

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.)

Seledri (*Apium graveolens* L.) termasuk tanaman dikotil family Umbelliferae. Seledri memiliki aroma yang khas karena mengandung senyawa Apiin (apigenin-7-apiosilglukosida) yang merupakan glukosida penghasil aroma daun seledri (BPTS, 2011) dan merupakan tanaman herba, berbentuk semak atau rumput (Juarni, 2017). Ekstrak minyak bijinya dapat berkhasiat sebagai obat (Edi dan Bobihoe, 2010). Menurut Arisandi dan Sukohar (2016) tanaman seledri dapat diklasifikasikan seperti berikut: Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophyta, Subdivisio: Angiospermae, Classis: Dicotyledonae, Subclassis: Dialipetalae, Ordo: Umbelliferae/Apiales, Familia: Apiaceae/Umbelliferae, Genus: *Apium*, Spesies: *Apium graveolens* L.



Gambar 2.1 Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) (BPTS, 2011)

Termasuk tanaman sayur-sayuran yang sering digunakan sebagai bahan makanan maupun obat herbal, seledri memiliki kandungan provitamin A, vitamin B, glutamine, choline, dan asam lemak (danoleat dan palmitat) (Hidayat dan Napitupulu, 2015). Tanaman seledri memiliki perakaran tunggang dengan banyak akar samping yang dangkal yang mampu menembus pada kedalaman 30-40 cm (Dalimartha dan Adrian, 2013). Batang berwarna hijau, ukuran pendek, tekstur batang lunak, (Nurliana, *et al.*, 2017). Daunnya mempunyai harum yang sangat spesifik, berkumpul pada leher (Limbong, 2020), seledri memiliki daun yang majemuk, tepi daun bergerigi dengan pangkal dan ujungnya runcing, tangkai daun memiliki panjang sekitar 5 cm yang

tumbuhnya ke atas dan ke tepi batang yang berwarna hijau keputihan, tulang daun menyirip dengan ukuran panjang 2-7,5 cm dan lebar 2-5 cm (Hidayat dan Napitupulu 2015). Tanaman seledri memiliki bunga majemuk dengan ukuran yang kecil, bentuk seperti payung, tersusun dari 8-12 bunga dan berwarna putih kekuningan. Ciri-ciri dari buah seledri yaitu pada saat masih muda berwarna hijau dan setelah tua warnanya akan berubah menjadi coklat muda yang berbentuk bulat kecil (Juarni, 2017).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.)

Tanaman Seledri merupakan tanaman hortikultura yang dapat tumbuh dengan baik pada dataran tinggi terutama pada daerah yang berhawa sejuk tetapi juga dapat tumbuh di dataran rendah. Ketinggian tempat rata-rata yang dapat ditanami oleh seledri berkisar 0-1200 meter di atas permukaan air laut (Mutmainah dan Masnaeni, 2018). Termasuk salah satu jenis sayuran daerah subtropis yang beriklim dingin. Pertumbuhan benih seledri menghendaki keadaan temperatur minimum 9°C dan maksimum 20°C. Sementara untuk pertumbuhan dan menghasilkan produksi yang tinggi menghendaki temperatur sekitar 10°C-18°C serta maksimum 24°C. Kelembapan 80%- 90% serta cukup mendapat sinar matahari. Seledri kurang tahan terhadap air hujan yang tinggi. Oleh karena itu, penanaman seledri sebaiknya pada akhir musim hujan atau periode bulan-bulan tertentu yang keadaan curah hujannya berkisar antara 60-100 mm per bulan (Limbong, 2020).

Tanah yang paling bagus digunakan untuk menanam seledri adalah jenis tanah andosol. Jenis tanah ini pada umumnya berwarna hitam atau kelabu sampai coklat tua, kaya akan unsur hara, mempunyai struktur remah dengan tekstur debu atau lempung berdebu sampai lempung. pH Tanah yang dibutuhkan dalam tanaman ini yaitu tanah yang sedikit asam dengan pH antara 6,0 dan 7,0 maka dari itu tanaman dapat tumbuh baik dengan pH yang sesuai (Rukaman, 2016).

Tanaman seledri sangat rentan terhadap curah hujan yang tinggi sehingga penanaman seledri sebaiknya dilakukan pada saat memasuki akhir musim hujan atau periode bulan-bulan tertentu yang keadaan curah hujannya berkisar antara 60-100 mm/bulan, selain itu tanaman seledri tidak tahan terhadap paparan sinar matahari langsung tetapi memerlukan cukup sinar matahari karena bila kekurangan

menyebabkan tanaman seledri layu atau menguning, dan pertumbuhannya akan terhambat (Jannah, 2016).

