

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lebat dengan beragam morfologi (Hidayat, 1985). Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Warna kulit biji bermacam-macam, ada yang kuning, hitam, hijau, atau coklat. Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong, bulat, dan agak pipih. Besar biji bervariasi tergantung varietas (Suprpto, 1992).

Perakaran kedelai terdiri akar tunggang yang terbentuk dari bakal akar. Akar adventif tumbuh di bagian bawah hipokotil. Perkembangan akar kedelai dipengaruhi oleh cara pengolahan tanah, air tanah, dan berbagai faktor lainnya (Hidayat, 1985). Kedelai berbatang semak, dengan tinggi batang antara 30 – 100 cm dan batang dapat membentuk 3 – 6 cabang (Suprpto, 1992). Batang ditumbuhi oleh bulu (Hidayat, 1985).

Daun pada umumnya berwarna hijau ketika masih muda dengan bulu berwarna coklat atau abu-abu, ada juga yang tanpa bulu. Bentuk daun lonjong meruncing pada ujungnya (Suprpto, 1992). Bunga kedelai termasuk bunga sempurna. Penyerbukan terjadi pada saat mahkota bunga masih tertutup. Bunga terbentuk pada ruas - ruas batang, berwarna ungu atau putih. Buah kedelai berbentuk polong yang berisi 1 – 4 biji. Polong kedelai berbulu, berwarna kuning kecoklatan atau abu – abu. Polong yang sudah masak berwarna lebih tua (Suprpto, 1992).

Klasifikasi dari tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) menurut Van Steenis (1978) adalah sebagai berikut:

Divisio	: Spermatophyta
Sub divisio	: Angiospermae
Class	: Dicotyledoneae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub famili	: Papilionoideae
Genus	: <i>Glycine</i>
Sub genus	: Soja
Spesies	: <i>Glycine max</i> L. Merrill

## B. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Tanaman memerlukan unsur hara, air, udara, dan cahaya untuk pertumbuhannya. Unsur hara dan air diperlukan untuk bahan pembentuk tubuh tanaman. Udara dalam hal ini CO<sub>2</sub> bereaksi dengan air di bantu cahaya menghasilkan karbohidrat yang merupakan sumber energi untuk pertumbuhan tanaman. Agar proses fisiologis tanaman dapat berlangsung baik, diperlukan keadaan lingkungan fisik dan kimia yang cocok (Islam, 1995).

Air tanah sebagai faktor kimia sangat berpengaruh pada pertumbuhan kedelai. Hal ini dapat menjadi faktor pembatas yang menyebabkan tidak stabilnya produksi kedelai. Tanaman kedelai peka terhadap kekurangan air (Ismunaji, 1974). Tanaman kedelai mempunyai periode kritis yang peka terhadap

kekurangan air pada saat pertumbuhan vegetatif dan saat pembungaan (Somaatmadja, 1985). Suhu optimum untuk pertumbuhan kedelai adalah  $25^{\circ}\text{C}$  –  $27^{\circ}\text{C}$  dengan lama penyinaran 10 jam per hari. Pada suhu dibawah  $10^{\circ}\text{C}$  dan diatas  $30^{\circ}\text{C}$  akan menghambat pertumbuhan kedelai. Kisaran suhu tersebut merupakan kisaran suhu di daerah tropis dan sub tropis. Kedelai dapat tumbuh baik di tempat yang panas, di tempat-tempat terbuka dan curah hujan 100 - 400  $\text{m}^3$  per bulan. Oleh karena itu, kedelai banyak ditanam di daerah dengan ketinggian kurang dari 400 m dari permukaan laut. Jika suhu tanah sesuai kedelai akan berkecambah dengan optimal.

Selain itu adanya bahan organik di dalam tanah secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena bahan organik merupakan substrat alami untuk mikroorganisme saprofit yang mampu bersimbiosis dan memberikan nutrisi pada tanaman. Bahan organik penting untuk pembentukan agregat tanah dan struktur tanah sehingga memperbaiki aerasi dan perakaran tanaman. Bahan organik juga membantu dalam proses konservasi nutrisi tanah, mencegah erosi dan peluruhan nutrisi tanah permukaan (Rao, 1994).

Kesuburan tanah erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara yang keberadaannya dipengaruhi oleh pH tanah (Anonim, 1986). Kedelai membutuhkan pH 6,8 untuk pertumbuhan optimal, namun pada pH tanah 5,5 - 6 kedelai masih dapat tumbuh baik. Secara tidak langsung, pH tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui dua cara yaitu: pengaruh ion hidrogen dan tidak tersedianya unsur hara tertentu atau adanya unsur yang beracun.

Tanah masam umumnya mempunyai produktivitas hara rendah. Diantara semua kendala yang ada, kurang tersedianya unsur P merupakan kendala terpenting dan paling sering terdapat pada sebagian besar tanah masam. Perbaikan kualitas hara dapat dilakukan secara efisien dengan memperbaiki pertumbuhan akar tanaman melalui inokulasi mikoriza-VA (Ismail dan Suryanta, 1985). Pada tanaman tertentu pemenuhan P diperoleh dari simbiosis dengan mikroorganisme, antara lain kedelai mendapat suplai P dari mikoriza-VA (Ismail dan Suryanta, 1985).

### **C. Pertumbuhan**

Pertumbuhan kedelai dibedakan menjadi fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif dihitung sejak tanaman muncul dari dalam tanah, yaitu munculnya kotiledon, dilanjutkan dengan perkembangan akar, daun, dan batang baru (Hidayat, 1985). Pertumbuhan juga dapat diterangkan sebagai suatu proses penambahan volume dan jumlah sel dalam tubuh organisme seperti penambahan panjang, penambahan ukuran daun, penambahan berat basah, dan berat kering pada jaringan atau organ tanaman. Pertumbuhan pada sel hidup dilakukan oleh suatu proses metabolik meliputi sintesis makro molekul seperti asam nukleat, protein, lipid, dan polisakarida. Hasil pengukuran pertumbuhan merupakan dasar analisis pertumbuhan. Ukuran yang paling sering digunakan untuk menggambarkan dan mempelajari pertumbuhan tanaman adalah biomassa tanaman, tinggi tanaman, dan jumlah daun.

Biomassa relatif mudah diukur dan merupakan integrasi hampir semua peristiwa yang dialami tanaman, sehingga merupakan indikator pertumbuhan tanaman yang paling representatif. Berat basah dapat digunakan untuk menggambarkan biomassa tanaman apabila hubungan berat basah dengan berat kering linier. Biomassa meliputi semua bagian tanaman yang berasal dari fotosintesis, serapan unsur hara, dan air yang diolah melalui proses biosintesis. Pengukuran berat basah dapat dilakukan melalui penimbangan berat tanaman setelah dipanen. Pengukuran berat kering dengan penimbangan dilakukan setelah pengeringan. Pengeringan dilakukan selama 2 x 24 jam pada suhu 75 – 80 °C hingga diperoleh berat kering konstan (Sitompul dan Guritno, 1995).

Tinggi tanaman merupakan ukuran yang sering diamati sebagai indikator pertumbuhan dan mudah dilihat (Sitompul dan Guritno, 1995). Akar adalah bagian tanaman yang berfungsi menyerap air dan unsur hara. Potensi pertumbuhan akar perlu dicapai untuk mendapatkan potensi pertumbuhan tanaman, sehingga semakin banyak akar semakin tinggi produk tanaman. Akar tumbuh baik pada tanah yang mengandung air dan P tinggi, karena P menstimulasi akar menyerap air (Sitompul dan Guritno, 1995).

#### **D. Mikoriza-VA dan Simbiosisnya dengan Tanaman Inang**

Mikoriza adalah cendawan akar yang merupakan kombinasi antara cendawan dan akar tanaman yang keduanya bekerjasama (Clyde, 1965). Mikoriza merupakan kesatuan dari asosiasi simbiotik antara mikroorganisme dan tanaman (Paul, 1989).

Mikoriza-VA adalah bentuk umum dari mikoriza yang termasuk dalam kelas Zygomycetes. Hifa asepta masuk ke dalam sel kortek akar pada hampir semua tanaman. Akar yang mengandung mikoriza-VA tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tapi harus dilihat di bawah mikroskop. Mikoriza-VA membentuk vesikel internal yang digunakan untuk menyimpan makanan. Hifa mikoriza-VA meluas diantara sel sepanjang 10-100  $\mu\text{m}$  yang biasanya mengandung lipid. Struktur internal lain dalam kortek akar adalah arbuskel yang terdiri dari hifa halus yang bercabang. Arbuskel dalam sel tanaman bertahan 4 -10 hari tiap periode. Arbuskel akan dihancurkan oleh sel kortek akar tanaman setelah periode tersebut, dan akan terbentuk arbuskel yang baru pada sel kortek akar lainnya. Transfer nutrisi terjadi diantara miselium cendawan yang bercabang halus (arbuskel) dan menginvasi membran sel tanaman (Paul, 1989).

Mikoriza-VA di dalam tanah membentuk kladospora, sedangkan hifa muncul dan menginfeksi akar dalam bentuk apresorium yang menempatkan mikoriza-VA diantara dua sel, sehingga arbuskel bercabang dua (Lynch and Hobbie, 1988).

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

Divisi : Mycota

Sub divisi: Eumycotina

Class : Zygomycetes

Ordo : Mucorales

Famili : Endogonaceae

Genus : 1. *Glomus*

2. *Gigaspora*

3. *Acaulospora*

Spesies : 1. *Glomus etunicatum*

*Glomus manihotis*

2. *Gigaspora sp*

3. *Acaulospora sp*

Simbiosis antara mikoriza-VA dan akar tanaman umumnya menunjukkan simbiosis mutualisme, dengan adanya terdapat aktivitas yang saling menguntungkan. Mikoriza-VA mendapatkan karbohidrat secara langsung dari akar tanaman inang dan mikoriza-VA juga secara aktif mengabsorpsi nitrogen dan fosfat dari tanah untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Mikoriza-VA juga mampu menonaktifkan senyawa toksik dan membantu tanaman tumbuh normal (Rangaswami, 1966).

Keuntungan lain bagi tanaman adalah kemampuan mikoriza-VA menguraikan senyawa nitrogen organik dalam humus menjadi bentuk tersedia

bagi tanaman, efisiensi miselium dalam mengabsorpsi garam-garam mineral serta sintesis zat perangsang tumbuh maupun inaktivasi zat penghambat tanaman dalam tanah (Lilian, 1950). Paul (1989), menyatakan bahwa mikoriza-VA juga dapat melindungi tanaman dari patogen, dan logam berat dalam perakaran. Keseimbangan antara kemampuan tanaman sebagai penyedia hasil fotosintesis bagi mikoriza-VA dan kemampuan mikoriza-VA dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman merupakan dasar keberhasilan simbiosis mutualisme. Simbiosis ini dapat menjadi parasitisme ketika transfer karbon bagi mikoriza-VA dan transfer nutrisi bagi tanaman tidak seimbang.

Perkembangan infeksi serta kolonisasi mikoriza-VA dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari inokulum di dalam tanah. Hifa dari apresorium kemudian menembus sel-sel epidermis dan menjalar diantara sel kortek (interseluler) serta di dalam sel (intraseluler) kortek tetapi tidak meluas ke endodermis ataupun stele. Cabang lateral hifa interseluler menembus dinding sel dan menginvasi plasmolemma sel kortek membentuk arbuskel. Cabang dikotomous arbuskel yang terjadi secara berulang-ulang berkembang membentuk struktur seperti "semak". Perkembangan selanjutnya dari hifa interseluler dan intraseluler mengalami pembengkakan pada terminal dalam sel kortek membentuk vesikel (Harley and Smith, 1983). Hifa eksternal memperbaiki perolehan nutrisi tanaman serta penyerapan air tanah yang lebih baik pada tanaman bermikoriza (Dermiyati, 1999).