkat persentase serangannya apabila tumbuhan tersebut diinfeksi nematoda puru akar, luka akar, layu Verticilium, damping off phytium dan busuk akar Rhizoctonia. Kerusakan lebih besar lagi apabila tanaman

yang diserang bersifat rentan. Karena tanaman yang bersifat tahan terhadap jamur dan bakteri akan tetap terinfeksi oleh jamur tersebut setelah sebelumnya diinfeksi oleh nematoda.

F. Nematoda Menyerang Daun dan Biji

Tidak hanya pada bagian akar saja nematoda menyerang tanaman, pada bagian yang jauh diatas akarpun mampu dijangkaunya. Kemampuan nematoda menyerang bagian yang terdapat diatas permukaan tanah dibantu oleh percikan air hujan maupun dengan kekuatannya sendiri, nematoda naik kebagian batang atau permukaan daun yang basah dengan kekuatannya sendiri. Sebagai contoh, spesies tertentu seperti *Dytilenchus agustus* yang menyerang tanaman padi, menyebabkan bagian daun berpilin dan nematoda akan melanjutkan serangannya ke malai kemudian biji padi.

G. Identifikasi Nematoda Parasit Tanaman

Identifikasi merupakan kegiatan yang harus dilakukan, sebelum seseorang mempelajari lebih jauh tentang nematoda. Identifikasi secara benar tentang suatu spesies yang ditemukan di lapangan, dapat digunakan sebagai dasar untuk menetapkan strategi pengendalian. Agar kegiatan ini dapat dilakukan dengan baik, diperlukan pengetahuan mengenai istilah-istilah yang berhubungan dengan deskripsi nematoda.

Secara garis besar filum nematoda dikelompokkan ke dalam tiga ordo yaitu : Ordo Tylenchida, Ordo Dorylaimida, dan Ordo Rhabditida.

Nematoda parasit tanaman biasanya terdiri dari Ordo Tylenchida dan Dorylaimida; sedangkan nematoda yang saprofitik dan beberapa jenis yang bertindak sebagai parasit serangga merupakan kelompok Ordo Rhabditida.

Tanda karakteristik ordo Tylenchida dan Dorylaimida dapat dilihat pada tabel berikut:

Ordo Tylenchida	Ordo Dorylaimida
<ol style="list-style-type: none"> 1. Stilet berbentuk ramping, lancip, biasanya pada pangkal stilet terdapat knob yang terdiri dari tiga bagian sebagai tempat melekatnya otot-otot. 2. Farink dibagi menjadi empat bagian yang berturut-turut dari depan adalah prokorpus, metakorpus (berupa lembaran berbentuk seperti bulan sabit, sebagai tempat melekatnya otot-otot radial), isthmus (ramping memanjang yang dilingkari oleh sebuah cincin syaraf), dan bagian bawah adalah basal bulbus atau lobus. 3. Kutikula kelompok nematoda ini memiliki anulasi jelas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebanyakan memiliki stilet pendek dan gemuk, ujungnya miring tanpa knob pada pangkal stilet, atau pada bagian mulutnya bergigi. Yang parasitik terhadap tanaman biasanya mempunyai stilet yang panjang. 2. Farink tidak memiliki median bulbus (metakorpus). Terdiri atas bagian anterior yang ramping dan bagian posterior yang agak lebar. Dapat pula berbentuk silindris seluruhnya. 3. Anulasi kutikula biasanya tidak nampak apabila diamati dengan mikroskop cahaya.

Famili

Diagnostik karakteristik tiap familia dari Ordo Tylenchida dapat dilihat pada tabel berikut :

	Lemah	Sedang	Kuat	Satu	Dua	Ya	Tidak	Pendek	Panjang	Seperti kantung
Prokorus menyatu dengan metakorpus						7-9	1-6, 10			
Kerangka kepala betina	1,6	2	3,4							
Ovarium				1,3,4, 7,8	2-6					
Kelenjar esofagus tumpang tindih dengan usus						3,5, 10	1,2, 7-9			
Stilet								3	5,7,8	
Bentuk betina										6-9 Nacobbus (3) Rotylenchulus (4)
Kasarnya anulasi						7	8			
Saluran kelenjar dorsal dalam prokorus						1-9	10			
Kepala betina pendek dan datar						3	4			

Keterangan nomor dalam kolom adalah *famili* :

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Tylenchidae | 6. Heteroderidae |
| 2. Tylenchorhynchidae | 7. Criconematidae |
| 3. Pratylenchidae | 8. Paratylenchidae |
| 4. Hoplolaimidae | 9. Tylenchulidae |
| 5. Belonolaimidae | 10. Aphelenchididae |

Deskripsi karakteristik famili dari Ordo Tylenchida adalah sebagai berikut:

1. Tylenchidae

Kerangka kepala tidak ada atau kurang berkembang, Stilet kecil. Baik jantan maupun betina aktif, berupa nematoda berbentuk memanjang. Ovarium tunggal, vulva terletak di antara pertengahan panjang tubuh dan anus. Ekor nematoda betina meruncing. Nematoda jantan mempunyai sayap ekor tetapi tidak mencapai ujung ekor. Kelenjar esofagus berada di dalam basal bulbus sebagian kecil tumpang tindih dengan usus, yaitu *Anguina* dan *Ditylenchus*.

2. Tylenchorhynchidae

Kerangka kepala lemah sampai sedang. Stilet berkembang dengan basal knob. Kedua jenis kelamin aktif, berbentuk memanjang dengan panjang 0,8-1,5 mm. Mempunyai dua ovarium. Vulva terletak di tengah panjang tubuhnya. Ujung ekor betina membulat atau meruncing. Sayap ekor memanjang sampai ujung ekor. Kelenjar esofagus di dalam basal bulbus. *Tylenchorhynchus*.

3. Pratylenchidae

Kerangka kepala mengeras dan nampak jelas. Kedua jenis kelamin aktif, tubuhnya memanjang. Kepala pada dua jenis kelamin rendah, lebar dan membulat atau bagian anterior mendatar, (kecuali pada *Radopholus*), lebar kira-kira setengah sampai tiga perlima panjang stilet. Stilet kekar dengan basal knob besar. Tiga kelenjar esofagus pada lobus bertindihan dengan usus. mempunyai satu atau dua ovarium. Panjang ekor betina dua kali atau lebih lebar dari bagian anus. Sayap ekor mencapai ujung ekor. *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Hirschmaniella*, dan *Nacobbus*.

4. **Hoplolaimidae**

Kepala tinggi, membulat konoid atau lebar membulat. Kedua jenis kelamin aktif. Berbentuk memanjang. Kerangka kepala berkembang baik. Stilet lebar dengan basal knob nampak jelas. Kelenjar esofagus tumpang tindih dengan usus. Anulasi pada kutikula terlihat dengan jelas. Mempunyai satu atau dua ovarium. Ekor yang betina pendek, biasanya kurang dari dua kali lebar tubuh bagian anus. Sayap ekor meluas sampai ujung ekor. *Hoplolaimus*, *Scutellonema*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchus*, dan *Rotylenchulus*.

5. **Belonolaimidae**

Jantan dan betina vermiform, anulasi jelas. Kepala berlekuk, kerangka kepala sedang, stilet silindris dan panjang. Kelenjar esofagus di dalam lobus dan bertindihan dengan usus. Mempunyai dua ovarium. Ekor yang jantan membulat, paling

sedikit dua kali atau lebih lebar dari tubuh bagian anus. sayap ekor mencapai ujung ekor. *Belonolaimus*.

6. Heteroderidae

Tubuh betina menggelembung (seperti buah per, jeruk), jantan vermiform dan aktif bergerak. Kerangka kepala betina lembek tidak mengeras sedang yang jantan berkembang dengan baik. Tidak mempunyai sayap ekor. Pada betina *Heterodera* dan *Globodera* mempunyai kista, sedang pada *Meloidogyne* tetap lunak. Mempunyai dua buah ovarium. Vulva terdapat pada bagian ujung belakang tubuh bagian tengah. *Globodera*, *Heterodera* dan *Meloidogyne*.