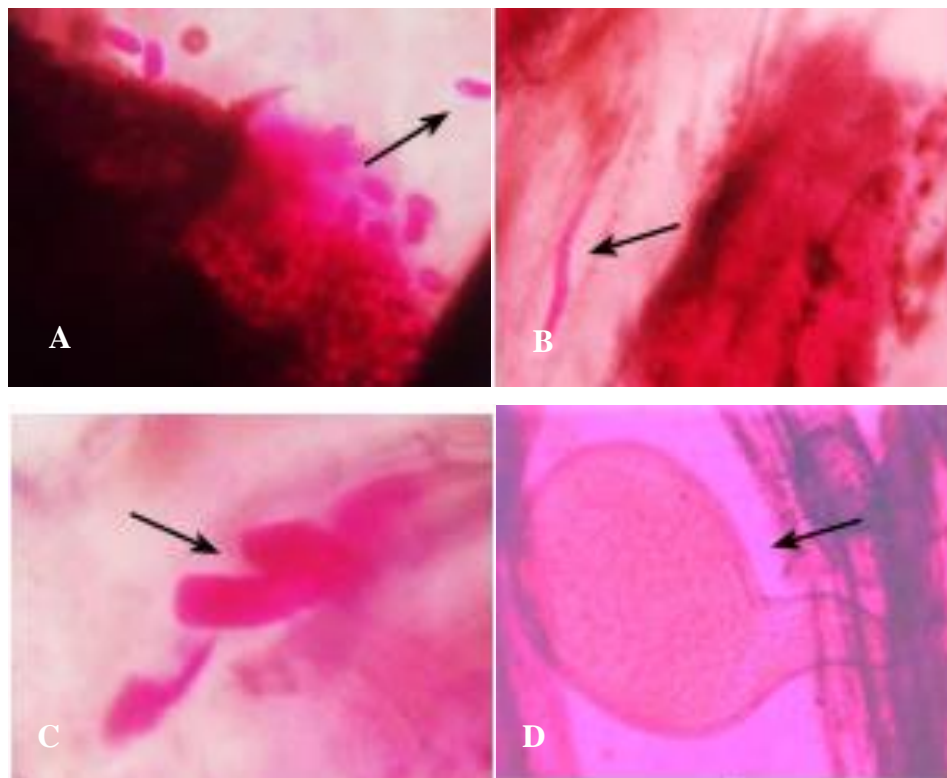
2.3 Nematoda Penyebab Puru Akar

Puru akar merupakan gejala nematoda parasit yang ditemukan pada berbagai tanaman seperti tanaman pangan, tanaman hortikultura dan perkebunan. Salah satu spesies nematoda yang menyebabkan puru akar yaitu *Meloidogyne* sp. bersifat parasit obligat dan tersebar di daerah tropis dan subtropis, nematoda ini memiliki perkembangan yang cepat dan daya tahan yang tinggi membuat spesies nematoda banyak sekali menyerang tanaman lahan pengembangan maupun pembenihan, sehingga banyak menimbulkan kerugian bagi petani karena penurunan produksi tanaman. Nematoda ini masuk ke dalam dan menginfeksi jaringan akar, sehingga akar membengkak dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Selain itu akar tanaman akan lebih sedikit, kondisi tanaman yang menjadi kerdil, tanaman mengalami klorosis pada daun dan menyebabkan tanaman mati pada fase serangan terberat (Prasasti, 2012) (Gambar 2.2). Hasil penelitian Rahmaniah *et al.* (2018) menyebutkan bahwa nematoda puru akar menyebabkan kerusakan pada akar karena nematoda menghisap jaringan sel-sel akar, sehingga pembuluh jaringan terganggu, akibatnya translokasi air dan hara terhambat. Serangan nematoda juga dapat mempengaruhi proses fotosintesa dan transpirasi tanaman. Sehingga dengan kondisi seperti ini menurunkan produksi tanaman seledri .



