

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Tanaman Kedelai

Menurut Stennis (1975), tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Sub divisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledonae
Ordo : Polypetales
Familia : Leguminoseae
Genus : Glycine
Spesies : *Glycine max* L. Merrill

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak dan berdaun lebat. Tinggi tanaman berkisar antara 10 sampai 20 cm, dapat bercabang, dipengaruhi oleh lingkungan. Daun pertama yang keluar dari buku sebelah atas kotiledon berupa daun tunggal berbentuk sederhana dan letaknya berseberangan. Daun yang terbentuk adalah daun berdaun 3 letaknya berselang-seling. Batang, polong dan daun ditumbuhi bulu berwarna abu-abu atau coklat, namun terdapat tanaman yang tidak berbulu (Suprpto, 1991).

Biji kedelai berkeping dua, terbungkus kulit biji (testa) dan tidak mengandung jaringan endosperm. Pada kulit biji terdapat pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam atau putih. Kulit biji berwarna coklat, kuning atau hitam atau kombinasi dari warna-warna tersebut dan ini tergantung dari pigmen antosianin dalam sel. Biji kedelai mampu menyerap air cukup banyak dan menyebabkan beratnya menjadi dua kali. Biji kedelai yang kering akan berkecambah bila memperoleh air yang cukup. Air tanah dalam kapasitas lapang baik untuk perkecambahan biji dengan suhu berkisar 27-30 °C. Pada proses perkecambahan, akar keluar antara 1-2 hari melalui belahan kulit di sekitar biji di sekitar mikrofil dan ini terjadi pada kondisi lingkungan yang cukup lembab (Lamina, 1989).

Kedelai dapat tumbuh baik pada tanah yang subur, gembur dan kaya akan humus dan bahan organik. Bahan organik yang cukup dalam tanah akan memperbaiki struktur tanah dan merupakan sumber makanan bagi jasad renik yang akhirnya akan membebaskan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Tanah berpasir dapat ditanami kedelai asal air dan hara tanaman untuk pertumbuhannya cukup. Tanah yang mengandung liat sebaiknya diadakan drainasi dan aerasi sehingga tanaman ini tidak kekurangan O₂ dan tidak tergenang air untuk hujan besar. Untuk memperbaiki aerasi, bahan organik sangat penting artinya (Suprpto, 1991).

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah dengan syarat drainase tanah cukup baik serta ketersediaan air cukup selama pertumbuhan tanaman. Menurut Sumarno dan

Hartono (1983), tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik pada jenis tanah latosol atau andosol. pH tanah yang baik untuk pertumbuhan kedelai adalah 6-6,5 dan untuk Indonesia sudah dianggap baik jika pH tanah 5,5-6,0 (Sumarno dan Hartono, 1983).

Tanaman kedelai dapat tumbuh baik sampai ketinggian 1.500 meter dari permukaan laut (dpl). Suhu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai antara 20-24 °C. Tersedianya air tanah selama pertumbuhan tanaman sangat menentukan daya hasil kedelai (Lamina, 1989).

Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan subur pada lahan yang tidak tergenang air. Genangan air akan menyebabkan akar menjadi busuk. Kedelai tumbuh baik pada tanah dengan aerasi dan drainasi yang baik. Aerasi, drainasi dan kelembaban tanah yang baik juga merupakan faktor yang mempengaruhi jumlah nitrogen yang diikat oleh bakteri *Rhizobium* (Suprpto, 1991).

Akar kedelai merupakan akar tunggang yang terdiri dari akar utama dan akar cabang. Perakaran ini merupakan tempat terbentuknya bintil akar yang di dalamnya mengandung berjuta-juta bakteri *Rhizobium*. Bakteri ini mendapatkan energi dari tanaman kedelai dan sebaliknya bakteri *Rhizobium* mampu menambat nitrogen udara untuk keperluan pertumbuhan tanaman kedelai (Lamina, 1989).

2.2 Bakteri *Rhizobium japonicum*

Bakteri *Rhizobium* hidup bebas dalam tanah dan dalam daerah perakaran legum. Bakteri *Rhizobium* dapat bersimbiosis dengan legum, dengan menginfeksi akarnya dan membentuk bintil akar di dalamnya (Rao, 1994). Para petani untuk meningkatkan produksi kedelai, banyak menggunakan legin yang merupakan inokulan bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri ini merupakan organisme aerob dan mampu hidup bersimbiosis dengan tanaman legum. *Rhizobium japonicum* memfiksasi nitrogen secara simbiotik dan menginfeksi tanaman inang dan hidup dalam bintil-bintil akar kecil yang dikenal sebagai nodul (Prawiranata dkk, 1981).