7. Criconematidae

Anulasi kutikula kasar, pada beberapa jenis anulasi berbentuk sisik yang saling tumpang tindih. Metakorpus besar dan oval menyatu dengan prokorpus. Berupa lembaran seperti bulan sabit yang memanjang. Isthmus pendek dan ramping. Kelenjar dalam basal bulbus kecil. Ovarium tunggal, vulva terletak di bagian belakang tubuh. Jenis kelamin jantan tidak ada atau mengalami degradasi. Pada beberapa jenis memiliki stilet sangat panjang pada yang betina. *Criconemoides*, *Macroposthonia*, *Criconema*, dan *Hemicycliophora*.

8. Paratylenchidae

Bertubuh kecil, esofagus seperti Criconematidae. Anulasi halus, tidak memiliki hiasan atau tumpang tindih. Mempunyai satu ovarium, vulva terletak pada tubuh bagian belakang.

Stilet betina berkembang baik, sedang pada jantan mereduksi.
Paratylenchus.

9. **Tylenchulidae**

Tubuh betina seperti kantung atau setengah bola. Esofagus seperti Criconematidae, stiletnya pendek, pada betina stilet berkembang dengan baik sedang pada yang jantan mereduksi atau tidak memiliki stilet.

10. **Aphelenchoididae**

Kelenjar esofagus dorsal bermuara di dalam metakorpus anterior yaitu pada lembaran yang berbentuk seperti bulan sabit. Metakorpus besar. Stilet tanpa knob jelas. Mempunyai satu ovarium. Spikula berbentuk seperti duri. Bidang lateral memiliki takik yang berjumlah kurang dari enam buah.
Aphelenchoides, *Bursaphelenchus*, dan *Radinaphelenchus*.

11. **Longidoridae**

Tubuh berukuran panjang, silindris dan ukuran stilet sangat panjang. Memiliki esofagus dengan bagian anterior yang berotot panjang dan bagian posterior yang berkelenjar besar dan pendek. *Longidorus* dan *Xiphinema*

12. **Trichodoridae**

Nematoda bertubuh pendek, lebar dengan kutikula tebal dan melengkung, mempunyai stilet yang terdiri atas tiga bagian. Bentuk ekor tumpul dan membulat. Kelenjar esofagus membentuk basal bulbos. *Trichodorus* dan *Paratrachodorus*

IV. BEBERAPA SPESIES NEMATODA YANG BANYAK DIKETEMUKAN DI LAPANGAN

Hasil eksplorasi dan hasil identifikasi nematoda dari beberapa wilayah pengambilan sampel diketahui bahwa spesies nematoda yang banyak ditemukan adalah nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) dan nematoda sista kining (*Globodera* spp.).

A. NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.)

Nematoda *Meloidogyne* spp. adalah nematode parasit yang menyerang akar. Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan parasit penting dan banyak menyerang tanaman di lahan pengembangan maupun pembenihan, sehingga banyak menimbulkan kerugian bagi petani karena terjadi penurunan produktivitasnya. Nematode ini masuk kedalam akar dan menginfeksi akar, sehingga akar akan membengkak dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Pada bagian akar yang membengkak ini terdapat nematode yang bersarang di dalamnya.

Nematoda *Meloidogyne* spp. ini mempunyai beberapa spesies. Antar spesies dapat dibedakan dengan melihat ciri fisik dari nematode tersebut. Selain itu antar spesies dari genus *Meloidogyne* spp ini dapat dibedakan dengan melihat sidik pantat dari nematode tersebut. Dengan melihat sidik pantat ini dapat dibedakan spesiesnya.

Pada pengamatan kali ini, kami mengamati dan mengidentifikasi sidik pantat dari nematode *Meloidogyne* spp. Dari mengamati sidik pantat tersebut kita dapat mengetahui apa spesies dari nematode tersebut. Dari genus *Meloidogyne* spp ini terdapat empat spesies, diantaranya *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla*. Dari beberapa jenis nematode itu mempunyai sidik pantat yang berbeda – beda. Sidik pantat dibagi dalam dua bagian, yaitu bagian dorsal dan bagian lateral. Pada sidik pantat bagian dorsal diantaranya garis lateral, lengkung dorsal, plasmid, sedangkan bagian ventral terdapat lubang vulva, lubang anus, dan striae. Pada percobaan yang telah dilakukan, kita hanya mendapatkan dua jenis nematode, yaitu *Meloidogyne incognita*, dan *Meloidogyne arenaria*. Sidik pantat *Meloidogyne incognita* mempunyai ciri utama lengkung dorsal yang persegi (bersudut 90°). Pada sidik pantat *Meloidogyne arenaria* mempunyai ciri utama pertemuan lengkung dorsal dan ventral membentuk seperti bahu dengan tonjolan kutikula dan bercabang seperti garpu. Pada sidik pantat *Meloidogyne javanica* mempunyai ciri utama terdapat garis lateral yang memisahkan lengkung dorsal dan lengkung ventral. Pada sidik pantat *Meloidogyne hapla* mempunyai ciri khusus terdapat tonjolan – tonjolan seperti duri pada zona ujung ekor.

Meloidogyne spp. melakukan siklus hidupnya mulai dari telur hingga masa dewasa. *Meloidogyne* spp. dimulai dari fase telur, fase telur ini mengalami pergantian kulit jadi juvenile I. Setelah itu, telur menetas, ganti kulit kedua jadi memasuki fase juvenile II. Kemudian berkembang anti kulit ketiga lagi masuk ke fase juvenile

III, tumbuh masuk fase juvenile IV setelah ganti kulit keempat. Dari fase juvenile IV memasuki fase dewasa jantan dan betina. *Meloidogyne* spp. jantan dan betina dewasa kemudian membengkak tubuhnya sehingga aktivitas gerakannya terbatas, betina akan mengandung telur yang jumlahnya banyak, ukuran tubuh betina akan tetap membengkak terus, tetapi jantan dewasa akan kembali ke ukuran ramping semula lagi.

Dari hasil pengamatan, dapat terlihat bahwa *Meloidogyne* spp. mempunyai bentuk-bentuk yang berbeda untuk menjadi dewasa. *Meloidogyne* spp. merupakan jenis nematoda parasit tanaman yang terpenting di dunia. Nama “nematoda puru akar” (root-knot nematodes) berasal dari puru yang karakteristik berasosiasi dengan nematoda tersebut. Tanaman inang *Meloidogyne* spp. meliputi sayur-sayuran, tanaman berjajar, pohon buah-buahan, dan gulma. Marga tersebut sangat penting terutama untuk pertanian di daerah tropik.

Menurut Dropkin (1991), endoparasitik yang bersifat obligat tersebut tersebar luas baik di daerah iklim tropis maupun iklim sedang. Pembiakan tanpa jantan merupakan kebiasaan pada banyak jenis, tetapi pada jenis lain kedua jenis kelamin masih diperlukan dalam reproduksi. Peran jantan yang interseks belum diketahui. Telur-telurnya diletakkan di dalam kantung telur yang gelatinus yang mungkin untuk melindungi telur tersebut dari kekeringan dan jasad renik perusak telur. Pada sebagian besar interaksi antar inang dan parasit puru tersebut muncul kantung puru. Kantung telur yang baru terbentuk biasanya tidak berwarna dan menjadi cokelat setelah tua. Telur-telur mengandung zigot sel tunggal apabila baru diletakkan. Embrio berkembang menjadi larva

yang mengalami pergantian kulit pertama (juvenile I) di dalam telur tersebut. Larva pada stadium kedua muncul pada suhu dan kelembapan yang sesuai serta bergerak di dalam tanah menuju ke ujung akar yang sedang tumbuh. Mereka menerobos masuk, biasanya di daerah akar yang sedang memanjang, merusak sel-sel dengan mematukkan stiletnya berulang-ulang. Setelah masuk ke dalam akar, larva bergerak di antara sel-sel sampai tiba di dekat silinder pusat, sering kali berada di daerah pertumbuhan akar samping. Di tempat tersebut larva menetap dan menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang akan menjadi makanannya. Larva menggelembung, dan melakukan pergantian kulit dengan cepat untuk kedua Juvenile II dan ketiga Juvenile III kalinya tanpa makan, selanjutnya menjadi jantan atau betina dewasa. Nematoda jantan dewasa berbentuk memanjang di dalam kutikula stadium larva keempat juvenile IV dan muncul dari jaringan akar. Beberapa nematoda jantan masih mengelompok di dalam kantung telur. Sedang nematoda betina dewasa tetap tertambat pada daerah tempat makanannya di dalam stele dengan bagian posterior tubuhnya berada di permukaan akar. Nematoda betina tersebut terus menerus menghasilkan telur selama hidupnya. Kadang-kadang mencapai jumlah 1.000 telur. Lama daur hidupnya bervariasi tergantung pada inang dan suhu. Mungkin paling cepat 3 minggu dan paling lama beberapa bulan. Perbandingan jenis kelamin dipengaruhi oleh lingkungan. Yang jantan akan lebih banyak jika akar terserang berat dan zat makanan tidak cukup. *Meloidogyne* spp. betina dewasa akan tetap berada dalam ukuran membengkak sedangkan jantan dewasa dari ukuran membengkak akan kembali ke ukuran semula. Walaupun

eksudat akar mampu meningkatkan penetasan, tetapi senyawa tersebut tidak diperlukan untuk keberhasilan daur hidupnya.

Larva yang terinfeksi menyimpan sejumlah besar lipida. Selama nematoda tersebut kekurangan pangan, lipida tersebut diperlukan dan sebagaimana diketahui melalui mikroskop compound, ususnya tampak melipat. Sel-sel yang terisi lipida terlihat kabur sedang lain jelas, karena kehilangan timbunan lipida. Selama berpindah melalui tanah, larva mempergunakan cadangan makanannya dan akhirnya mati setelah beberapa bulan tanpa tanaman inang. Walaupun demikian, lahan tanpa tanaman inang masih mengandung larva sampai selama satu tahun. Beberapa nematoda mungkin menemukan relung tempat untuk bertahan hidup untuk dengan tingkat metabolisme yang rendah. Mungkin relung-relung tersebut berada di remah-remah tanah dan nematoda terlindung dari kekeringan serta tinggal inaktif di dalam ruang dengan tekanan oksigen yang rendah

Jenis *Meloidogyne* spp. Mempunyai kisaran inang yang sangat luas, meliputi gulma dan berbagai tanaman yang dibudidayakan. Sebagai mana jenis fitonematoda yang telah dikaji secara seksama, terdapat populasi subspesifik yang jelas dan dapat dibedakan kisaran inangnya.

Pada bagian posterior tubuhnya berada di permukaan akar. Nematoda betina tersebut terus menerus menghasilkan telur selama hidupnya. Kadang-kadang mencapai jumlah 1.000 telur. Lama daur hidupnya bervariasi tergantung pada inang dan suhu. Mungkin paling cepat 3 minggu dan paling lama beberapa bulan. Perbandingan jenis kelamin dipengaruhi oleh lingkungan. Yang jantan akan lebih banyak jika akar terserang berat dan zat

makanan tidak cukup. *Meloidogyne* spp. betina dewasa akan tetap berada dalam ukuran membengkak sedangkan jantan dewasa dari ukuran membengkak akan kembali ke ukuran semula. Walaupun eksudat akar mampu meningkatkan penetasan, tetapi senyawa tersebut tidak diperlukan untuk keberhasilan daur hidupnya.

PENGENDALIAN NEMATODA

Untuk mengendalikan nematoda parasit pada tanaman, berbagai upaya pengendalian dapat dilakukan. Saat ini diketahui tanaman tertentu dapat menjadi racun bagi nematoda, misalnya *Tagetes* spp. atau kenikir (Jawa). Tanaman ini ditanam sebagai tanaman sela atau ditanam dalam rotasi dengan tanaman sayuran atau tanaman pangan yang lain. *Tagetes* spp mampu mencegah penetesnya telur sehingga mengurangi perkembang biakan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.), karena tanaman ini mengeluarkan substansi yang beracun yang akan meracuni nematoda. Pengendalain yang lain adalah penggunaan nematisida seperti Furadan 3 G, Rhocap dll yang dilakukan sebelum tanam maupun saat tanam. Pengendalian secara kimia ini memang dalam beberapa hal menguntungkan misalnya: Berpengaruh langsung pada sasaran dan mudah dikerjakan tetapi mahal dan mencemari lingkungan tanah. Untuk mengoptimalkan pengendalian nematoda maka perlu memadukan penggunaan nematisida dengan varietas tahan, rotasi tanam, tanaman beracun, predator dan juga jamur parasit.

B. NEMATODA SISTA KUNING PADA KENTANG

1. Latar Belakang

Salah satu OPT yang akhir-akhir ini merisaukan petani kentang adalah munculnya OPT baru *Globodera rostochiensis* (Wolienweber) Mulvey & Stone famili Heteroderidae yang dikenal dengan "golden cyst nematode" atau nematoda sista kuning (NSK). Nematoda jenis ini termasuk nematoda yang sangat berbahaya untuk tanaman kentang sehingga seluruh dunia mewaspadainya. Terdapat dua jenis nematoda sista kentang yang hampir sama yaitu *Globodera rostochiensis* (Wolienweber) Mulvey & Stone dan *G. pallida* Stone, pertama kali dilaporkan terjadi serangan di Amerika Selatan pada ratusan-ribuan tahun yang lalu yang pada awalnya diidentifikasi sama. Nematoda Sista Kuning merupakan salah satu Nematoda Sista Kentang (NSK). Petani di luar negeri lebih mengenalnya dengan nama Nematoda Sista Emas (Golden cyst nematoda). Secara ilmiah dikenal dengan nama *Globodera rostochiensis*. Dari laporan yang ada ; di Chili, Italia dan Polandia telah menurunkan tingkat produksi/hasil panen budidaya kentang hingga lebih dari 70%, sehingga keberadaannya di Indonesia perlu diwaspadai.

Di negara kita serangan nematoda ini dilaporkan pertama kali terjadi pada bulan Maret 2003 di Desa Tulung Rejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Malang Jawa Timur. Luas areal serangan waktu itu telah mencapai 25% dari total lahan seluas 800 Ha. Karena itu diduga nematoda ini telah mulai berkembang dari benih yang diimpor dari Jerman pada tahun 1986. Butuh waktu 17 tahun bagi *Globodera* sp. untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan di Indonesia.

Di wilayah kerja/daerah pemantauan SKT Cilacap pada tahun 2004 (September) nematoda ini telah ditemukan menyerang pertanaman kentang di tiga desa di Kecamatan Batur (desa Karang Tengah, Bakal dan Sumber Rejo) Kabupaten Banjarnegara Propinsi Jawa Tengah, berjarak lebih dari 600 km dari Kota Batu. Bagaimana dan kapan nematoda ini sampai di Kecamatan Batur barangkali menjadi pertanyaan yang tak akan terjawab. Tapi kenyataannya nematoda berbahaya ini telah ada di depan pintu rumah kita dan saat ini (hasil pemantauan bulan Mei tahun 2006) serangan telah meluas di tiga kecamatan ; dengan sebaran 60% di Kec. Batur, 20% di Kec. Wanayasa dan secara sporadis telah ditemukan di Kec. Pejawaran.

Serangan NSK di Indonesia dilaporkan semakin meningkat dan menyebar sejak ditemukannya pada tahun 2003 di Kecamatan Bumi Aji, Kota Batu, Propinsi Jawa Timur. Berdasarkan laporan Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, Direktorat Jenderal Produksi Hortikultura luas serangan NSK mengalami peningkatan dari 15 ha pada tahun 2004 menjadi 87,9 ha pada tahun 2005.. Serangan tersebut menyebar di Propinsi Jawa Tengah pada tahun 2004 dan 2005 berturut-turut 5 ha menjadi 61,5 ha dan Jawa Timur dari 10 ha menjadi 26,4 ha.

