

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi Nematoda Puru Akar *Meloidogyne sp.*

1. Sistematika

Phylum : Nematelminthes
Class : Nematoda
Ordo : Tylenchida
Familia : Heteroderidae
Genus : *Meloidogyne*
Species : *Meloidogyne sp.*

(Luc, Sikora & Bridge, 1995; Dropkin, 1992)

2. Morfologi

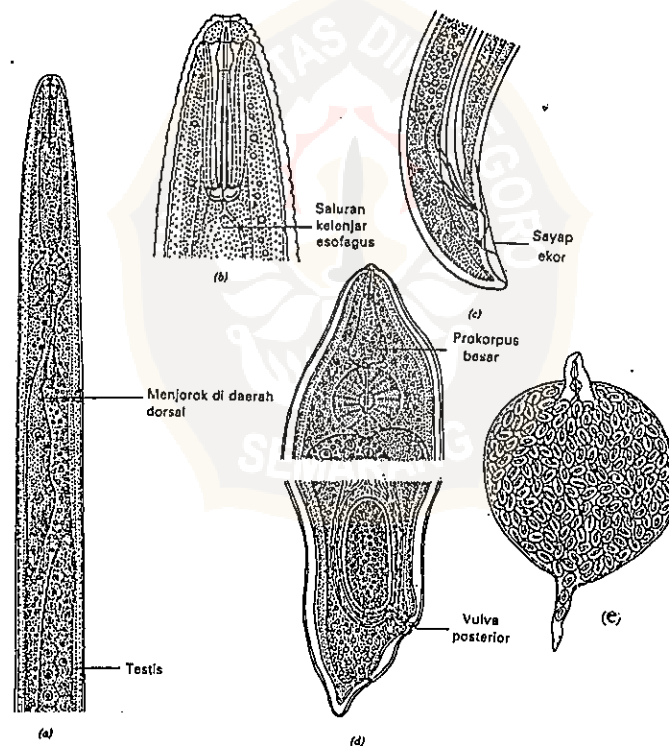
Taylor & Sasser (1978) dalam Supratoyo, Mulyadi & Bambang, (1978), menyebutkan morfologi telur, larva, dewasa jantan dan betina *Meloidogyne sp.* adalah sebagai berikut :

Telur. Berbentuk bulat panjang, panjang antara 78-97 μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-3}$ mm) dan lebar antara 33-42 μm berwarna putih dan diletakkan secara berkelompok dalam gelatin yang berwarna kuning sampai coklat yang berbentuk seperti kantung, masa gelatin terdapat pada tubuh *Meloidogyne sp.* betina bagian belakang.

Larva. Berbentuk silindris memanjang (vermiform), panjang antara 0,4-0,5 mm, mempunyai stylet dengan knob, panjang stylet 20 μm , dan ekor meruncing.

Dewasa betina. Berbentuk seperti kantong atau buah per, kutikula berwarna putih transparan, ukuran tubuhnya 400-1000 μm , mempunyai stylet dan berknob, panjang stylet antara 15-28 μm , vulva pada bagian tubuh belakang.

Dewasa jantan. Berbentuk vermiform, panjang antara 825-2000 μm , mempunyai stylet antara 17-25 μm , ekor tumpul.



