

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Tanaman kacang tanah

a. Klasifikasi tanaman kacang tanah

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan tanaman legum yang berasal dari Brazil, Amerika Selatan. Di Indonesia tanaman kacang tanah masuk ke Indonesia sekitar tahun 1521 sampai 1529. Saat ini tanaman kacang tanah merupakan tanaman kacang-kacangan terpenting kedua di Indonesia setelah tanaman kacang kedelai (Lolowang dkk., 2022). Adapun klasifikasi tanaman kacang tanah adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Rosales

Famili : Leguminosae

Genus : *Arachis*

Spesies : *Arachis hypogaea* L.

b. Morfologi tanaman kacang tanah

Tanaman kacang tanah memiliki perakaran tunggang. Akar tanaman kacang tanah memiliki nodul atau bintil akar akibat proses simbiosisme antara akar tanaman dengan bakteri *Rhizobium* yang dapat menambat nitrogen di dalam tanah (Andana, Jannah & Safnowandi, 2023).

Batang tanaman kacang tanah termasuk kedalam jenis perdu atau tidak berkayu yang tumbuh berseling, tidak beraturan dengan bunga pada batang utama, sequensial dan tidak beraturan tanpa bunga pada batang utama. Batang tanaman kacang tanah ada yang tumbuh tegak maupun menjalar. Tinggi batang tanaman kacang tanah sekitar 50 sampai 80 cm (Cahyono, 2007).

Menurut (Trustinah, 2015) dalam satu tangkai daun tanaman kacang tanah memiliki empat helaian daun yang disebut *tetrafoliate* yang muncul pada

batang dengan susunan melingkar pilotaksis 2/5. Daun memiliki bentuk yang beragam diantaranya bulat, elips, sampai agak lancip dengan ukuran yang bervariasi (2,4 cm x 0,8 cm sampai 8,6 cm x 4,1 cm) tergantung varietas dan letaknya. Berdasarkan adanya bulu atau rambut daun, permukaan daun kacang tanah dibedakan menjadi tidak berbulu, berbulu sedikit dan pendek, berbulu sedikit dan panjang, berbulu banyak dan pendek, serta berbulu banyak dan panjang.

Bunga kacang tanah berada di ketiak cabang dan mulai muncul pada umur 4 sampai 6 minggu setelah tanam. Bunganya merupakan bunga yang berbentuk kupu-kupu yang terdiri dari satu vexillum. Vexillum berbentuk lingkaran, kuning cerah dan berurat merah, dasar bunga setelah pembuahan berbentuk tangkai memanjang dan mendorong bakal buah bakal buah ini dilindungi oleh tudung seperti halnya tudung pada akar setiap bunga memiliki tabung kelopak yang berwarna putih (Cahyono, 2007)

Buah kacang tanah berupa polong yang memiliki bentuk bulat panjang, berkulit keras, dan mengandung biji yang tersusun bersegmen-segmen. Bijinya berbentuk bulat agak lonjong dan gemuk dengan ukuran yang bervariasi. Polong terbentuk dari bakal buah yang tumbuh memanjang yang pada awalnya ujungnya mengarah keatas namun lama kelamaan akan mengarah ke bawah masuk ke dalam tanah. Setelah polong terbentuk, maka proses pertumbuhan ginofora yang memanjang berhenti. Setiap polong dapat berisi 1 sampai 4 biji yang masing- masing terdiri dari lembaga dan keping biji yang diliputi kulit ari tipis (Cahyono, 2007).



2.1.2 Cendawan Gambar 1. Tanaman kacang tanah patogen
Cercospora sp. (Sumber: dokumen pribadi, 2025)

a. Klasifikasi dan morfologi
Cercospora sp.

Penyakit bercak daun pada tanaman kacang tanah dapat disebabkan oleh cendawan *Cercospora* sp. Cendawan ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

Kelas : Dothideomycetes

Ordo : Capnodiales

Famili : Mycosphaerellaceae

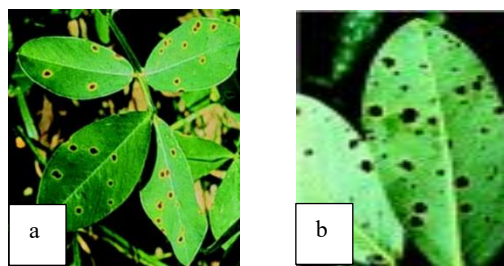
Genus : *Cercospora*

Spesies : *Cercospora* sp.