G. rostochiensis termasuk dalam daftar OPT Karantina (OPTK) Kelas A1 (belum ditemukan di dalam negeri) yang ditetapkan Pemerintah untuk dicegah masuknya ke dalam dan tersebarnya di dalam wilayah negara Republik Indonesia berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 38/Kpts/310/90 Tahun 1990 pada Lampiran IV. Sebagai OPTK

(asing) baru yang mempunyai potensi menyerang, menetap dan/atau menyebar ke kawasan tertentu perlu dilakukan tindakan darurat pemberantasan melalui program eradikasi/eliminasi dengan tujuan akhir OPT tersebut berhasil dihilangkan.



Gambar 3. Nematoda *Globodera* spp. betina

2.1. Klasifikasi

Nematoda parasit ini termasuk famili Heteroderidae. Ada 2 (dua) genus yang terkenal yaitu *Heterodera* dan *Globodera*. Beberapa spesies yang termasuk genus *Heterodera* yaitu : *Heterodera avenae* (nematoda sista sereal), *H. glycines* (nematoda sista kedelai) dan *H. schachtii* (nematoda sista gula bit), sedangkan spesies yang termasuk genus *Globodera* diketahui ada 14 spesies masing-masing memiliki inang spesifik. Nematoda sista kentang ada dua spesies yang hampir sama yaitu *Globodera rostochiensis* (Wolienweber) Mulvey & Stone dan *G. pallida* Stone yang pada awalnya diidentifikasi sama. Spesies *Globodera rostochiensis* atau yang dikenal sebagai *Nematoda Sista Kuning* (NSK, Golden Cyst Nematode) dan *G. pallida* (nematoda sista kuning berwarna putih).

Perbedaan utama kedua spesies *Globodera* tersebut terletak pada warna sista dewasa betina dan stiletnya. Betina dewasa *G. rostochiensis* berwarna putih kemudian menjadi kuning keemasan, sedangkan *G. pallida* dewasa betinanya berwarna putih tetapi pada beberapa populasi ada yang berubah menjadi krem. Stilet *G. rostochiensis* memiliki pangkal (knob) membulat dan menjorok ke belakang, sedangkan *G. pallida* meruncing ke depan.

2.2. Bioekologi

Nematoda sista kuning termasuk genus *Globodera*, yang mempunyai spesialisasi dan sukses menjadi nematoda parasit tanaman sebagai hama pada tanaman pertanian. Kesuksesannya terutama diperoleh melalui waktu yang panjang untuk berasosiasi dan ko-evolusi menyesuaikan pada tanaman inang yang spesifik, mereka beradaptasi dengan variabel lingkungan, mempunyai potensi reproduksi yang tinggi, dan mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup dalam kondisi yang kurang baik dalam waktu lama.

Nematoda parasit yang umumnya bersifat menetap (sedentary) adalah *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus reniformis* dan *Globodera* spp. Jenis/spesies ini ditemukan dalam jaringan akar dalam keadaan sudah berubah bentuk dari cacing menjadi membulat (seperti bentuk botol) (Gambar 2). Sebagian besar spesies *Globodera* sudah membentuk sista menempel dengan bagian anterior tubuhnya menyusup dalam korteks, sedangkan bagian posteriornya di luar jaringan akar (semi endoparasit). Bentuk sista membulat (globular atau spheroid), warnanya sebagian besar kuning emas, sebagian lagi putih dan kuning tua

sampai coklat. Nematoda sista kuning berukuran kecil, secara alami berada didalam dan bercampur dengan masa tanah yang luas, dan mempunyai keahlian yang ekstrim untuk berkumpul dan menemukan inangnya. Dia juga dapat bertahan hidup untuk waktu yang lama dalam tanah tanpa tanaman inang yang cocok.

2.3. Siklus Hidup

Siklus hidupnya melalui tahapan stadium telur, larva, dan dewasa berlangsung selama 38 - 48 hari. Daur hidup antara 5-7 minggu tergantung kondisi lingkungan. Produksi telur 200-500 butir. Kemampuan hidup di dalam tanah pada kondisi lingkungan kurang menguntungkan (tidak ada inang, suhu sangat rendah atau sangat tinggi dan kekeringan) dapat membentuk sista yang dapat bertahan hidup sampai 10 tahun. Sista berisi telur yang belum menetas dengan kisaran jumlah telur dalam sista 326 – 493 dari 10 sista yang dipecahkan. Nematoda aktif kembali setelah kondisi lingkungan sesuai, terutama adanya eksudat akar tanaman inang. Larva stadium dua aktif pada suhu 10C. Kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembang biakannya antara 15 - 21C. Sejak introduksi sampai "establish" pada tingkat yang dapat dideteksi di areal yang sudah terinfeksi keberadaannya secara permanen diperlukan waktu 7-8 tahun. Pada awal infeksi gejala serangan pada tanaman belum terlihat, setelah mencapai populasi "tertentu" akan tampak. Berdasarkan hasil penelitian di Jepang, jumlah populasi awal *G. rostochiensis* yang dapat menimbulkan kerugian adalah 31 sista hidup per 100 gram tanah

2.4. Tanaman Inang

Tanaman komersial yang diserang dan menjadi inang utama adalah kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), dan terung (*S.melongena*). Di samping itu, dilaporkan terdapat tanaman inang lainnya, yaitu *S. dulcamara* (bitter nightshade), *S. rostratum* (buffalo bur), *S. triflorum* (cutleaf nightshade), *S. Elaeagnifolium* (silverleaf nightshade), *S. blodgettii*, *S. xanti* (purple nightshade), dan *S. integrifolium* (tomato eggplant). Pemulia tanaman juga menemukan 90 spesies *Solanum* di Amerika Selatan yang menjadi inang NSK. Beberapa spesies gulma juga dapat menjadi inang NSK. Hasil pemantauan di Malang, Jawa Timur, beberapa spesies gulma dari famili solanaceae yaitu *Datura stramonium*, *Nicandra physaloides*, dan spesies-spesies lain yang berasosiasi dengan tanaman kentang, perlu diwaspadai sebagai inang alternatifnya.

2.5. Gejala Serangan

Gejala awal serangan *Globodera* sp. sulit diketahui, karena nematoda ini menyerang perakaran tanaman. Setelah serangan berada pada tingkatan sedang/parah maka tanaman akan terlihat layu, kemudian menguning dan tumbuh tidak normal (kerdil). Pada serangan yang sangat parah, dapat menyebabkan batang dan daun tanaman mengering dan akhirnya mati. Tanaman yang terserang pada perakarannya terlihat bintil-bintil/benjolan (kutil-basa jawa) berwarna putih kekuningan. Benjolan berdiameter sekitar 0,5 mm. Ada juga yang berwarna coklat keemasan, menandakan nematoda ini telah membentuk sista. Pada tanaman

kentang yang terserang NSK daun-daunnya menguning lebih awal, lalu kering dan akhirnya mati karena perakaran terganggu. Jika tanaman tersebut masih dapat bertahan hidup dan dapat menghasilkan umbi maka umbinya berukuran kecil dan jumlahnya sedikit. Gejala serangan NSK dalam areal pertanaman kentang akan terlihat tanaman menguning tidak merata. Penurunan produksi akibat serangan NSK dapat mencapai 70%.

2.6. Cara Pengendalian

Karena nematoda ini sangat sulit untuk dimusnahkan dan memerlukan biaya yang sangat mahal, maka dapat dilakukan upaya pengendalian sebagai berikut :

Tahap pra tanam :

1. Pengolahan lahan yang intensif, pengumpulan sisa-sisa perakaran dan gulma lalu dibakar, lahan dibiarkan terkena sinar matahari langsung.
2. Pemilihan bibit yang telah memperoleh sertifikat sehat (berlabel phitosanitary).
3. Bibit bukan dari daerah/negara endemis (terkena serangan).
4. Pilih varietas yang toleran (Marion, Culpa, Elvira, Gitte, Vevi, Aula, Filli, Miranda, Renema, Alexa, Cordia, Herold, Pirola, Dextra, Granola).
5. Pemilihan lahan yang bebas sista nematoda sista kuning.
6. Menggunakan tanaman perangkap (famili Solanaceae, misal tomat).