Gambar 2.2 Gejala puru akar pada tanaman seledri (A) gejala pada bagian atas (sekunder); (B) gejala pada bagian bawah (primer) (Kurniawati *et al.*, 2020)

Siklus hidup netamoda *Meloidogyne* sp. dilakukan didalam tanah dan akar tanaman dengan suhu lingkungan berkisar 27°C tetapi bisa lebih lama hidup pada suhu lebih rendah atau lebih tinggi(Agrios, 2005). Menurut Mulyadi (2009 dalam Butarbutar, 2017) nematoda puru akar *Meloidogyne* sp. melakukan reproduksi secara partenogenesis. Reproduksi parteogenesis merupakan suatu peristiwa reproduksi aseksual dimana betina memproduksi sel telur dan nantinya akan berkembang tanpa melalui proses fertilisasi (pembuahan) (Susari & Setiasih, 2016).



Gambar 2.3 Siklus nematode *Meloidogyne* sp. (A) Stadium telur; (B) Stadium juvenil 2 yang berbentuk seperti cacing (vermiform); (C) Stadium juvenil 3 (nematoda mulai berubah bentuk, tubuhnya membengkak); (D) *Meloidogyne* betina berbentuk seperti buah pear, leher pendek, dan bagian posterior membulat. (Kurniawati *et al.*, 2017)

Pada fase telur, untuk melindungi telur tersebut dari kekeringan dan jasad renik perusak telur. Nematoda betina dewasa *Meloidogyne* sp. meletakkan telur-telurnya di dalam kantung telur gelatinus. Kantung telur yang baru terbentuk biasanya tidak berwarna dan menjadi coklat setelah tua (Syahrok, 2020). Bentuk telur nematode ini oval memanjang. Kemudian, Embrio berkembang menjadi larva yang mengalami

pergantian kulit pertama disebut fase (juvenile I) di dalam telur tersebut. Kondisi lingkungan yang optimal akan mendukung pertumbuhan sehingga larva juvenile II muncul serta bergerak di dalam tanah menuju ke ujung akar yang sedang tumbuh. Larva menerobos masuk ke 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 di daerah pertumbuhan akar samping.

Di tempat tersebut larva menetap dan menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang akan menjadi makanannya (Nugrohorini, 2011). Setelah itu nematode terus berkembang dari fase juvenile II menjadi fase juvenill III dan mengganti kulit lagi menjadi fase Juvenill IV dan pada fase ini nematoda memasuki fase dewasa menjadi nematode jantan atau betina. Nematoda betina berbentuk seperti buah pir dengan leher pendek dan bagian posterior membulat, serta menetap di dalam jaringan tanaman. Nematoda jantan berbentuk memanjang didalam kutikula di stadium larva ke empat (Puspitasari, 2014). Nematode *Meloidogyne* betina lebih besar ukurannya dibandingkan dengan yang jantan dan biasanya digunakan sebagai bahan identifikasi. (Gambar 2.3) (Kurniawati *et al.*, 2017). Menurut Daramola *et al.*, (2015), nematoda betina tersebut terus menerus menghasilkan telur mencapai jumlah 1.000 telur. Lama siklus hidup bervariasi tergantung pada inang dan suhu, 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 tempat untuk bertahan hidup dengan tingkat metabolisme yang rendah. Tempat tersebut berada di remah-remah tanah dan nematoda terlindung dari kekeringan. Sehingga, tinggal inaktif di dalam ruang dengan tekanan oksigen yang rendah.

2.4 Agensia Hayati

Agensia hayati merupakan mikroorganisme antagonis dengan perlakuan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah diantaranya dengan pemberian bahan organik sehingga mikroorganisme antagonis menjadi tinggi aktivitasnya di dalam tanah. Secara alamiah mikroorganisme antagonis banyak

dijumpai pada tanah-tanah pertanian sehingga menciptakan tingkat pengendalian hayati itu sendiri terhadap satu atau banyak jenis patogen tumbuhan, tanpa adanya campur tangan manusia (Agrios, 2005)

Banyak keuntungan dan kerugian penggunaan agensia hayati dalam pemanfaatannya untuk mengatasi penyakit tanaman. Agensia hayati berfungsi untuk menekan populasi patogen sehingga berakibat pada perbaikan pertumbuhan tanaman. Agensia pengendali hayati pada perakaran tanaman sangat unik karena keterkaitannya dengan eksudat akar. Pada lingkungan tanah, posisi agensia hayati sebagai penyeimbang antara tanaman dan patogen. Agensia hayati berpengaruh terhadap tanaman, patogen serta lingkungan. Pengaruh agensia hayati terhadap tanaman yaitu kemampuan melindungi tanaman atau mendukung pertumbuhan tanaman melalui salahsatu mekanismenya, yaitu mendukung pertumbuhan tanaman. Sementara itu tanaman menyediakan nutrisi bagi agensia pengendali hayati dalam bentuk eksudat akar, yang sangat diperlukan untuk pertumbuhannya. Sedangkan pengaruh agensia hayati terhadap patogen sangat jelas yaitu menekan daya tahan dan pertumbuhan patogen (Sopialena, 2018).