Ada dua jenis cendawan yang dapat menyebabkan bercak daun pada tanaman kacang tanah. *Cercospora arachidicola* yang menyebabkan bercak daun awal dan *Cercospora personatum* yang menyebabkan bercak daun lambat. *C. arachidicola* memiliki stroma kecil berwarna cokelat tua dengan garis tengah 25 sampai 100 μm . Konidiofornya membentuk rumpun kecil dengan warna cokelat kehijauan pucat atau cokelat kekuningan, tidak bercabang, bersekat, dan berukuran 15 sampai 45 \times 3 sampai 6 μm . Untuk konidiumnya berwarna hampir jernih atau agak cokelat kehijauan, bersekat hingga 12, dan ujungnya meruncing, dan memiliki ukuran 35 sampai 110 \times 3 sampai 6 μm . Sedangkan cendawan *C. personatum* memiliki stroma yang padat dengan garis tengah mencapai 130 μm . Konidiofornya berumpun dengan warna cokelat muda hingga cokelat kehijauan, licin, tidak bersekat atau jarang bersekat dengan ukuran 3 sampai 6,5 μm . Untuk konidiumnya berwarna cokelat kehijauan, berbentuk tabung lurus atau agak lengkung, bersekat 1 sampai 9, ujungnya membulat, dan memiliki ukuran 20 sampai 70 \times 4 sampai 9 μm (Semangun, 2008).

b. Gejala serangan

Gejala penyakit bercak daun pada tanaman kacang tanah diawali dengan munculnya bintik berwarna cokelat atau hitam pada bagian atas daun. Selanjutnya bercak tersebut akan bertambah besar menjadi ukuran 1 sampai 10 mm dengan warna cokelat muda hingga tua atau kehitaman. Pada serangan berat, bercak-bercak tersebut dapat menyatu dan menyebabkan defoliiasi yang dapat mengakibatkan kehilangan biomassa dan hasil. Gejala penyakit bercak awal pada tanaman kacang tanah ditandai dengan bercak yang berwarna cokelat hingga cokelat kemerahan dan disertai halo berwarna kuning. Spora dari bercak daun awal terbentuk pada bagian atas daun sehingga membuat permukaan daun sedikit terangkat, sedangkan bagian bawah daun pada umumnya halus. Sementara gejala bercak daun lambat ditandai dengan bintik-bintik spora berwarna cokelat tua hingga kehitaman yang tidak memiliki halo berwarna kuning. Spora penyebab bercak daun lambat pada umumnya hanya terdapat pada bagian bawah daun dengan tekstur yang kasar, sedangkan bagian atas daunnya halus (Gambar 2) (dosis *et al.*, 2012).



Gambar 2. Tanaman kacang tanah bergejala bercak daun (a) bercak daun awal, (b) bercak daun lambat

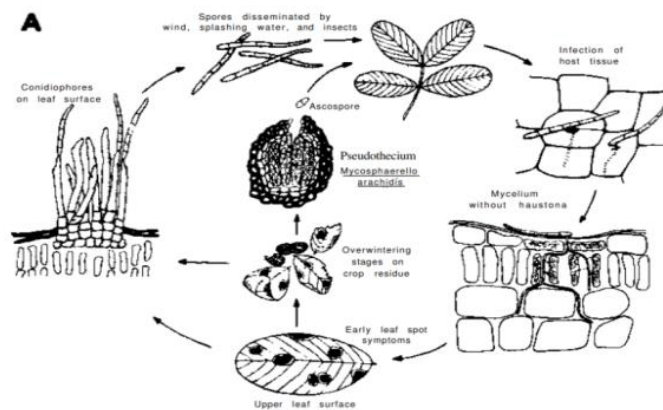
(Sumber: Sumartini, 2014)

c. Daur hidup penyakit

Menurut McDonald *et al.*, (1985) baik *Cercospora arachidicola* maupun *Cercospora personatum* merupakan patogen *soilborne*. *C. arachidicola* dapat menyerang tanaman kacang tanah lebih awal dibandingkan *C. personatum*, namun keduanya dapat muncul pada umur 3 sampai 5 minggu setelah penanaman. Konidia dihasilkan dari miselium yang berada pada sisa-sisa