Tahap pertanaman :

1. Penerapan sistem budidaya tanaman sehat.
2. Pencabutan tanaman sakit
3. Pengamatan tanaman secara rutin/berkala. Jika dijumpai gejala serangan, lakukan pencabutan tanaman secara keseluruhan beserta perakaran dan tanah zona risosfer, kemudian dibakar.
4. Introduksi/penerapan musuh alami berupa agensia hayati : cendawan *Verticillium chlamydosporum*, *Cylindrocarpon destructans*, *Acremonium strictum.*, *Arthrobotrys spp.*, dan *Paecilomyces sp.*,dll.
5. Aplikasi nematisida kimia sebagai alternatif sesuai ambang kendali. Dalam mengaplikasikan nematisida, perlu memperhatikan ambang kendali NSK. Ambang pengendalian pada tanaman inang komersial di Jepang adalah 31 sista hidup/100 gr tanah.

Nematisida Fumigan : Fumigasi dengan metil bromida efektif untuk mematikan semua stadium nematoda. Metil bromida termasuk pestisida terbatas, oleh karena itu penggunaannya hanya boleh dilakukan oleh operator yang terlatih dan bersertifikat, menggunakan cara dan peralatan khusus. Untuk keperluan ini perlu izin Menteri Pertanian melalui Komisi Pestisida.

Non Fumigan : Nematisida yang terdaftar dan diizinkan untuk NSK belum ada, namun demikian sementara dapat digunakan nematisida yang diizinkan untuk *Meloidogyne sp.*

pada tomat atau kentang, misalnya karbofuran (Furadan 3 G, Petrofur 3 G) etoprofos (Rhocap 10 G), kadusafos (Rugby 10 G), azadirachtin (Nosfoil 8 EC). Pengolahan tanah sebelum aplikasi nematisida dan cara aplikasi nematisida perlu dilakukan secara baik, agar nematisida dapat bermanfaat bagi akar tanaman untuk menghindari serangan nematoda serta residunya minimum. Cara-cara aplikasi yang direkomendasikan dan sesuai prinsip residu minimum perlu diterapkan.

Cara-cara persiapan aplikasi pestisida adalah : Tanah dibajak dan dicangkul sedalam tanah olah (top soil), bongkah-bongkah tanah dihancurkan, sisa tanaman dibongkar, diangkat dan dimusnahkan. Tanah harus diusahakan segembur mungkin. Tanah dipersiapkan seperti persiapan tanam (pematangan pupuk organik, pembuatan guludan dan lainnya). Setelah semua siap, nematisida dapat diaplikasikan sesuai dengan jenis nematisida, cara aplikasi, jenis tanaman, dll.

Kesimpulan

Nematoda Sista Kuning merupakan salah satu Nematoda Sista Kentang (NSK), secara ilmiah dikenal dengan nama *Globodera rostochiensis*. Nematoda parasit ini termasuk famili Heteroderidae. Nematoda sista kuning termasuk genus *Globodera*, yang mempunyai spesialisasi dan sukses menjadi nematoda parasit tanaman sebagai hama pada tanaman pertanian. Siklus hidupnya melalui tahapan stadium telur, larva, dan dewasa berlangsung selama 38 - 48 hari. Daur hidup antara 5-7 minggu tergantung kondisi lingkungan.

Tanaman komersial yang diserang dan menjadi inang utama adalah kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), dan terung (*S.melongena*). Di samping itu, dilaporkan terdapat tanaman inang lainnya, yaitu *S. dulcamara* (bitter nightshade), *S. rostratum* (buffalo bur), *S. triflorum* (cutleaf nightshade), *S. Elaeagnifolium* (silverleaf nightshade), *S. blodgettii*, *S. xanti* (purple nightshade), dan *S. integrifolium* (tomato eggplant).

Gejala awal serangan *Globodera* sp. sulit diketahui, karena nematoda ini menyerang perakaran tanaman. Setelah serangan berada pada tingkatan sedang/parah maka tanaman akan terlihat layu, kemudian menguning dan tumbuh tidak normal (kerdil). Pada serangan yang sangat parah, dapat menyebabkan batang dan daun tanaman mengering dan akhirnya mati.

V. Nematoda Parasit Akar Pada Tanaman Kopi

A. PENDAHULUAN

Kopi adalah suatu jenis tanaman tropis yang dapat tumbuh dimana saja, terkecuali pada tempat-tempat yang terlalu tinggi dengan temperatur yang sangat dingin. Mutu kopi yang baik sangat tergantung pada jenis bibit yang ditanam, keadaan iklim, tinggi tempat dan lain-lain. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi perkembangan hama dan penyakit (Anonimus, 1988).

Di beberapa perkebunan kopi banyak dikenal gangguan-gangguan tanaman kopi yang sangat merugikan. Gangguan-gangguan tersebut kebanyakan disebabkan oleh hama dan penyakit, juga disebabkan keadaan sekeliling yang pada umumnya menyerang pada akar, batang, ranting, bunga, buah dan daun. Selain jamur akar, akhir-akhir ini diketahui pula adanya serangan nematoda akar kopi yang dapat menjadi ancaman penting pertanaman kopi karena dapat turut menurunkan produktivitas kopi di Indonesia.

Terdapat dua jenis nematoda penting yang menyerang tanaman kopi khususnya kopi jenis Arabika yaitu nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis*. Kedua jenis nematoda ini merupakan jasad pengganggu yang sangat berbahaya pada kopi robusta dan lebih-lebih pada kopi arabika. Hingga saat ini belum ada cara pengendalian yang ekonomis

untuk pertanaman kopi yang sudah terserang (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian dan informasi yang ada, menunjukkan bahwa serangan nematoda parasit tanaman di Indonesia cenderung meningkat yang dapat mengarah kepada tingkat kerusakan yang lebih berat. Oleh karena itu, perhatian terhadap nematoda perlu lebih ditingkatkan, agar masalah nematoda yang mungkin timbul dapat diantisipasi sedini mungkin sehingga kerugian karena nematoda dapat ditekan menjadi serendah mungkin (Mustika, 2003). Dalam upaya pengelolaan nematoda tersebut untuk mencapai berhasilnya suatu usaha pertanian di Indonesia perlu terlebih dahulu dikenal nematoda tersebut termasuk gejala serangan dan cara pengendaliannya.

B. NEMATODA PENTING PERUSAK AKAR KOPI

Di Indonesia, kerusakan tanaman karena nematoda parasit, kurang disadari baik oleh petani maupun para petugas pertanian yang bekerja di lapangan. Hal ini mungkin disebabkan oleh gejala serangan nematoda yang sulit diamati secara visual karena ukuran nematoda yang sangat kecil. Di samping itu, peminat terhadap nematologi (ilmu yang mempelajari nematoda) sangat terbatas. Di sisi lain, gejala serangan nematoda berjalan sangat lambat dan tidak spesifik, mirip atau bercampur dengan gejala kekurangan hara dan air, kerusakan akar dan pembuluh batang (Mustika, 2003).

Nematoda parasit tanaman dapat berperan langsung sebagai patogen penyebab penyakit, sebagai organisme yang

membuat tanaman lebih mudah terserang (predispose) oleh patogen lainnya seperti cendawan, bakteri atau virus.

Secara umum, serangan nematoda menyebabkan kerusakan pada, karena nematoda mengisap sel-sel akar, sehingga pembuluh jaringan terganggu, akibatnya translokasi air dan hara terhambat. Serangan nematoda juga dapat mempengaruhi proses fotosintesa dan transpirasi (Evans, 1982; Melakeberhan, et.al., 1987 dalam Mustika, 2005), sehingga pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun menguning seperti gejala kekurangan hara dan mudah layu. Karena pertumbuhan terhambat produktivitas tanaman menjadi menurun. Seringkali gejala tanaman yang terserang nematoda akar kopi bersamaan dengan serangan OPT lain seperti jamur akar putih, jamur akar coklat dan penyakit antraknos.