Unsur nitrogen sangat penting bagi tanaman, terutama karena unsur ini digunakan sebagai sumber pembentukan protein dan enzim. Selama ini telah dibuktikan bahwa penggunaan inokulan bakteri *Rhizobium* atau legin yang mampu mengikat nitrogen dari udara ternyata dapat meningkatkan pembentukan bintil akar dan meningkatkan produksi tanaman kedelai (Aak, 1989).

Keasaman tanah dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan berkurangnya populasi *Rhizobium japonicum* dalam tanah. *Rhizobium japonicum* tumbuh optimal pada pH tanah antara 5,5 – 7,0 (Sutedjo dkk, 1996). Temperatur mempengaruhi pertumbuhan maupun kelestarian bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium japonicum* dapat tumbuh pada suhu 50 °C dengan suhu optimal berkisar antara 18 °C - 20 °C (Suprpto, 1991).

Tabel 1. Kelompok inokulasi silang *Rhizobium*

<i>Rhizobium</i> spp.	Kelompok inokulasi silang	Tipe legum
<i>R. leguminosarum</i>	Kelompok ercis	<i>Pisum, Vicia</i>
<i>R. phaseoli</i>	Kelompok kacang	<i>Phaseolus</i>
<i>R. trifolii</i>	Kelompok semanggi	<i>Trifolium</i>
<i>R. meliloti</i>	Kelompok alfalfa	<i>Melilotus</i>
<i>R. lupini</i>	Kelompok lupine	<i>Lupinus</i>
<i>R. japonicum</i>	Kelompok kedelai	<i>Glycine</i>

(Rao, 1994).

2.3 Mikoriza

Berdasarkan morfologi, anatomi, dan fisiologinya mikoriza diklasifikasikan oleh Alexopoulos, et al (1996), sebagai berikut :

- Divisio : Mycota
 Sub divisio : Eumycotina
 Classis : Zygomycetes
 Ordo : Mucorales
 Familia : Endogonaceae
 Genus : *Glomus*
 Spesies : *Glomus mosseae*

Asosiasi simbiotik antara jamur dan sistem perakaran tanaman tinggi memiliki istilah umum, yaitu mikoriza, yang berarti akar jamur. Mikoriza ditemukan oleh botaniwan Jerman, yang menunjukkan asosiasi simbiotik antara

jamur dengan sel-sel akar tanaman, terutama sel epidermis dan korteks (Rao, 1994).

Mikoriza merupakan hubungan simbiotik dan mutualistik antara jamur non-patogen dengan sel-sel akar yang hidup, terutama sel epidermis dan korteks. Jamur memperoleh senyawa organik (terutama gula) dari tanaman, sedang tanaman memperoleh keuntungan karena penyerapan unsur hara dan air dapat berlangsung lebih baik. Bagian sistem perakaran tanaman yang terinfeksi adalah bagian akar yang masih muda (Lakitan, 1993).

Mikoriza dikelompokkan atas tiga jenis, yaitu ektomikoriza, endomikoriza dan jenis ketiga yang jarang dijumpai adalah ektendomikoriza. Perbedaan antara tiga jenis mikoriza tersebut adalah terbentuknya mantel diseluruh ujung akar dan hifa masuk ke organ-organ interseluler membentuk jala haring pada ektomikoriza, sedang endomikoriza tidak membentuk mantel dan hifa dapat menembus masuk ke dalam sel. Ektendomikoriza merupakan bentuk intermediate kedua mikoriza tersebut, dicirikan dengan ada tidaknya mantel pada ujung-ujung akar dan hifa menembus interseluler maupun intraseluler (Jeffries, 1987 dalam Lukiwati, 1994).

Mikoriza menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara (Kabirun, 2001). Menurut Islami dan Utomo (1995), mikoriza dapat menaikkan luas permukaan pengisapan sistim perakaran, membantu mengembalikan keseimbangan unsur-unsur hara

yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, sehingga dapat membentuk bintil akar dengan kehadiran suatu strain *Rhizobium*.

2.4 Pembentukan Bintil Akar

Simbiosis fiksasi nitrogen hanya terjadi dalam bintil yang mengandung bakteri hidup. Tanaman legum sendiri tidak mempunyai kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dan dapat tumbuh baik tanpa bakteri, asalkan diberi nitrogen. Dalam hubungan simbiotik legum sebagai tanaman inang memperoleh nitrogen terfiksasi (dalam bentuk asam amino) sedangkan bakteri (*Rhizobium*) memperoleh senyawa karbon dari tanaman inang (Prawiranata dkk, 1988).