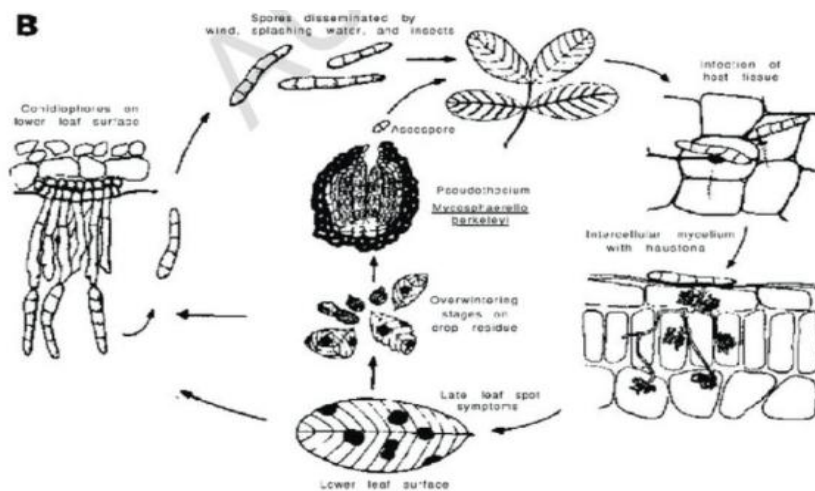
tanaman yang akan menyebar ke daun muda tanaman sehat ketika terkena percikan air hujan.

Lesi pertama biasanya akan muncul pada daun tertua yang berada dekat dengan permukaan tanah. Konidia dapat menyebar ke daun yang lebih muda dan tanaman lain dengan bantuan hujan, angin, dan serangga. Pada kondisi yang mendukung, perkembangan penyakit ini dapat berlangsung sepanjang musim dan berpotensi menyebabkan defoliasi pada tanaman secara keseluruhan (Gambar 3 dan 4).



Gambar 3. Siklus hidup *C. arachidicola*

(Sumber: McDonald et al., 1985)



Gambar 4. Siklus hidup *C. Personatum*

(Sumber: McDonald et al., 1985)

- d. Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Cercospora* sp.

Epidemi dari penyakit bercak daun pada tanaman kacang tanah yang disebabkan oleh *Cercospora* sp. berkolerasi positif dengan suhu minimum dan kelembapan nisbi udara. Dalam cuaca lembab penyakit bercak daun dapat terjadi pada umur 40 sampai 45 hari. Di Amerika Serikat epidemi bercak daun terjadi pada suhu 23,5 sampai 26,5°C bila kelembapan nisbi paling rendah 95% berlangsung selama 6 sampai 8 jam (Semangun, 2008).

Kerentanan tanaman kacang tanah terhadap penyakit bercak daun dapat dipengaruhi beberapa faktor lain, defisiensi magnesium pada tanaman kacang tanah dan varietas kacang tanah. Tanaman kacang tanah yang memiliki bentuk semak memiliki ketahanan penyakit bercak daun yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kacang tanah yang memiliki bentuk *semi spreading* (Semangun, 2008).

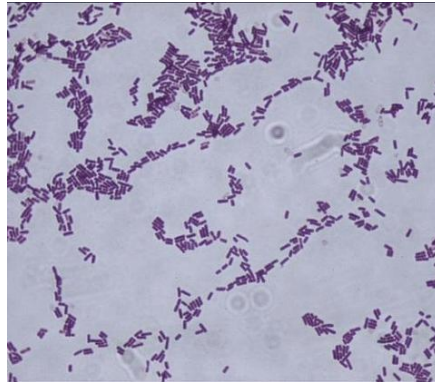
2.1.3 *Bacillus subtilis*

- a. Klasifikasi dan morfologi *Bacillus subtilis*

Kingdom : Bacteria
 Divisi : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Bacillaceae
 Genus : Bacillus
 Spesies : *Bacillus subtilis*

Menurut Wang *et al.* (2018) *Bacillus subtilis* merupakan bakteri gram-positif, berbentuk batang dengan ukuran 7 sampai 8 × 2 sampai 3 µm, memiliki flagela, aerobik, dan memiliki endospora dengan ukuran 0.6 sampai 0.9 × 1.0 sampai 1.5 µm (Gambar 5). Bakteri ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan

tertentu, yakni pada suhu -5 sampai 75°C dengan pH antara 2 sampai 8. Pada kondisi yang sesuai, populasi *B. subtilis* akan meningkat dua kali lipat dalam kurun waktu tertentu. Waktu ini dikenal dengan waktu generasi atau waktu penggandaan, untuk *B. subtilis* adalah 28,5 menit pada suhu 40°C (Suriani dan Muis, 2016).