Gambar 01. Morfologi *Meloidogyne* betina dan jantan dewasa

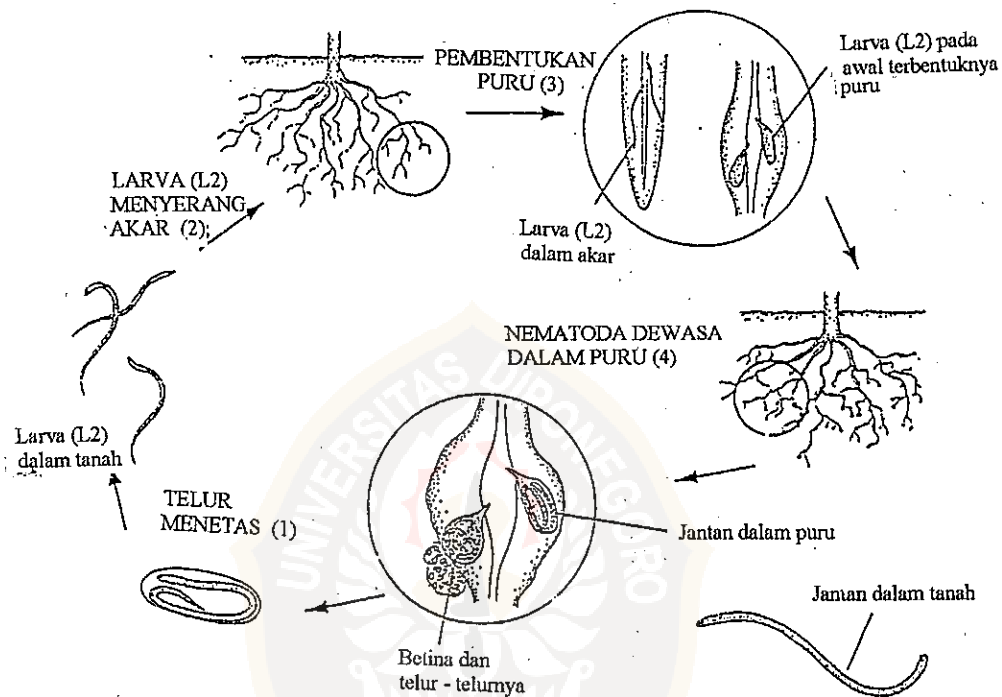
Keterangan : (a) jantan, ujung anterior x 556. (b) jantan, daerah kepala x 1740. (c) jantan, posterior x 960. (d) betina dewasa, ujung anterior dan posterior x 300. (e) betina dewasa yang mengandung telur (Dropkin, 1992).

3. Siklus hidup dan cara hidup

Siklus hidup. Stadium awal perkembangan *Meloidogyne sp.* adalah terjadinya pembelahan sel sampai terbentuk larva stadium pertama di dalam telur. Larva muda yang baru menetas merupakan larva stadium kedua yang biasanya sangat motil dan infeksi. Diperlukan waktu 9 hari pada suhu $29 \pm 1^\circ\text{C}$ dari pembentukan telur sampai menetasnya telur dan muncul larva stadium kedua (L 2). Larva tersebut menjadi dewasa antara 15-16 hari setelah penetrasi ke dalam akar inangnya, akan tetapi masa telur yang pertama baru timbul 17-21 hari setelah penetrasi. Pergantian kulit larva stadium kedua (L 2) terjadi pada 10 -12 hari setelah penetrasi, sedang pergantian kulit yang terakhir (keempat) terjadi 2-5 hari setelah stadium larva ketiga (L 3). Jadi siklus hidup nematoda puru akar pada umumnya sekitar 17-21 hari setelah penetrasi ke dalam akar tumbuhan inangnya (Christine, 1959; Thorne, 1961; Wallace, 1964; Taylor & Sasser, 1978 *dalam* Supratoyo dkk, 1978).

Cara hidup. Setelah telur menetas, maka keluar larva stadium kedua, berukuran kecil (kurang dari $500 \mu\text{m}$) dan bergerak bebas diantara zarah-zarah tanah. Larva ini sangat infeksi pada berbagai macam tumbuhan inang. Biasanya larva masuk ke dalam akar tumbuhan inang dekat pada ujung akar. Setelah masuk ke dalam akar akan menimbulkan puru (gall), dan di dalam puru tersebut larva berkembang hingga dewasa. Dalam satu puru akar terdapat satu atau lebih nematoda betina dan setiap nematoda betina dapat menghasilkan 200-500 butir telur. Telur-telur biasanya

diletakkan pada permukaan akar dan dilindungi bahan gelatinus, yang diekskresikan *Meloidogyne* betina. Nematoda puru akar berkembang biak dengan perkawinan, tetapi di alam kebanyakan berkembang biak secara partenogenesis (Thorne, 1961; Taylor & Sasser, 1978 dalam Supratoyo dkk, 1978).