Bintil legum kecil, berbentuk bulat panjang dan terbentuk secara lateral pada akar. Pembentukan bintil akar sangat kompleks. Sel-sel *Rhizobium* memasuki jaringan tanaman inang kemudian mengadakan kontak atau hubungan dan merangsang akar untuk mengeluarkan hormon tumbuh dan senyawa organik ke dalam tanah. Sel-sel *Rhizobium* mengeluarkan lendir polisakarida ekstra selluler yang selanjutnya diabsorpsi oleh tanaman, dan terjadi kontak atau hubungan timbal balik antara akar tanaman dengan sel-sel *Rhizobium*. Permulaan infeksi sel-sel *Rhizobium* terjadi dalam bulu akar, kemudian benang-benang infeksi menembus sel-sel korteks bagian luar, dan pada waktu yang sama sel-sel korteks bagian dalam juga dirangsang untuk membelah. Setelah pembelahan sel-sel pada bulu akar maka akan terbentuk bintil muda. Sel bakteri dalam sel tanaman inang membelah diri dan berubah menjadi bentuk yang membengkak disebut bakteroid, di dalam bakteroid terjadi aktifitas enzim nitrogenase.

Leghemoglobin dan enzim nitrogenase yang dibentuk oleh bakteroid merupakan dua komponen yang memegang peranan pada proses fiksasi N_2 (Prawiranata dkk, 1988). Menurut Islami dan Utomo (1995), terbentuknya bintil akar melalui serangkaian proses. Pertama terjadi perubahan bentuk pada akar rambut menjadi melengkung yang disebabkan adanya respon terhadap hormon pertumbuhan IAA yang distimulasi oleh bakteri, selanjutnya akan terjadi pembentukan benang-benang infeksi dan terjadi penyusupan sel-sel bakteri ke dalam korteks akar. Pelepasan sel-sel bakteri masuk korteks akar, menyebabkan terjadinya pembentukan bintil meristem dan bintil akar pada korteks akar. Interaksi antara bakteri *Rhizobium* dan sel-sel pada jaringan akar akan membentuk bintil akar. Interaksi sel-sel *Rhizobium* akan berubah bentuk menjadi bakteroid. Pada bagian tengah sel dari bintil akar yang mengandung bakteri akan terbentuk leghemoglobin, di dalam bakteroid terjadi aktifitas enzim nitrogenase.

2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Bintil Akar

Keasaman tanah dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan berkurangnya populasi *Rhizobium japonicum* dalam tanah. *Rhizobium japonicum* tumbuh optimal pada pH tanah antara 5,5 – 7,0 (Sutedjo dkk, 1996). Ohlrahe (1982) dalam Kusmiati (1988), menyebutkan bahwa pH 4,5 – 5,0 masih mampu menjamin pembentukan bintil akar yang efektif.

Temperatur mempengaruhi pertumbuhan maupun kelestarian bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium japonicum* dapat tumbuh pada suhu 50 °C dengan suhu optimal berkisar antara 18 °C - 20 °C (Suprpto, 1991).

Nitrogen dalam bentuk amonium atau nitrat dalam jumlah yang banyak mengurangi jumlah pembentukan bintil akar dan fiksasi nitrogen oleh bintil akar, sedang dalam jumlah sedikit akan berpengaruh positif terhadap pembentukan bintil akar dan aktifitas enzim nitrogenase (Yutono, 1985).

Untuk memperoleh hasil yang maksimal kedelai perlu dipupuk P dan K yang cukup agar fiksasi N berjalan maksimum (Freire, 1982 dalam Pujianto, 1994). Unsur Ca yang tersedia dalam tanah akan mempengaruhi jumlah dan penyebaran bintil akar dalam sistem perakaran, karena Ca berperan dalam infeksi bakteri *Rhizobium japonicum* pada bulu akar. Kandungan unsur Mo dalam bintil akar 5 – 15 kali lebih besar dibandingkan bagian tanaman lainnya. Unsur Al dan Mn yang terlalu banyak akan menyebabkan keracunan. Kadar Mn yang terlalu tinggi akan mengganggu pertumbuhan tanaman legum, bintil akar maupun fiksasi nitrogen (Yutono, 1985).

2.6 Hipotesis

Tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman leguminosae yang dapat membentuk bintil akar. Bintil akar merupakan organ yang mampu melakukan fiksasi N dari udara. Bakteri *Rhizobium japonicum* dapat bersimbiosis dengan legum, dengan menginfeksi akarnya dan membentuk bintil akar di dalamnya. Mikoriza merupakan jamur akar yang mempunyai hubungan simbiotik dan mutualistik (menguntungkan kedua belah pihak) antara jamur non patogen dengan sel-sel akar tanaman, terutama sel epidermis dan korteks.

Mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara dengan meningkatkan luas permukaan akar yang efektif menyerap unsur hara, mampu melisiskan unsur fosfat dari bentuk yang tidak tersedia menjadi bentuk tersedia yang bisa larut dalam air dan dapat diserap oleh tanaman. Hal ini diduga akan membantu *Rhizobium* dalam pembentukan bintil akar.

Berdasarkan hal-hal di atas, didapatkan hipotesis bahwa pemberian *Rhizobium japonicum* dan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan bintil akar tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill).