Gambar 5. *Bacillus subtilis*

(Sumber: Hussein et al., 2019)

b. Mekanisme antagonisme *Bacillus subtilis*

Beberapa agen hayati memiliki kemampuan untuk mensekresi enzim pendegradasi dinding sel yang merupakan mekanisme parasitisme dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen tanaman. Komponen utama dari dinding sel cendawan patogen ialah kitin, glukon, kitosan, mannan atau galaktomannan, dan glikoprotein sehingga dengan disekresikannya enzim-enzim seperti kitinase, β -1,3-glukanase, dan protease maka sel akan lisis dan pertumbuhannya akan terhambat. Bakteri *Bacillus subtilis* dapat menghasilkan enzim pendegradasi sel seperti enzim protease, amilase, dan kitinase. Selain itu *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan antibiotik berupa fegisin (Suriani dan Muis, 2016).

2.1.4 *Pseudomonas aeruginosa*

a. Klasifikasi dan morfologi *Pseudomonas aeruginosa*

Kingdom : Bacteria

Divisi : Proteobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Pseudomonadales
Famili : Pseudomonaceae
Genus : Pseudomonas
Spesies : *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas adalah bakteri gram negatif yang koloninya dapat menghasilkan pigmen kuning kehijauan, berbentuk bulat, permukaan lembab, halus, transparan, dan memiliki tepian yang rapih (Gambar 6). Di bawah mikroskop, *Pseudomonas aeruginosa* memiliki bentuk batang yang melengkup dengan ukuran panjang yang beragam. *Pseudomonas aeruginosa* memiliki flagela polar dan tidak memiliki spora serta kapsul. Pertumbuhan bakteri ini terjadi dengan baik pada suhu 37 °C sampai 42 °C (Wang *et al.*, 2021).



Gambar 6. *Pseudomonas aeruginosa*

(Wang *et al.*, 2021)

b. Mekanisme antagonisme *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri dari genus *Pseudomonas* telah dikenal dapat memproduksi senyawa antimikroba (seperti antibiotik, hidrolase ekstraseluler, dan metabolit sekunder) dengan demikian secara efektif merangsang sistem pertahanan tanaman terhadap patogen. *Pseudomonas aeruginosa* dapat menghasilkan senyawa derivat antijamur seperti phenazine (Wang *et al.*, 2021). *Pseudomonas aeruginosa* juga dapat menghasilkan senyawa antijamur lainnya, termasuk enzim seperti katalase, kitinase, dan protease. Senyawa-senyawa ini menunjukkan dampak yang signifikan pada pertumbuhan hifa jamur, yang

mengakibatkan pertumbuhan abnormal, pembengkokan yang tidak biasa, dan kerusakan hifa (Masyitah, Oktarina & Chamzurni, 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Xie *et al.*, 2023) yang menyatakan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* strain 91 dapat menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum* F. sp. *cubense* penyebab penyakit layu fusarium pisang sebesar 69% karena *Pseudomonas aeruginosa* strain 91 mampu menghasilkan enzim selulase, gluknase, protease, dan kitinase dalam kondisi *in vitro*.

2.2 Kerangka berpikir

Dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada umumnya masih digunakan pestisida kimiawi secara masif karena dinilai memiliki hasil yang efektif, namun penggunaan pestisida kimiawi dapat membahayakan kesehatan lingkungan dan juga kesehatan manusia karena mengandung bahan sintesis yang berbahaya. Residu pestisida dapat ditemukan di tanah, udara, dan air permukaan serta air tanah. Kontaminasi pestisida menimbulkan risiko signifikan terhadap lingkungan dan organisme non-target mulai dari mikroorganisme tanah yang bermanfaat hingga serangga, tanaman, ikan, dan burung (Sharma dan Singhvi, 2017). Residu kimia yang berasal dari pestisida juga dapat menempel pada hasil pertanian yang akan berbahaya bagi kesehatan konsumen apabila termakan dan terakumulasi dalam tubuh (Sinambela, 2024) oleh karena itu, diperlukan cara pengendalian organisme pengganggu tanaman yang efektif yang sekaligus tidak membahayakan kesehatan lingkungan dan manusia.