Gambar 02. Siklus hidup *Meloidogyne* sp. (Stirling & Julie, 1997)

Keterangan : (1) telur menetas. (2) larva (L₂) menyerang akar. (3) pembentukan puru (gall). (4) perkembangan nematoda dalam puru

4. Patologi

Infeksi *Meloidogyne* sp. dalam jumlah yang besar dapat mempengaruhi fisiologi tanaman. Dopkin (1992) menyebutkan terdapat dua kejadian patologi yang berbeda pada tanaman :

- sel-sel korteks dan perisikel akar yang berada di dekat larva membesar dan membelah membentuk puru akar. Larva stadium kedua muncul dari telur pada permukaan puru dan menyerang akar didekatnya. Tiap larva merangsang pertumbuhan besar sel tanaman sehingga puru juga semakin membesar.
- Lima sampai tujuh sel yang berada di sekeliling kepala nematoda membesar menjadi sel raksasa yang khas, akibat masuknya larva infeksius (L_2) melalui endoderm untuk mencapai stele. Sel raksasa tersebut menjadi sumber makanan selama perkembangan larva hingga dewasa.

Pada waktu menginfeksi tanaman, *Meloidogyne sp.* mengeluarkan sekresi dari kelenjar esofagusnya. Sekresi tersebut mengandung enzim protease, enzim ini akan menguraikan protein sel menjadi asam-asam amino, diantaranya triptofan yang merupakan prekursor IAA (Indol Acetil Acid). IAA merupakan senyawa pembentuk hormon tumbuh tanaman (auxin), sehingga menyebabkan konsentrasi auksin pada bagian tanaman terserang menjadi sangat tinggi dan sel-sel tumbuh tidak normal yaitu terjadi hipertrofi dan hiperplasia (Giebel, 1974; Sumaratri, 1988 dalam Widjajanti, 1998).

Pada akar yang terinfeksi *Meloidogyne sp.*, diferensiasi xilem dan floem terganggu, translokasi air dan unsur hara dari akar ke bagian tanaman di atas permukaan tanah berkurang, sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan tanaman menjadi layu sementara sampai

tanaman layu sementara sampai permanen dan akhirnya mati. Kematian tanaman dipercepat dengan adanya interaksi dengan virus, bakteri dan fungi sebagai perusak sekunder (Stirling & Stanton, 1997).

5. Gejala kerusakan akibat infeksi *Meloidogyne sp.*

Menurut Wiryadiputra (1989), tanda – tanda kerusakan tanaman yang ditimbulkan akibat serangan nematoda puru akar *Meloidogyne sp.* yang mudah dilihat tanpa mikroskop dapat dibagi menjadi dua bagian :

Pada bagian tanaman inang di atas permukaan tanah. Tanaman tumbuh kerdil, daun mengalami klorosis seperti kekurangan unsur hara, apabila hari panas daun lebih cepat layu daripada tumbuhan sehat, daun banyak yang gugur sehingga tanaman tampak gundul kadang tinggal daun pucuk.

Pada bagian tanaman di bawah permukaan tanah. Dekat ujung akar (terutama akar cabang dan akar rambut) tampak adanya kerusakan mekanis, berupa bercak-bercak coklat hitam, terutama pada infeksi populasi larva yang tinggi, akar-akar cabang cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan akar tanaman sehat, tampak adanya puru (gall) pada akar utama.