1). Morfologi Umum dan Siklus Hidup

Nematoda adalah sejenis cacing bulat yang kedua sisinya simetris dan hampir semuanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Nematoda memiliki semua sistem fisiologi seperti pada binatang kelas tinggi, kecuali sistem pernafasan dan peredaran darah. Pada umumnya nematoda adalah tembus cahaya (transparan) sehingga dengan menggunakan mikroskop cahaya yang dilengkapi dengan lampu dari bawah dan perbesaran sekitar 900-1000 kali, anatomi nematoda dapat dilihat dengan jelas.

Tubuh nematoda tidak beruas, tidak berwarna dan ditutupi oleh dinding tubuh yang berfungsi untuk melindungi dari tekanan. Dinding tubuh tersebut terdiri atas kutikula bagian luar, lapisan antara, hipodermis dan bagian dalam berupa otot-otot yang membujur. Kutikula merupakan struktur yang aktif terdiri dari

protein dan enzim. Selama siklus hidupnya nematoda mengalami empat kali pergantian kutikula. Di bawah kutikula terdapat epidermis (Mustika, 2003).

Ciri khusus dari nematoda parasit tanaman adalah adanya stilet pada bagian kepalanya yang berfungsi sebagai alat untuk masuk ke dalam jaringan tanaman dan makan cairan sel. Ciri khusus ini merupakan perbedaan morfologi utama antara nematoda parasit tanaman (fitoparasit) dengan kelompok nematoda lainnya (Mustika, 2003).

Siklus hidup nematoda sangat sederhana sekali yaitu betina meletakkan telur kemudian telur-telur tersebut menetas menjadi larva. Dalam banyak hal, larva-larva ini menyerupai nematoda, hanya ukurannya lebih kecil. Selain nematoda dewasa dan telur, dalam siklus hidup nematoda terdapat 4 stadia larva dan empat kali pergantian kulit. Stadia larva pertama berkembang dalam telur dan pergantian kulit pertama biasanya terjadi di dalam telur. Dari pergantian kulit pertama muncul stadia larva dua, yang bergerak bebas ke dalam tanah dan masuk ke dalam jaringan tanaman. Apabila nematoda stadia larva dua tersebut mulai makan pada jaringan inang yang cocok, terjadi pergantian kulit kedua, ketiga dan keempat yang menghasilkan berturut-turut larva stadia tiga, empat dan lima atau stadia dewasa. Secara umum, siklus hidup nematoda parasit berlangsung selama 25-35 hari, bergantung pada jenis nematoda, tanaman inang, keadaan lingkungan tanah (suhu, kelembaban, tekstur) (Mustika, 2003).

Tingkat kerusakan akibat serangan nematoda pada tanaman tertentu tergantung pada jenis tanaman, varietas, spesies nematoda, tingkat populasi di dalam tanah dan lingkungan.

Kerusakan fatal dapat terjadi bila tanaman yang sangat peka ditanam dan populasi nematoda di dalam tanah cukup tinggi. Akibat serangan nematoda dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi produktivitas dan kualitas produksi (Sasser, 1985 dalam Mustika, 2003).

2). *Pratylenchus coffeae* (Nematofa Peluka Akar) dan Gejala Serangannya

P. coffeae bertelur di dalam jaringan akar. Daur hidupnya berkisar antara 45-48 hari dengan rincian sebagai berikut: inkubasi telur selama 15-17 hari, perkembangan larva hingga menjadi dewasa sekitar 15-16 hari dan perkembangan nematoda dewasa hingga meletakkan telur sekitar 15 hari. *P. coffeae* termasuk dalam Kelas Adenophorea, Ordo Tylenchidae, Famili Pratylenchidae dan Genus Pratylenchus (Inserra, et.al., 1998; Mustika, 2003).

Nematoda ini mempunyai lebar tubuh antara 40 μm hingga 160 μm (Whitehead, 1998), dengan panjang tubuh antara 0,4-0,7 mm, sedangkan diameter tubuh 20 -25 μm (Agrios, 2005). Bentuk nematoda ini pada umumnya memanjang, bagian ujung anterior kepala mendatar, dengan kerangka kepala yang kuat, mempunyai stilet pendek dan kuat, panjangnya 14-20 μm dengan basal knob yang jelas (Dropkin 1992).

P. coffeae menyerang jaringan kortek akar serabut terutama akar-akar serabut yang aktif menyerap unsur hara dan air. Akibatnya akar serabut menjadi rusak, berwarna coklat dan terdapat luka-luka nekrotik. Luka-luka tersebut secara bertahap meluas, sehingga akhirnya seluruh akar serabut membusuk.

Gejala kerusakan oleh nematoda pada bagian tanaman di atas permukaan tanah umumnya tidak spesifik. Tanaman tanaman tampak kerdil, pertumbuhan terhambat, ukuran daun dan cabang primer mengecil, daun tua berwarna kuning yang secara perlahan-lahan akhirnya rontok dan tanaman mati. Akar tanaman kopi yang terserang oleh *P. coffeae* warnanya berubah menjadi kuning, selanjutnya berwarna coklat dan kebanyakan akar lateralnya busuk. Luka yang terjadi pada akar berakibat merusak seluruh sistem perakaran tanaman kopi (Mustika, 2003).

Gejala pertama yang muncul akibat infeksi pada tanaman yang baru dipindah adalah daunnya menguning, cabang-cabang utamanya sedikit dan tanaman kerdil. Tanaman berangsur layu yang diikuti oleh kematian. Tanaman yang terserang berat akan mati sebelum dewasa. Di lapangan, gejala kerusakan tersebut terjadi secara setempat-setempat yang dapat mengurangi hasil tergantung pada berat ringannya serangan. *P. coffeae* merupakan nematoda parasit yang paling merusak pada kopi Arabika di India Selatan.



Gbr. 1. Nematoda Peluka Akar, *Pratylenchus coffeae*

3. *Radopholus similis* (Nematoda Pelubang Akar) dan Gejala Serangannya

R. similis atau nematoda pelubang akar diketahui sebagai endoparasit migratori pada berbagai jenis tanaman. Nematoda ini merusak atau makan bagian korteks akar sehingga terjadi lubang-lubang pada akar tersebut. Semua stadia dapat dijumpai pada di dalam akar dan tanah. Jantan bersifat nonparasit, sedangkan stadia lainnya bersifat parasit pada tanaman (Mustika, 2003).

Nematoda *R. Similis* termasuk dalam Kelas Secernentea, Ordo Tylnchida, Famili Pratylenchidae dan Genus Radopholus (Williams and Siddiqi, 1973). Dari sisi biologi, nematoda luka akar mempunyai perbedaan dengan nematoda yang lain. Nematoda luka akar akan dapat berkembang biak lebih baik di dalam akar tanaman yang pertumbuhannya tidak baik. Tanaman yang mempunyai zat makanan minimal mendorong nematoda berkembang dibandingkan dengan tanaman yang menyediakan zat makanan optimal (Dropkin,1992).

Selain temperatur tanah, kehidupan nematoda juga dipengaruhi oleh keberadaan filum air baik di dalam tanah atau dalam tanaman. Filum air berperan bagi mobilitas nematoda, menentukan inaktif dan tidaknya nematoda, bahkan berpengaruh terhadap mortalitasnya (Williams dan Bridge, 1983). Porositas, kelembaban, dan aerasi tanah juga berperan dalam keberlangsungan hidup nematoda (Sastrahidayat, 1992). Pada umumnya nematoda berada di lapisan tanah antara 15-30 cm, namun dapat berkembang baik jika tanah mempunyai banyak pori dan mempunyai cukup udara.



Gambar 4. Nematoda pelubang akar kopi (*R. similis*).

4. Gejala Serangan Nematoda Parasit Akar Kopi

Gejala kerusakan oleh nematoda *P. coffeae* adalah pada bagian tanaman di atas permukaan tanah umumnya tidak spesifik. Tanaman tampak kerdil, pertumbuhan terhambat, ukuran daun dan cabang primer mengecil, daun tua berwarna kuning yang secara perlahan-lahan akhirnya rontok dan tanaman mati. Akar tanaman yang terserang *P. coffeae* warnanya berubah menjadi kuning, selanjutnya berwarna coklat dan kebanyakan akar lateralnya busuk. Luka yang terjadi pada akar berakibat merusak seluruh sistem perakaran tanaman kopi (Mustika, 2003).

