

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Kedelai

Klasifikasi tanaman kedelai:

Divisio : Spermatophyta
Classis : Dicotyledoneae
Ordo : Rosales
Famili : Papilionaceae
Genus : *Glycine*
Species : *Glycine max* (L.) Merrill

Tanaman kedelai yang dibudidayakan merupakan tanaman tegak, bersemak dan berdaun banyak. Apabila tanaman kedelai memiliki ruang tumbuh yang cukup, tanaman akan membentuk cabang yang sedalam–dalamnya (Phoelman, 1959).

Adie dan Krisnawati (2007) menambahkan bahwa karakteristik kedelai yang dibudidayakan (*Glycine max* L. Merrill) di Indonesia merupakan tanaman semusim, tanaman tegak dengan tinggi 40 - 90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat dan umur tanaman antara 72 - 90 hari.

Kedelai introduksi umumnya tidak memiliki atau memiliki sangat sedikit percabangan dan sebagian bertrikoma padat baik pada daun maupun polong.

Biji berkembang dalam waktu yang lama beberapa hari setelah pembuahan. Perpanjangan dimulai sekitar 5 hari dan panjang maksimum didapatkan setelah 15 – 20 hari. Pembelahan sel pada kotiledon terjadi dua minggu setelah pembuahan. Perkembangan kotiledon yang cepat ditandai dengan akumulasi berat protein dan lemak (Shibels *et al.*, 1975). Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis (Adie dan Krisnawati, 2007). Jumlah biji per polong pada kedelai berkisar 1 – 5 biji, umumnya varietas kedelai yang dipasarkan memiliki 2 atau 3 biji per polong. Ukuran biji kedelai sangat bervariasi yang dapat diukur dari bobot 100 biji. Kisaran bobot 100 biji kedelai adalah 5 – 35 g (Phoelman, 1959).

Pengelompokan ukuran biji kedelai berbeda antar negara, di Indonesia kedelai dikelompokkan berukuran besar (bobot > 14 g/100 biji), sedang (10 - 14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji). Biji sebagian besar dilapisi oleh kulit biji (*testa*). Antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperm (Adie dan Krisnawati, 2007).

Sistem perakaran pada kedelai terdiri dari sebuah akar tunggang yang terbentuk dari calon akar sekunder yang tersusun dalam empat barisan sepanjang akar tunggang, cabang akar sekunder, dan cabang akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Bintil akar pertama terlihat 10 hari setelah tanam. Umumnya sistem perakaran terdiri dari akar lateral yang berkembang 10 - 15 cm di atas akar tunggang. Dalam berbagai kondisi, sistem perakaran terletak 15 cm di atas akar tunggang, tetap berfungsi mengabsorpsi dan mendukung kehidupan tanaman (Adie dan Krisnawati, 2007). Akar lateral kedelai muncul 3 – 7 hari

setelah berkecambah. Sebulan kemudian akar primer muncul sepanjang 45 – 60 cm (Shibels *et al.*, 1975).

Batang tanaman kedelai berasal dari poros embrio yang terdapat pada biji masak. Hipokotil merupakan bagian terpenting pada poros embrio, yang berbatasan dengan bagian ujung bawah permulaan akar yang menyusun bagian kecil dari poros bakal akar hipokotil. Bagian atas poros embrio berakhir pada epikotil yang terdiri dari dua daun sederhana, yaitu primordial daun bertiga pertama dan ujung batang. Sistem perakaran di atas hipokotil berasal dari epikotil dan tunas aksilar. Pola percabangan akar dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan, seperti panjang hari, jarak tanam, dan kesuburan tanah (Adie dan Krisnawati, 2007).

Daun kedelai terbagi menjadi empat tipe, yaitu kotiledon atau daun biji, dua helai daun primer sederhana, daun bertiga, dan profila. Bentuk daun kedelai adalah lancip, bulat, dan lonjong, serta terdapat perpaduan bentuk daun misalnya antara lonjong dan lancip. Sebagian besar bentuk daun kedelai yang ada di Indonesia adalah berbentuk lonjong dan hanya terdapat satu varietas (Argopuro) berdaun lancip (Adie dan Krisnawati, 2007).

Kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang bersifat *kleistogami*. Polen dari anter jatuh langsung pada stigma bunga yang sama. Bunga membuka pada pagi hari tetapi terlambat membuka pada cuaca yang dingin (Phoelman and Sleper, 1996). Periode berbunga dipengaruhi oleh waktu tanam, berlangsung 3 - 5 minggu. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa tidak semua bunga kedelai berhasil membentuk polong, dengan tingkat keguguran 20 - 80%. Umumnya

varietas dengan banyak bunga per buku memiliki persentase keguguran bunga yang lebih tinggi daripada yang berbunga sedikit (Adie dan Krisnawati, 2007).

Pertumbuhan tanaman kedelai selain dibagi atas dasar lamanya periode vegetatif dan generatif, juga dapat dibedakan berdasarkan batang dan bunga. Maka dari itu tipe pertumbuhan kedelai terdiri dari tipe determinit, indeterminit dan semi-determinit. Pada tipe determinit, pertumbuhan vegetatif berhenti setelah fase berbunga, buku bagian atas mengeluarkan bunga pertama, batang tanaman teratas cenderung berukuran sama dengan batang bagian tengah sehingga pada kondisi normal batang tidak melilit. Tipe indeterminit, pertumbuhan vegetatif berlanjut setelah fase berbunga, buku bagian bawah mengeluarkan bunga pertama, batang tanaman teratas cenderung berukuran lebih kecil dengan batang bagian tengah sehingga pada kondisi normal batang melilit. Varietas kedelai yang ada di Indonesia umumnya bertipe tumbuh determinit (Adie dan Krisnawati, 2007).

2.2 Syarat Tumbuh Kedelai

Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Tanaman kedelai dapat tumbuh baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100 - 400 mm/bulan. Untuk mendapatkan hasil optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100 - 200 mm/bulan. Suhu yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21 – 34 °C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai 23 – 27 °C. Pada proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang cocok sekitar 30 °C. Varietas kedelai berbiji kecil, sangat cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 50 - 300 m dpl. Varietas kedelai berbiji besar cocok ditanam di lahan dengan ketinggian 300 - 500 m dpl.

Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m dpl (Prihatman, 2000).

Komponen lingkungan yang menjadi penentu keberhasilan usaha produksi kedelai adalah faktor iklim (suhu, sinar matahari, curah dan distribusi hujan), dan kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah (solum, tekstur, pH, ketersediaan hara, kelembaban tanah, bahan organik dalam tanah, drainase dan aerasi tanah, serta mikroba tanah). *Rhizobium* sp. yang hidup pada akar bersimbiosis dengan tanaman kedelai sangat penting bagi pertumbuhan kedelai. *Rhizobium* sp. umumnya memiliki persyaratan hidup yang sama dengan persyaratan tumbuh kedelai (Sumarno dan Manshuri, 2007). Bakteri penambat nitrogen dalam tanah dipengaruhi oleh sifat fisik tanah seperti tekstur tanah dan kelembaban tanah. Tanah yang tergenang mengurangi bintil akar kedelai sekitar 15% (Norman *et al.*, 1995).

Air merupakan faktor yang penting bagi tanaman, karena berfungsi sebagai pelarut hara, berperan dalam translokasi hara dan fotosintesis. Periode kering menyebabkan tanaman sering mendapatkan cekaman kekeringan, karena kurang suplai air di daerah perakaran dan atau laju transpirasi melebihi laju absorpsi air oleh tanaman. Apabila cekaman kekeringan berkepanjangan maka tanaman akan mati. Cekaman kekeringan mempengaruhi pembukaan stomata yaitu semakin tinggi tegangan air akan mengurangi pembukaan stomata.

Cekaman kekeringan yang terjadi pada saat pertumbuhan generatif, misalnya saat pengisian polong, akan menurunkan produksi. Kekeringan dapat juga

menurunkan bobot biji, sebab bobot biji sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang diberikan dalam musim tanam.

Balittan Malang pada tahun 1990 melaporkan bahwa pemberian air yang intensif akan berpengaruh terhadap hasil biji kedelai. Pemberian air setiap 10 hari selama musim tanam dapat meningkatkan hasil menjadi 2 ton/ha dibandingkan dengan pemberian 3 kali selama musim tanam (1,71 ton/ha) dan tanpa irigasi teratur hanya 1,47 ton/ha (Agung dan Rahayu, 2004).

Kedelai dapat tumbuh baik di tempat pada daerah berhawa panas, di tempat terbuka dengan curah hujan 100 – 400 mm³ per bulan. Oleh karena itu, kedelai kebanyakan ditanam di daerah yang terletak kurang dari 400 m di atas permukaan laut. Jadi tanaman kedelai akan tumbuh baik, jika ditanam di daerah beriklim kering (Andrianto dan Indarto, 2004).

Kedelai merupakan tanaman berhari pendek, yakni apabila penyinaran terlalu lama melebihi 12 jam, tanaman tidak akan berbunga. Hampir semua varietas tanaman kedelai berbunga dari umur 30–60 hari (Yustika, 1985).

Ketersediaan air diperlukan untuk menyesuaikan diri dan digunakan untuk pertumbuhan tanaman, di antaranya untuk peningkatan luas daun. Defisit air dalam jangka waktu yang pendek hanya berpengaruh pada kapasitas pertukaran gas dan efisiensi fotosintesis, sedangkan untuk jangka panjang mengakibatkan menurunnya efisiensi pembentukan bahan kering. Kekurangan air mengakibatkan berkurangnya laju fotosintesis karena dehidrasi protoplas akan menurunkan kapasitas fotosintesis. Air yang cukup akan mendukung peningkatan luas daun

sehingga berhubungan dengan tingkat produksi tanaman. Rendahnya jumlah air akan menyebabkan terbatasnya perkembangan akar, sehingga mengganggu penyerapan unsur hara yang berakibat pada menurunkan produksi. Tanaman kedelai yang mengalami defisit air, translokasi fotosintat ke biji akan terhambat (Agung dan Rahayu, 2004).

Umumnya kecepatan fotosintesis tanaman bertambah tinggi dengan naiknya intensitas cahaya. Hubungan ini bersifat hampir linear dengan kisaran yang kecil. Kecepatan fotosintesa pada intensitas cahaya tertentu tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya karena daun telah jenuh dengan cahaya. Kecepatan fotosintesis untuk beberapa tanaman bahkan dapat mengalami penurunan bila intensitas cahaya lebih tinggi dari titik jenuhnya (Guslim, 2007).

Kedelai umumnya dapat beradaptasi terhadap berbagai jenis tanah, dan menyukai tanah yang bertekstur ringan hingga sedang, dan berdrainase baik, akan tetapi peka terhadap salinitas (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Kemasaman tanah yang baik sebagai syarat tumbuh yaitu antara 5,8–7, namun pada tanah dengan pH 4,5 pun kedelai masih dapat tumbuh baik. Tanah yang cocok yaitu alluvial, regosol, grumosol, latosol dan andosol. Tanah podzolik merah kuning dan tanah yang mengandung banyak pasir kwarsa menyebabkan pertumbuhan kedelai kurang baik, kecuali bila diberi tambahan pupuk organik atau kompos dalam jumlah yang cukup (Andrianto dan Indarto, 2004).

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada tanah yang hampir jenuh (kapasitas lapang) asal tidak terjadi penggenangan, terutama pada awal stadia vegetatif. Pada

dasarnya kedelai adalah tanaman aerobik, yang lebih sesuai pada tanah yang agak lembab dengan kadar kelembaban 70-80% kapasitas lapang, tanah berdrainase baik tetapi memiliki daya pengikat air yang baik, oleh karena itu, tanah dengan tekstur berliat dan berdrainase baik, atau tanah lempung berpasir yang kaya bahan organik, sangat sesuai untuk tanaman kedelai (Sumarno dan Manshuri, 2007). Humus dan atau unsur hara lainnya yang terdapat pada tanah di daerah dengan curah hujan tinggi, dapat mengakibatkan mudah mengalami penghanyutan atau pun tercuci ke lapisan bawah sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Kartasapoetra, 1988).

Tanah dengan kandungan nitrogen yang tinggi akan menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih mengarah kepada laju pertumbuhan vegetatif, yang terlihat dari permukaan daun menjadi lebih lebar, laju fotosintesis lebih tinggi, indeks luas daun semakin tinggi dan LAN yang semakin besar (Arinong *et al.*, 2005).

Genotipe (varietas) kedelai memiliki persyaratan adaptasi spesifik walaupun pada suatu lingkungan ditentukan oleh interaksi antar genotipe dengan lingkungan. Varietas kedelai dari wilayah subtropik tidak tumbuh atau berproduksi optimal pada lingkungan tumbuh terbaik di Indonesia. Lingkungan tumbuh yang sangat sesuai bukan jaminan mutlak untuk keberhasilan usaha produksi kedelai. Mutu benih, waktu tanam, pengendalian OPT, pengelolaan tanaman yang optimal merupakan hal yang sama penting dengan lingkungan tumbuh yang sesuai (Sumarno dan Manshuri, 2007).

2.3 Pemuliaan Tanaman Kedelai

Pemuliaan tanaman dapat didefinisikan sebagai ilmu tentang perubahan – perubahan susunan genetik sehingga diperoleh tanaman yang menguntungkan manusia (Poespodarsono, 1988). Arsyad *et al.* (2007) menambahkan bahwa strategi perakitan varietas diarahkan untuk menghasilkan varietas baru guna meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Strategi perakitan varietas ditujukan untuk mengatasi permasalahan atau hambatan produksi pada agroekosistem yang bersangkutan yang meliputi permasalahan biologis dan non biologis (fisik), peluang keberhasilan, dan kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang.

Umumnya proses kegiatan pemuliaan diawali dengan (i) usaha koleksi plasma nutfah sebagai sumber keragaman, (ii) identifikasi dan karakterisasi, (iii) induksi keragaman, misalnya melalui persilangan ataupun dengan transfer gen, yang diikuti dengan (iv) proses seleksi, (v) pengujian dan evaluasi, (vi) pelepasan, distribusi dan komersialisasi varietas.

Dalam program pemuliaan tanaman untuk ketahanan atau toleransi terhadap cekaman lingkungan (fisik), teknik seleksi dapat dibedakan ke dalam : (a) seleksi tidak langsung (*indirect breeding*), (b) seleksi langsung (*direct breeding*), dan (c) seleksi pada lingkungan terkontrol (Lewis and Christiansen, 1981). Seleksi didasarkan pada penampilan individu dalam populasi, antara lain jumlah polong isi atau tinggi tanaman. Hasil – hasil penelitian korelasi antar ciri-ciri agronomik tetap penting untuk mengidentifikasi genotipe – genotipe superior, sedangkan

pengukuran hasil diperlukan untuk meningkatkan perbaikan genetik mengenai kapasitas hasil secara maksimal (Somaatmadja, 1985).

Sumarno dan Harnoto (1983) menyatakan bahwa pemuliaan kedelai ditujukan untuk mendapatkan varietas unggul dengan sifat – sifat potensi hasil tinggi yaitu mencapai 2 ton/ha, umur genjah (75 – 90 hari), tahan penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrhyzi*), toleran tanah masam, dan beradaptasi baik pada tanah tanpa pengolahan intensif. Arsyad (2000) menambahkan bahwa tujuan pemuliaan kedelai antara lain mengembangkan varietas yang dapat beradaptasi baik pada lahan kurang subur, umur tanaman tergolong tengahan hingga panjang, tahan hama penyakit utama, memiliki sifat agronomis yang baik, penampilan serta mutu biji yang baik, beradaptasi baik pada kondisi kekurangan air dan responsif terhadap lingkungan yang lebih baik atau subur.

Pengembangan varietas unggul pada tanaman kedelai perlu terus dilakukan agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pengembangan varietas unggul adalah dengan melakukan perbaikan daya hasil dan adaptasi tanaman. Perakitan varietas baru memerlukan populasi dasar yang memiliki keragaman genetik yang tinggi. Saat ini keragaman genetik kedelai di Indonesia masih cukup rendah, sehingga perlu upaya peningkatan keragaman genetik tanaman. Upaya peningkatan keragaman genetik kedelai dapat dilakukan melalui introduksi, persilangan, transformasi genetik, dan mutasi (Arsyad *et al.*, 2007).

2.4 Korelasi dan Analisis Lintas

Korelasi merupakan metode untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua peubah atau lebih berdasarkan besarnya koefisien korelasi. Koefisien korelasi ialah koefisien yang menggambarkan tingkat keeratan hubungan antara dua peubah atau lebih. Nilai dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antar peubah, tetapi hanya menggambarkan keterkaitan linear antar peubah. Terdapat dua jenis korelasi, yakni korelasi negatif dan korelasi positif. Apabila nilai korelasi antarsifat yang diperoleh positif berarti penambahan nilai karakter 1 akan mengakibatkan peningkatan / penambahan karakter 2, sedangkan apabila nilai korelasi antarsifat yang diperoleh negatif berarti penambahan karakter 1 akan mengakibatkan penurunan / pengurangan pada karakter 2.

Menurut Ujjianto dan Mulyaningsih (2006), dari segi genotipik korelasi dapat terjadi karena adanya faktor linkage dan pleiotropi, sedangkan korelasi fenotipik dapat terjadi karena adanya faktor genetik dan lingkungan. Linkage merupakan peristiwa atau fenomena terdapatnya dua gen atau lebih yang mengendalikan satu karakter atau lebih karena tidak bisa berpisahny gen gen tersebut, sehingga gen tersebut mempunyai keterkaitan antara karakter yang satu dengan karakter lainnya. Pleiotropi merupakan peristiwa atau fenomena terdapatnya satu gen yang dapat mengendalikan lebih dari satu karakter, sehingga keterkaitan antarkarakter tersebut akibat dikendalikan oleh gen yang sama.

Menurut Riduwan dan Akdon (2006), berdasarkan nilai koefisiennya keeratan korelasi dapat dibedakan menjadi :

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Korelasi.

Nilai Koefisien Korelasi	Keeratan Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Koefisien korelasi dapat dinyatakan bermakna jika $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ (Singh dan Chaudhary, 1979).

Korelasi antarsifat merupakan fenomena umum yang terjadi pada tanaman. Pengetahuan tentang adanya korelasi antara sifat-sifat tanaman merupakan hal yang sangat berharga dan dapat digunakan sebagai dasar program seleksi agar lebih efisien (Chozin *et al.*, 1993). Tetapi dengan hanya menggunakan analisis korelasi tidak cukup menggambarkan hubungan tersebut. Hal ini disebabkan antarkomponen hasil saling berkorelasi dan pengaruh tidak langsung melalui komponen hasil dapat lebih berperan daripada pengaruh langsungnya. Dengan analisis lintas (sidik lintas) masalah ini dapat diatasi, karena masing-masing sifat yang dikorelasikan dengan hasil dapat diurai menjadi pengaruh langsung dan tidak langsung (Singh and Chaudhary, 1979 ; Totowarsa, 1982).

Menurut Singh dan Chaudary (1979), penafsiran koefisien lintas dapat dilakukan berdasarkan tiga pedoman dasar umum berikut ini :

1. Jika koefisien korelasi X dengan Y hampir sama besar dengan efek langsungnya, maka koefisien korelasi itu benar-benar mengukur derajat

keeratan hubungan X dan Y seutuhnya. Oleh karena itu, seleksi atau peramalan berdasarkan X tersebut sangat efektif.

2. Jika koefisien korelasi X dengan Y bernilai positif, tetapi efek langsungnya negatif atau dapat diabaikan, maka efek tak langsungnya menjadi penyebab korelasi itu. Dalam keadaan ini semua X harus diperhatikan dan diperhitungkan secara serempak.
3. Jika koefisien korelasi X dengan Y bernilai negatif tetapi efek langsung bernilai positif dan besar, maka batasilah efek tak langsung yang tidak dikehendaki sehingga dalam penafsirannya dapat benar-benar memanfaatkan efek langsung itu.