B. Biologi *Paecilomyces lilacinus*

1. Sistematika

Devisio	: Deuteromycota
Kelas	: Deuteromycetes
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Paecilomyces</i>
Species	: <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson

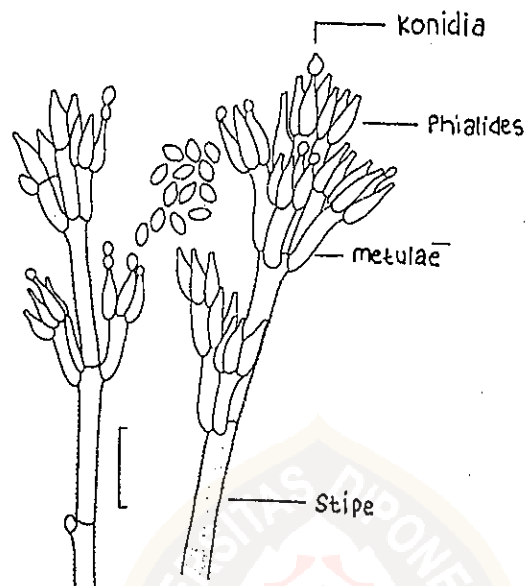
(Domsch, Gams & Traute-Anderson, 1980; Gams, Vander, Samson & Stalper, 1987)

2. Morfologi dan Pertumbuhan

Kapang *P. lilacinus* pada Medium MEA (Malt Ekstrak Agar) membentuk koloni dengan diameter mencapai 5-7 cm, dalam waktu 14 hari. Koloni berwarna hijau gelap hingga ungu dengan “reverse” tidak berwarna hingga ungu. Konidiofor tumbuh tegak soliter dengan tinggi 400-600 μm , tangkai (stipe) lebar 3-4 μm berwarna kuning hingga ungu, berdinding kasar dengan sekumpulan “metulae” dan “phialide” yang bergerombol. “Phialide” panjang dan berbentuk silindris dengan bagian ujung meruncing. Konidia berbentuk bulat hingga elips, berdinding halus hingga sedikit kasar, berukuran 2,5-3,0 x 2,0-2,2 μm tersusun dalam suatu rantai basipetal yang bersifat kering (xerosporic).

Paecilomyces lilacinus termasuk “mesophilic” karena dapat tumbuh pada temperatur 8 – 38°C. Pertumbuhan optimal pada temperatur

26 - 30°C dan tidak dapat tumbuh ada 5°C. Toleransi pH 2-10 dengan pH optimal 6,5. *P. lilacinus* dapat mendegradasi khitin dan pentosan (Xylan), termasuk proteolitik kuat serta dapat mendekomposisi keratin (Domsch *et al.*, 1980).



Gambar 03. Morfologi kapang *P. lilacinus* (Domsch *et al.*, 1980)

3. Isolasi dan kultivasi *P. lilacinus*

Jatala *et al.*, (1979) menyebutkan bahwa *P. lilacinus* merupakan fungi parasit pada massa telur (egg mass) nematoda puru akar *Meloidogyne sp.* dan nematoda cyste *Globodera sp.* Untuk mengisolasi *P. lilacinus* dapat diperoleh dari massa telur yang terparasit fungi tersebut. Massa telur *Meloidogyne sp.* biasanya terdapat pada permukaan akar yang berpuhu maupun didalam puru akar itu sendiri, sehingga untuk memperoleh massa telur harus dilakukan observasi akar yang terserang oleh nematoda puru akar terutama pada tanaman inang paling rentan yaitu golongan Solanaceae misalnya tembakau, tomat , dan terung.

Sampel akar yang diperoleh dibersihkan dan massa telur diambil dibawah mikroskop, kemudian diletakkan diatas medium agar dalam petridish. Setelah empat hari diamati koloni yang tumbuh dan dimurnikan dengan cara memindahkan ke medium agar pada petri lainnya. Pertumbuhan vegetatif *P. lilacinus* optimum setelah berumur 14 hari dan diinkubasi pada temperatur ruang $29\pm 1^{\circ}\text{C}$ (Jatala, 1989).

Menurut Weisser, (1991) medium sintetis yang sesuai untuk pertumbuhan *P. lilacinus* adalah medium agar yang mengandung maltosa atau dekstrosa. Hasil penelitian Jatala, (1979) media PDA (Potato Dekstrosa Agar) dapat digunakan sebagai medium *P. lilacinus* dalam jangka waktu relatif lama dengan tidak mengurangi efektivitasnya apabila dilakukan penggantian secara teratur.