Salah satu pengendalian yang efektif dan tidak berbahaya bagi lingkungan adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati dilakukan dengan tujuan untuk mempertahankan musuh alami dalam kondisi ekosistem yang sehat. Selain lebih aman bagi lingkungan, pengendalian hayati memiliki beberapa kelebihan yaitu ekonomis dan tidak membuat organisme pengganggu tanaman menjadi resisten (Sopialena, 2018). Menurut Baker dan Cook (1983) dalam Stenberg *et al.*, (2021) pengendalian hayati adalah proses pengurangan jumlah inokulum dan aktivitas

patogen yang dihasilkan dari satu organisme atau lebih. Salah satu jenis organisme yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hayati adalah bakteri.

Penggunaan bakteri sebagai agen hayati dilakukan karena bakteri memiliki berbagai mekanisme dalam menghambat pertumbuhan patogen tanaman.. Mekanisme ini terjadi secara langsung dan secara tidak langsung. Agen hayati bakteri dapat berinteraksi dengan patogen secara langsung dengan mensekresi senyawa antimikroba (lipopeptida, bakteriosin, antibiotik, biosurfaktan, enzim pemecah dinding sel, atau senyawa volatil mikroba), mengganggu virulensi patogen dengan mengganggu sistem *quorum sensing* (QS) pada patogen, dan mengurangi tekanan infeksi patogen melalui kompetisi nutrisi dan ruang. Sedangkan secara tidak langsung agen hayati bakteri dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tanaman dengan memicu resistensi sistemik terinduksi (*Induced Systemic Resistance* atau ISR). Selain itu, agen hayati bakteri dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap dengan memproduksi hormon pertumbuhan tanaman (Bonaterra *et al.*, 2022). Agen hayati bakteri yang kerap digunakan diantaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Pseudomonas*.

Bakteri dari genus *Bacillus* sudah dikenal kemampuannya sebagai biopestisida. Bakteri ini memiliki habitat dengan jangkauan yang luas, memiliki kemampuan fisiologis yang beragam, dan dapat membentuk spora sehingga mampu bertahan hidup di kondisi lingkungan yang buruk. Salah satu spesies yang telah banyak diteliti kemampuan antagonismenya terhadap patogen tanaman ialah *Bacillus subtilis*. Penelitian yang dilakukan oleh Chadra dan Jha (2025) mengungkapkan bahwa *Bacillus subtilis* dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Cercospora* sp. penyebab penyakit bercak daun pada okra sebesar 81,7% secara *in vitro*. Penelitian yang dilakukan oleh Ahmed, Mikhail & Shaheen (2023) membuktikan bahwa *Bacillus subtilis* mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Cercospora barticola* penyebab penyakit bercak daun pada tanaman bit gula secara *in vitro* dengan presentase hambatan 80,40%.

Begitu pun dengan bakteri dari genus *Pseudomonas* yang sudah banyak diteliti manfaatnya sebagai agen hayati. *Pseudomonas aeruginosa* MR-18 dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Sclerotinia sclerotiorum* sebesar 83% secara

in vitro (Deshwal, 2020). Penelitian lain yang dilakukan oleh Islam et al. (2018) membuktikan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (Foc). penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman mentimun sebesar 54,16% secara *in vitro*. *Pseudomonas aeruginosa* juga telah terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* penyebab penyakit *basal stem rot* pada tanaman kelapa sawit sebesar 71,42% secara *in vitro* (Muniroh et al., 2019).

Penggunaan dua jenis bakteri dalam menghambat pertumbuhan patogen cendawan dapat menghasilkan hasil hambatan yang lebih baik daripada penggunaan satu jenis bakteri. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Riaz et al. (2022) hasil hambatan paling baik cendawan *Neocosmospora rubicola* penyebab penyakit busuk batang pada kentang diperoleh pada perlakuan kombinasi bakteri *Azotobacter chroococcum* dan *Pseudomonas putida*, yaitu sebesar 91%. Hasil ini lebih baik dibandingkan hasil hambatan yang menggunakan bakteri secara tunggal.

2.3 Hipotesis

Dari uraian kerangka pemikiran diatas, dapat didefinisikan hipotesis sebagai berikut:

1. Bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* atau kombinasinya berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan cendawan *Cercospora* sp. penyebab bercak daun pada kacang tanah secara *in vitro*.
2. Diketahui bakteri yang paling menghambat terhadap perkembangan penyakit bercak daun pada kacang tanah secara *in vivo*.