Gejala pertama yang muncul akibat infeksi pada tanaman yang baru dipindah daunnya menguning, cabang-cabang utamanya sedikit dan tanaman kerdil. Tanaman berangsur layu yang diikuti oleh kematian. Tanaman yang terserang berat akan mati sebelum dewasa. Di lapangan, gejala kerusakan tersebut terjadi setempat-setempat yang dapat mengurangi hasil tergantung pada berat ringannya serangan *P. coffeae*. *P. coffeae*

merupakan nematoda parasit yang paling merusak pada kopi Arabika di India Selatan (Mustika, 2003).

Pada tanaman kopi di Indonesia, serangan nematoda *R. similis* menyebabkan pertumbuhan tanaman merana, bagian pucuk tanaman mati atau meranting, daunnya kecil-kecil, percabangan kurang dan tanaman mudah digoyangkan (Amidjojo, 1988 dalam Mustika, 2003).



Gambar 5. Serangan nematoda menyebabkan daun tanaman kopi, kuning dan layu akhirnya rontok sehingga tanaman menjadi merangas

C. PENGENDALIAN NEMATODA PARASIT AKAR KOPI

Pengendalian nematoda yang selama ini banyak digunakan adalah melalui pemanfaatan bahan organik, penggunaan varietas tahan jika tersedia, dengan cara kimia menggunakan pestisida/nematisida dan solarisasi. Dalam pelaksanaannya sering kali hanya memilih satu cara dan target utamanya hanya terhadap nematoda yang dikendalikan dan kurang memperhatikan akibatnya terhadap keseluruhan ekosistem pertanian Dalam pengelolaan nematoda berkelanjutan, hal penting

yang perlu dilakukan adalah monitoring komponen biologi dan lingkungan secara teratur termasuk di dalamnya adalah populasi dan musuh alaminya (Munif, 2003).

1). Benih/bibit yang sehat

Penggunaan benih dan bibit yang baik dan bebas dari nematoda merupakan langkah awal dalam kegiatan budidaya tanaman. Hal ini mengingat umumnya masuknya nematoda ke suatu areal pertanaman terjadi karena nematoda terbawa bersama benih. Oleh karena itu perlu dilakukan seleksi benih atau bibit dan hanya menanam benih dan bibit yang bebas dari kontaminasi nematoda parasit (Munif, 2003).

Kopi Arabika dianjurkan ditanam di atas 700 dpl. Ketinggian 700 m dpl merupakan batas ketinggian minimum yang masih dapat menghasilkan biji kopi bermutu baik. Menemukan dan identifikasi awal khususnya di pembibitan sebelum bibit dipindah ke kebun, jika bibit terserang berat, sebaiknya bibit dibinasakan (Wiryadiputra dan Atmawinata, 1998).

2). Jenis Kultivar

Jenis kultivar tertentu yang ditanam juga berpengaruh terhadap perkembangan nematoda parasit. Kultivar yang resisten akan dapat menekan perkembangan nematoda parasit tumbuhan, sedangkan pemilihan kultivar yang rentan akan mendorong perkembangan populasi nematoda. Pengaruh secara tidak langsung dari penanaman suatu jenis kultivar terhadap perkembangan nematoda adalah pengaruh eksudat akar yang dihasilkan oleh tanaman yang berpengaruh terhadap

perkembangan nematoda dan mikroorganismenya lainnya yang ada di dalam tanah (Munif, 2003).

3). Rotasi Tanaman

Rotasi tanaman dimaksudkan untuk mengurangi kepadatan populasi nematoda di dalam tanah yang sudah terinfestasi. Rotasi tanaman dilakukan dengan menanam jenis tanaman yang bukan termasuk inang dari patogen tersebut. Penanaman dengan tanaman bukan inang diharapkan akan memutus atau setidaknya mengganggu siklus hidup nematoda. Peningkatan populasi nematoda dalam tanah banyak dipengaruhi oleh penanaman tanaman inang yang sama secara terus menerus (Munif, 2003).

4). Tanaman perangkap (*Trap cropping*)

Penanaman tanaman perangkap pada lahan yang sudah terinfestasi nematoda akan sangat bermanfaat untuk mengurangi kepadatan populasinya. Metode pengendalian ini telah berhasil digunakan untuk mengurangi populasi nematoda pada kentang.

5). Solarisasi tanah

Solarisasi dengan menggunakan plastik gelap maupun terang adalah upaya untuk meningkatkan temperatur tanah pada level tertentu sehingga dapat menekan populasi nematoda maupun patogen tanah. Mekanisme penekanannya dapat secara langsung dengan terbunuhnya propagul patogen atau nematoda akibat peningkatan suhu akibat peningkatan suhu karena proses penutupan tanah dengan plastik dalam jangka waktu tertentu, maupun secara tidak langsung dengan aktifnya berbagai

mikroorganisme antagonis dalam tanah karena proses solarisasi tersebut (Munif, 2003).

6). Penggenangan

Penggenangan tanah yang terinfestasi selama beberapa bulan dapat mengurangi populasi nematoda. Penggenangan telah terbukti populasi *Meloidogyne* pada pertanaman secara signifikan. Cara ini juga telah digunakan untuk mengurangi serangan nematoda *Radopholus similis* yang menyerang tanaman pisang di Amerika Tengah dan Selatan (Munif, 2003).

7). Varietas resisten

Penanaman jenis resisten secara ekonomi dan ekologi sangat menguntungkan (Munif, 2003). Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia telah berhasil menemukan anjuran klon kopi Robusta BP 308 tahan nematoda yang telah diuji di berbagai daerah endemik serangan nematoda dengan hasil memuaskan. Selain tahan serangan nematoda parasit, klon BP 308 juga tahan kekeringan. Untuk mempertahankan sifat tahan serangan nematoda kopi robusta klon BP 308 harus diperbanyak secara klonal karena sebagai induk maupun penyerbuk mewariskan sifat tahan hanya sebesar 40-60%. Klon ini memiliki produktivitas 1.200 kg kopi pasar/ha/tahun. Kopi Robusta Klon BP 308 dianjurkan digunakan sebagai batang bawah untuk penyambungan dengan batang atas klon-klon anjuran kopi robusta sesuai agroklimat setempat atau varietas anjuran kopi arabika. Klon BP 308 dilepas oleh Menteri Pertanian dengan SK No. 65/Kpts/SR.120/I/2004. Adapun klon-klon robusta yang dianjurkan adalah BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, Bp 409, dan SA 237. Enam klon lain yang baru

dilepas oleh adalah BP 436, BP 534, BP 920, BP936, BP 939 dan SA 203. Varietas anjuran kopi arabika yaitu Abesinia 3, S 795, USDA 762, Kartika 1, Kartika 2, dan Andungsari 1 (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2007).

8. Pengendalian secara biologi

Beberapa contoh agen pengendali yang sudah teruji seperti bakteri parasit *Pasteuria penetrans*, maupun bakteri saprofit yang berasal rizosfer seperti *Bacillus subtilis*, *Pasteuria fluorescens*, *Agrobacterium radiobacter*. Demikian juga agen pengendali dari kelompok cendawan seperti *Paecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys oligospora*, *Dactylella* sp. (Munif, 2003).

Hasil percobaan Irfan (2006), menunjukkan bahwa jamur *A. oligospora* umur 15 dan 30 hari yang yang diinokulasikan dengan 600 ekor nematoda *R. similis* dapat memberikan penekanan terhadap populasi *R. similis* pada tanaman kopi. Sedangkan 3 taraf dosis jamur *A. oligospora* (16, 24 dan 32 gram) yang diinokulasikan yang tidak berpengaruh terhadap populasi nematoda *R. similis*.