Untuk inokulasi dalam tanah, *P. lilacinus* harus ditumbuhkan pada medium natural. Villanueva dalam David & Zorilla (1983) menyebutkan medium natural yang dapat digunakan antara lain biji-bijian golongan serealia, sekam padi, daun lamtoro (*Leucaena leucochepala*) dan daun lili air (*Eichornia crassipes*). Medium tersebut dapat diletakkan dalam tabung gelas atau kantung polipropilen (Weisser, 1991). Medium harus disterilkan pada autoklaf (121°C , 2 atm) selama 15 menit. Kapang *P. lilacinus* diinokulasikan berupa suspensi konidia dalam aquades steril atau larutan garam fisiologis dan dapat juga dilakukan dengan menaburkan spora di permukaan medium dengan ose (Prasetyono,1998). Kapang *P. lilacinus*

pada medium natural siap diintroduksi di lapangan 14 hari setelah inokulasi dan diinkubasi pada temperatur ruang $29 \pm 1^\circ\text{C}$.

4. Kapang *P. lilacinus* sebagai agen hayati *Meloidogyne sp.*

Kapang *P. lilacinus* dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati nematoda puru akar *Meloidogyne sp.* karena kapang ini merupakan parasit pada massa telur *Meloidogyne sp.* yang menyebabkan telur infertil karena embrionya terparasit. Kapang ini juga dapat memarasit *Meloidogyne* betina dewasa yang mengandung massa telur. Hasil penelitian Mankau (1981) menunjukkan bahwa *P. lilacinus* dapat menginfeksi telur nematoda antara 70-90% , kemudian hasil penelitian Dube & Smart (1987), juga menunjukkan adanya pengaruh penggunaan *P. lilacinus* terhadap tingkat kerusakan akar akibat serangan *M. incognita*. Tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. lilacinus* tingkat kerusakan akarnya lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Mekanisme infeksi *P. lilacinus* pada massa telur adalah dengan memarasit gelatinus pelindung telur *Meloidogyne sp.* Bahan pelindung telur tersusun dari protein, chitin dan lipid. Lapisan khitin akan terdegradasi oleh chitinase yang disekresikan oleh *P. lilacinus*. Kerusakan pelindung telur menyebabkan massa telur menjadi sensitif terhadap kondisi ekstrim lingkungan. Disamping itu miselium *P. lilacinus* akan menginfeksi telur *Meloidogyne sp.* dan menyebabkan embryo yang berada didalamnya mati. Hal ini akan menurunkan fekunditas betina sehingga

populasi *Meloidogyne* juga turun (Kerry, 1990). Kapang *P. lilacinus* dapat memarasit *Meloidogyne* betina dewasa melalui bagian posterior tubuh tempat bahan gelatinus diekskresikan, kemudian miselia menginfeksi masuk ke dalam tubuh sehingga dapat menghentikan produksi telur (Sayre, 1980)

E. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan efektivitas *P. lilacinus* sebagai agen hayati nematoda puru akar *Meloidogyne sp.*

1. Jenis media tumbuh atau substrat

Jatala (1979) menyebutkan bahwa PDA (potato Dekstrosa Agar) dapat digunakan sebagai medium tumbuh *P. lilacinus* dalam waktu relatif lama dan tidak mengurangi efektivitasnya apabila dilakukan penggantian medium secara teratur. Menurut Kerry (1990), *P. lilacinus* perlu ditumbuhkan pada medium natural sebagai sumber makanan pada waktu adaptasi dengan lingkungan baru dan sebagai sumber energi dalam mengatasi kompetisi dengan mikroflora lain dalam tanah.

Hasil penelitian Mulyadi dkk (1991) menyebutkan bahwa medium natural yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap pertumbuhan dan patogenitas *P. lilacinus*. Berdasarkan berat kering miselium *P. lilacinus* medium natural, kentang dan kacang panjang merupakan media paling bagus bagi pertumbuhan kapang tersebut, kemudian diikuti oleh media jagung. Pada medium biji jagung, miselium nampak tipis, namun menghasilkan konidia sangat banyak.

2. Patogenitas isolat *P. lilacinus*

Menurut David & Zorilla (1986) isolat *P. lilacinus* yang diisolasi dari daerah dengan kondisi lingkungan berbeda, mempunyai patogenitas yang berbeda. Hal ini akan mempengaruhi efektivitasnya dalam mengendalikan nematoda puru akar *Meloidogyne sp.* Isolat *P. lilacinus* yang berbeda memiliki keragaman genetik berbeda yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dimana ia tumbuh, dalam jangka waktu yang lama. Kondisi genetik mempengaruhi kondisi fisiologis kapang, diantaranya aktivitas metabolisme dan sekresi enzim, sehingga isolat yang berbeda daerah asalnya mempunyai patogenitas yang berbeda.

3. Stadium nematoda target.

Menurut Stirling & Mankau (1978), fungi parasit pada massa telur mempunyai efektivitas lebih tinggi daripada fungi parasit larva karena massa telur terkumpul pada permukaan akar sehingga mudah terparasit oleh *P. lilacinus*. Stirling (1992) menyebutkan bahwa nematoda puru akar menjadi sulit untuk dikendalikan jika nematoda telah masuk ke dalam jaringan akar, sehingga agen hayati akan berhasil jika agen tersebut menyerang pada stadium awal perkembangan nematoda yaitu pada stadium telur yang kebanyakan berada dipermukaan akar tumbuhan atau dalam tanah.

4. Suhu, Kelembaban dan pH

Suhu, kelembaban, pH medium maupun tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan dan patogenitas *P. lilacinus* (Mankau, 1980). Hasil penelitian Mulyadi dkk (1991) *P. lilacinus* mempunyai kisaran suhu optimum $29\pm 1^{\circ}\text{C}$. Pada suhu 20°C pertumbuhan terhambat sedang pada suhu 38°C praktis tidak tumbuh. Seperti kebanyakan kapang, *P. lilacinus* dapat tumbuh baik pada media yang lembab dengan mengandung air 50%-75%. Kapang ini mempunyai kisaran pH yang luas untuk pertumbuhannya, tapi pertumbuhan vegetatifnya cenderung lebih baik pada pH 5,5-6,5.

4. Jenis tanah dan kandungan bahan organik

Menurut Mankau (1981) jenis dan kandungan bahan organik tanah berpengaruh terhadap efektivitas *P. lilacinus*. Jenis tanah asam dan mengandung bahan organik tinggi dapat memacu pertumbuhan *P. lilacinus*. Mulyani, (1991) serta Muller & Gooch (1982) dalam Stirling (1992) menyebutkan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat menurunkan kerusakan tanaman akibat serangan nematoda puru akar. Penambahan bahan organik akan mengakibatkan struktur tanah dan fertilitas tanah berkembang. Proses dekomposisi bahan organik tersebut akan melepaskan senyawa nematoksik (amonia), disamping itu bahan organik akan merangsang kehadiran dan pertumbuhan musuh-musuh alami nematoda.

5. Mikroorganisme tanah

Mankau (1980) menyebutkan bahwa jenis dan populasi mikroorganisme tanah mempengaruhi efektivitas fungsi parasitik nematoda di dalam tanah terutama dalam kompetisi mendapatkan nutrisi. Kapang *P. lilacinus* yang diintroduksi ke dalam tanah akan tumbuh dan berkoloni di dalam rhizosphere sebelum ada inang massa telur *Meloidogyne sp.*. Kapang tersebut membutuhkan nutrisi untuk menghasilkan energi, sehingga dapat bersaing dengan mikroflora penghuni asli tanah. Berdasarkan hal tersebut, *P. lilacinus* perlu diformulasikan dalam suatu agen pembawa berupa media alami yang mengandung sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan kapang, misalnya biji-biji sereal (Kerry, 1990).