Penekanan ini akan menyebabkan penurunan populasi patogen di alam. Lingkungan hidup, baik itu biotik maupun abiotik sangat berperan dalam kelangsungan hidup agensia pengendali hayati. Agensia hayati sangat dipengaruhi oleh iklim terutama iklim mikro (suhu, pH, kelembaban, dan beberapa komponen lainnya

2.5 Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan mikroba endofit yang dapat diisolasi dari seluruh bagian tanaman yaitu biji, daun, batang, dan akar, melindungi tanaman inang dari serangan patogen dengan menghasilkan senyawa bioaktif atau metabolit yang dapat bekerja membunuh patogen. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Purnawati dan Nirwanto (2020), beberapa mekanisme mikroorganisme endofit melawan patogen sebagai berikut :

- 1) Antibiotik. Mikroorganisme endofit menghasilkan senyawa antara lain: metabolit sekunder yang bersifat toksik terhadap patogen dan umumnya

antagonis yang ditujukan terhadap patogen.

- 2) Induksi resistensi sistemik. Mekanisme ini disebut juga sistemik induksi resistensi (ISR) yang didefinisikan sebagai perlindungan sistemik pada tanaman yang disebabkan oleh agen biokontrol setelah diterapkan pada bagian tanaman, ISR terjadi karena siklus asam jasmonat, siklus nylpropanoid Fe, dan produksi fenol.
- 3) Kompetisi. Mekanisme kompetisi terjadi antara agens biokontrol dan pathogen, persaingan antara keduanya dapat berupa kompetisi ruang, kompetisi nutrisi, yang keduanya mengarah pada pengurangan populasi patogen.

Bakteri endofit hidup di dalam jaringan tanaman dan memiliki tempat hidup yang relatif terlindungi serta mendapatkan nutrisi yang memadai. Bagi tanaman, bakteri endofit berperan penting dalam menjaga kesehatan tanaman, memberi keuntungan bagi tanaman melalui produksi siderophore, asam absisat, asam indol asetat (AIA) (Malfanova, 2013; Tian *et al.*, 2015) sehingga bakteri endofit juga dapat digunakan sebagai antifungi yang merupakan teknik pengendalian biologis yang efektif, tidak menimbulkan pengaruh ekologi dan dampak negatif pada kehidupan manusia dan lingkungan (Gao, 2010).

Bakteri endofit asal lahan basah biasanya ditemukan pada area akar tanaman. Bakteri ini berperan penting untuk membantu dalam hal membatasi jumlah air serapan oleh sel-sel rambut akar yang akan disalurkan kedalam sel-sel lain dari organ tanaman tersebut dan bakteri endofit asal lahan basah dapat menghasilkan kandungan asam laktat. Menurut Nuruwe *et al.* (2020), bakteri yang memiliki kandungan asam laktat memiliki kemampuan merobak bahan organik, hasil dari perombakan tersebut dapat digunakan sebagai sumber unsur hara bagi tanaman dan mampu mensterilkan tanah dari mikroorganisme penyebab penyakit seperti jamur fusarium dan nematoda.

Pemanfaatan bakteri endofit sebagai agensia hayati nematoda puru akar sudah banyak dilakukan. Penggunaan bakteri endofit *Ochrobactrum intermedium* C939A31, *Klebsiella oxytoca* C939A32, dan *Bacillus subtilis* I308A32 mampu menekan populasi *Pratylenchus coffeae* (Halimah *et al.*, 2016). Bakteri *Pseudomonas* sp. galur CD 38 dan CD 62 yang menghasilkan metabolit sekunder HCN dan enzim protease mampu

menghambat penetasan telur dan pembentukan puru dari *Xiphinema americanum*, *Hoplolaimus indicus* dan *M. incognita* pada tanaman kacang hijau (Khan *et al.*, 2012).

2.6 Hipotesis

1. Bakteri endofit asal lahan basah di Kalimantan Selatan mampu meningkatkan mortalitas juvenile-II nematoda *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri.

Bakteri endofit asal lahan basah di Kalimantan Selatan mampu menghambat serangan nematoda puru akar *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri.