

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kedelai (*Glycine max* L. Merr)

Berdasarkan taksonominya, tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub Kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Fabales</i>
Famili	: <i>Fabaceae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merr.

Tanaman kedelai memiliki morfologi berupa akar, batang, daun, bunga, polong, dan biji. Akar kedelai berupa akar tunggang dengan akar sekunder berupa akar serabut yang tumbuh pada akar tunggang dan akar cabang yang tumbuh dari akar sekunder (Adisarwanto, 2009). Akar kedelai muncul dari belakang kulit biji di sekitar mesofil menjadi calon akar yang kemudian tumbuh kedalam tanah (Andrianto dan Indarto, 2004). Akar kedelai mampu bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium japonicum* dan membentuk bintil akar. Bintil akar berperan dalam

proses fiksasi  $N_2$  udara menghasilkan N yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kedelai.

Batang tanaman kedelai merupakan batang lunak. Pertumbuhan batang tanaman kedelai dibedakan atas dua tipe yaitu tipe determinate dan indeterminate (Fachruddin, 2000). Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Batang tanaman kedelai ada yang bercabang dan ada yang tidak bercabang bergantung varietas. Rata-rata tanaman kedelai memiliki 1-5 cabang (Adisarwanto, 2009).

Daun kedelai memiliki tipe trifoliolate atau bertangkai tiga. Warna daun tanaman kedelai dibedakan menjadi hijau muda, hijau dan hijau tua (Suhartina dkk., 2012). Bentuk daun tanaman kedelai bervariasi bergantung varietas yakni antara oval dan *lanceolate* atau dengan kata lain berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*) (Adisarwanto, 2009).

Bunga kedelai memiliki warna putih atau ungu, merupakan bunga sempurna, memiliki alat reproduksi jantan dan betina dalam satu tempat (Suhartina dkk., 2012). Bunga kedelai disebut bunga kupu-kupu karena mempunyai dua mahkota dan dua kelopak bunga. Bunga kedelai pada umumnya muncul pada ketiak daun yaitu setelah buku kedua, tetapi dapat juga pada cabang tanaman yang mempunyai daun (Adisarwanto, 2009). Setiap ketiak umumnya terdapat 3 kuntum bunga, namun sebagian besar bunga mengalami kerontokan dan biasanya hanya 60% yang menjadi polong (Andrianto dan Indarto, 2004).

Polong kedelai terbentuk 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Warna polong masak dan ukuran biji antara posisi polong paling bawah dan paling atas akan sama selama periode pemasakan polong optimal berkisar 50-75 hari. Periode waktu tersebut dianggap optimal untuk proses pengisian biji dalam polong yang terletak di sekitar pucuk tanaman (Rachman dkk., 2013). Setiap polong terdapat 2-3 biji yang memiliki ukuran bervariasi. Bentuk biji kedelai beragam bergantung pada kultivar, diantaranya berbentuk bulat, agak gepeng atau bulat telur (Adisarwanto, 2009). Biji kedelai dikelompokkan dalam ukuran biji besar ( $>14$  g/100 biji), ukuran sedang (10-14 g/100 biji) dan ukuran kecil ( $<10$ g/100 biji) (Adie dan Krisnawati, 2013).

Pertumbuhan kedelai dibagi dalam fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif diawali dengan perkecambahan (VE), kemudian fase kotiledon (VC), fase pembentukan buku ke1 (V1), fase pembentukan buku ke2 (V2) fase pembentukan buku ke-n (Vn) (Suhartina dkk., 2012). Fase generatif ditandai dengan muncul bunga, pembentukan polong, pengisian polong, hingga polong masak penuh. Kedelai mampu tumbuh pada semua jenis tanah namun untuk mendapatkan produktivitas yang optimum kedelai sebaiknya ditanam pada tanah berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir (Andrianto dan Indarto, 2004).

Kedelai varietas Dering 1 dilepas pada 25 September 2012 memiliki umur masak polong  $\pm 81$  hst, umur berbunga  $\pm 35$  hst, tinggi tanaman rata-rata  $\pm 57$  cm, tipe pertumbuhan determinate, warna daun hijau, rata-rata jumlah polong  $\pm 38$  per tanaman, berbiji sedang (10,7 gram/ 100 biji), potensi hasil 2,8 ton/ha dan rata-rata hasil biji 2,0 ton/ha (Balitkabi, 2016).

Kedelai varietas Demas 1 dilepas pada 12 November 2014 memiliki umur masak  $\pm 84$  hst, berbiji sedang (13 g/100 biji) dengan potensi hasil 2,5 ton/ha dan rata-rata hasil  $\pm 1,7$  ton/ha, umur berbunga  $\pm 37$  hari, memiliki tipe tumbuh determinate, jumlah polong  $\pm 64$  per tanaman, tinggi tanaman  $\pm 66,3$  cm, tahan rebah (Balitkabi, 2016).

Kedelai Varietas Devon 1 dilepas pada 15 Desember 2015 memiliki umur masak  $\pm 83$  hst, umur berbunga  $\pm 34$  hst, berbiji besar (14,3 g/ 100biji), dengan potensi hasil 3,09 ton/ha, rata hasil biji  $\pm 2.75$  ton/ha, jumlah polong  $\pm 29$ , tinggi tanaman  $\pm 58,1$  cm (Balitkabi, 2016).

## **2.2. Syarat Tumbuh Kedelai**

Suhu optimum dalam perkecambahan kedelai yaitu 20-23°C. Jika suhu terlalu rendah, akan menyebabkan perkecambahan menjadi lambat, sedangkan pada suhu terlalu tinggi akan menyebabkan banyak biji tidak berkecambah karena mati akibat respirasi yang terlalu tinggi (Rachman dkk., 2013). Suhu optimum pertumbuhan vegetatif kedelai 23-26 °C. Suhu yang panas mampu menghambat pertumbuhan kedelai dikarenakan enzim RuBisCO (Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase) mengikat banyak oksigen dengan semakin meningkatnya suhu sehingga memacu fotorespirasi yang menyebabkan kehilangan karbon dan nitrogen sehingga mampu menghambat pertumbuhan (Taufiq dan Sundari, 2012). Pembungaan kedelai membutuhkan suhu optimum 24-25°C. Jika suhu pembungaan terlalu tinggi akan menyebabkan bunga mudah rontok sedangkan suhu terlalu rendah dapat menghambat proses pembungaan sehingga berdampak

menurunnya produksi polong. Pembentukan biji optimum pada suhu 21-23 °C dan pematangan biji pada suhu 20-25 °C. Suhu tinggi menyebabkan aborsi polong sedangkan terlalu rendah menyebabkan terhambatnya pembentukan polong (Sumarno dan Manshurl, 2013).

Kedelai membutuhkan penyinaran matahari penuh. Intensitas cahaya matahari yang kurang menyebabkan tanaman tumbuh lebih tinggi, ruas antar buku lebih panjang, jumlah daun dan polong lebih sedikit dan ukuran biji lebih kecil (Sundari dan Susanto, 2012). Tanaman kedelai mampu tumbuh dengan optimum pada intensitas cahaya 36.840 lux (Pantilu dkk., 2012). Intensitas cahaya matahari terlalu tinggi menyebabkan peningkatan laju evapotranspirasi. Intensitas matahari terlalu rendah menyebabkan tanaman tumbuh lebih tinggi, ruas antar buku lebih panjang, jumlah daun dan polong lebih sedikit, dan ukuran biji semakin kecil (Susanto dan Sundari, 2010).

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pematangan biji dan kualitas benih. Kelembaban optimal bagi tanaman kedelai antara 75-90% pada stadia pertumbuhan vegetatif hingga pengisian polong dan 60-75% pada stadia pemasakan polong hingga panen (Sumarno dan Manshurl, 2013).