9. Bahan Organik

Berbagai jenis bahan organik seperti kompos, pupuk kandang dari kotoran ayam dan bahan organik lainnya telah dilaporkan dapat mengurangi serangan nematoda parasit. Penambahan bahan organik ke dalam tanah selain dapat meningkatkan kualitas kesehatan tanah dan kesuburan tanaman, juga dapat merangsang perkembangan mikroorganisme antagonis. Beberapa senyawa yang diproduksi oleh berbagai

bahan organik di dalam tanah juga dilaporkan dapat meningkatkan populasi nematoda predator (Munif, 2003).

Penggunaan bahan organik (kotoran ayam, sapi, kambing, sekam padi, serbuk gergaji atau tepung biji mimba) dapat mengurangi populasi nematoda *M. incognita* dan *P. brachyurus* pada nilam, dan efektivitasnya hampir sama dengan nematisida karbofuran 3% (Mustika dan Nuryani, 2006). Menurut Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, pemberian pupuk kandang (kotoran sapi 1-2 kg/tanaman dapat dilakukan sebelum tanam dengan tujuan untuk meningkatkan produksi mikroorganism antagonis (musuh alami) nematoda pada tanaman nilam.

Pemupukan bahan organik dilakukan bertujuan memperbaiki struktur tanah sehingga tanaman dapat tumbuh subur. Tanaman yang sehat dan kuat lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Di dalam pupuk organik terutama pupuk kandang/kompos banyak berkembang mikroorganism yang dapat berperan sebagai musuh alami nematoda, misalnya jamur perangkap seperti *Arthrobotrys oligospora*, yang bersifat sebagai jamur perangkap nematoda (*sticky network*). Pemberian pupuk kandang 15 kg/pohon pada kopi arabika 'Kartika' ternyata dapat menekan populasi *P. coffeae* setingkat dengan pemakaian nematisida (Wiryadiputra dan Atmawinata, 1998).

Penggunaan bahan organik (kotoran ayam, sapi, kambing, sekam padi, serbuk gergaji atau tepung biji mimba) dapat mengurangi populasi nematoda *M. incognita* dan *P. brachyurus* pada nilam, dan efektivitasnya hampir sama dengan nematisida karbofuran 3% (Mustika dan Nuryani, 2006). Penggunaan bahan organik merupakan dasar dalam pengendalian nematoda secara

hayati, karena bahan organik dapat memacu perkembangan mikroorganisme antagonis dalam tanah seperti jamur, bakteri, dan nematoda predator. Penggunaan pupuk NPK, dolomit, dan mulsa daun akar wangi pada lahan yang terinfeksi nematoda di Jawa Barat mampu menghasilkan tera basah (bagian daun dan ranting) sekitar 11,44 ton/ha, sedangkan bila tanpa mulsa hasilnya hanya 9,75 ton/ha. Selain berfungsi sebagai bahan organik, mulsa juga berperan dalam mempertahankan kelembapan tanah. Hasil pelapukan bahan organik bersifat racun terhadap nematoda serta mampu memacu perkembangbiakan dan aktivitas mikroorganisme antagonis yang merupakan musuh alami nematoda seperti jamur, bakteri, dan antagonis lainnya. Menurut Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, pemberian pupuk kandang (kotoran sapi 1-2 kg/tanaman dapat dilakukan sebelum tanam dengan tujuan untuk meningkatkan produksi mikroorganisme antagonis (musuh alami) nematoda pada tanaman nilam.

10. Pengendalian secara kimia

Penggunaan bahan kimia terutama pestisida merupakan cara yang paling banyak digunakan oleh praktisi dalam pengendalian nematoda. Penggunaan bahan kimia dapat langsung diaplikasikan ke tanah sebelum tanam, maupun digunakan untuk perlakuan benih atau bibit sebelum tanam. Pestisida yang banyak digunakan adalah dari kelompok fumigan. Penggunaan nematisida fumigan terbukti telah menurunkan populasi nematoda secara signifikan. Aplikasi nematisida dalam pengendalian nematoda harus tetap mempertimbangkan aspek ekonomi dan ekologi (Munif, 2003). Sebaiknya digunakan nematisida yang bersifat sistemik. Nematisida yang dapat

digunakan antara lain dengan pemberian nematisida berbahan aktif curater seperti Furadan 3G dengan dosis 3-5 gram/tanaman atau sesuai dosis anjuran (Wiryadiputra dan Atmawinata, 1998).

D. KESIMPULAN

Pratylenchus coffeae dan *Radopholus similis* merupakan dua jenis nematoda penting yang menyerang akar tanaman kopi. Pengelolaan nematoda pada kebun kopi harus berkaitan secara langsung terhadap nematoda parasit sebagai sasaran maupun terhadap lingkungan pertanian secara umum. Dalam pengelolaan nematoda perlu sedapat mungkin mengutamakan upaya pencegahan daripada tindakan pengendalian. Pemberian pupuk kandang atau kompos dapat membantu berkembangnya mikroorganisme yang berperan sebagai musuh alami nematoda (predator nematoda). Pemanfaatan agensia hayati seperti penggunaan jamur *Arthrobotrys oligospora* dan agen pengendali lain perlu dikembangkan lebih lanjut karena memiliki peluang yang baik dalam menekan populasi nematoda akar kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1988. Budidaya Tanaman Kopi. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Dropkin, V. H. 1992. Pengantar Nematologi Tumbuhan. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Inserra, R. N., L. W. Duncan, D. Dunn, D. Kaplan, and D. Porazinska. 1998. *Pratylenchus pseudocoffeae* from Florida and its relationship with *P. gutierrezi* and *P. coffeae*. *Nematologica* 44:683-712.
- Munif, A. 2003. Prinsip-prinsip Pengelolaa Nematoda Parasit Tumbuhan Di Lapangan. Makalah pada "Pelatihan Identifikasi dan Pengelolaan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan". Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT)-HPT, Institut Pertanian Bogor, 26-29 Agustus 2009.10 h.
- Irfan. 2006. Pengaruh Umur Biakan dan Dosis Biakan Jamur *Arthrobotrys oligospora* Fresenius terhadap Populasi Nematoda Pelubang Akar (*Radopholus similis* Cobb.) pada Tanaman Kopi.
- Mustika, I. dan Y. Nuryani. 2006. Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Pada Tanaman Nilam. Balai Penelitian Rempah dan Obat Bogor. Jurnal Litbang Pertanian,25(1). 2006. hal. 7-15.
- Mustika, I. dan Y. Nuryani. 2003. Penyakit-penyakit Utama Tanaman yang Disebabkan Oleh Nematoda. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Makalah pada "Pelatihan Identifikasi dan Pengelolaan Nematoda Parasit Utama Tumbuhan". Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu (PKPHT)-HPT, Institut Pertanian Bogor, 26-29 Agustus 2009. 34 h.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2007. Klon-klon Unggul Kopi Robusta dan Beberapa Pilihan Komposisi Klon Berdasarkan Kondisi Lingkungan. Leaflet Puslit Kopi dan Kakao Indonesia. Jl. Pb. Sudirman 90, Jember. Jawa Timur.

- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2007. Kopi Tahan Nematoda Klon BP 308 dan Perbanyakannya. Leaflet Puslit Kopi dan Kakao Indonesia. Jl. Pb. Sudirman 90, Jember. Jawa Timur.
- Sastrahidayat. I.R. 1990. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Usaha Nasional. Surabaya.
- Whitehead, A. G. 1998. Plant Nematode Control. CAB International. Cambridge University Press. UK .
- Williams, T. D. dan J. Bridge. 1983 Plant Pathologist's Pocketbook Second Edition. Commonwealth Agriculture Bureaux. The Canbrian News Ltd, Queen Street, Aberystwyth, wales. Halaman 225-249.
- Wiryadiputra, S. dan O. Atmawinata. 1998. Kopi (*Coffea* spp.). Dalam: Pedoman Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Perkebunan. Puslitbang Tanaman Industri Badan Litbang Pertanian. Deptan. Hal.53-59.

DAFTAR ISI

- I. PENDAHULUAN
- II. RUMUSAN MASALAH
- III. MENGENAL NEMATODA PARASIT TANAMAN
- IV. BEBERAPA SPESIES NEMATODA YANG
BANYAK DIKETEMUKAN DI LAPANGAN
- V. NEMATODA PARASIT AKAR PADA TANAMAN
KOPI