Kebutuhan air tanaman kedelai yang dipanen pada 80-90 hari berkisar antara 360-405 mm (Sumarno dan Manshurl, 2013). Penyerapan air paling tinggi adalah pada stadia generatif (muncul bunga hingga polong terisi penuh) (Adisarwanto, 2008).

### 2.3. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu cekaman abiotik dimana terdapat akumulasi garam terlarut dalam air tanah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Salinitas merupakan suatu ancaman dalam upaya produksi bahan pangan salah satunya adalah kedelai. Klasifikasi tanah salin berdasarkan kandungan daya hantar listrik (DHL) atau *electrical conductivity* (EC) yaitu tanah bebas garam yang memiliki EC 0-2 dS/m, agak bergaram 2-4 dS/m, bergaram cukup 4-8 dS/m, bergaram agak banyak 8-15 dS/m, dan bergaram banyak >15 dS/m (Poerwowidodo, 2002). Terdapat dua jenis salinitas tanah, yaitu salinitas primer dan salinitas sekunder (Krisnawati dan Adie, 2009).

Salinitas primer disebabkan akumulasi garam terlarut dalam tanah melalui proses alami dalam jangka waktu yang panjang. Salinitas sekunder disebabkan aktivitas manusia diantaranya pembukaan lahan, penggantian tanaman tahunan dengan tanaman semusim, pengairan menggunakan air berkadar garam tinggi dan keterbatasan air irigasi (El Hendawy, 2004). Salinitas dapat dipengaruhi oleh curah hujan, pelapukan batuan, perpindahan material tanah, kualitas air irigasi, intrusi air laut, faktor iklim dan aktivitas manusia (Rengasamy, 2006). Salinitas pada umumnya terjadi pada lahan areal pantai, lahan beririgasi, lahan dengan kelebihan pupuk dan lahan dengan kadar garam tinggi yang alami. Blumwald dan Grover (2006) memprediksi pada tahun 2050 sekitar 50% lahan pertanian akan mengalami cekaman garam.

#### 2.4. Mekanisme Cekaman Salinitas pada Tanaman

Kedelai termasuk jenis tanaman yang memiliki sensitivitas terhadap salinitas. Menurut Xiong (2002) cekaman salinitas mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam empat mekanisme yaitu 1) stress osmotik, 2) penghambatan penyerapan  $K^+$ , 3) toksisitas ion, 4) stres oksidatif dan kematian sel.

Konsentrasi garam yang tinggi terutama garam Natrium ( $Na^+$ ) dan Klor ( $Cl^-$ ), merusak struktur tanah dan meningkatkan tekanan osmotik sehingga mengganggu penyerapan air dan unsur hara. Cekaman salinitas menyebabkan potensial air meningkat sehingga mengurangi penyerapan air oleh akar dan menyebabkan penurunan kandungan air relative daun (Kabir dkk, 2004). Kekurangan air menyebabkan tanaman mengalami dehidrasi sel. Bila tekanan osmotik di *rhizosfer* melebihi tekanan osmotik dalam sel akar akan menghambat penyerapan air dan hara sehingga tanaman akan layu dan mati akibat kekurangan air (Bohnert, 2007). Kekurangan air dapat mengganggu proses fotosintesis karena konsentrasi  $CO_2$  pada kloroplas menurun diakibatkan oleh berkurangnya konduktansi stomata (Gama dkk, 2007). Penyerapan  $Na$  yang berlebihan mengakibatkan terhambatnya penyerapan air dan  $K$ .

Rendahnya penyerapan  $K$  diakibatkan sifat antagonis penyerapan  $Na$  dan  $K$  pada akar (Kristiono dkk., 2013). Pada kondisi salinitas tinggi terjadi penghambatan penyerapan  $K^+$  yang merupakan nutrisi utama dalam tanaman (Taufiq, 2014). Kalium berperan dalam mempertahankan turgor sel dan aktivitas enzim (Xiong dan Zhu, 2001). Berkurangnya  $K$  juga menurunkan aktifitas enzim nitrat reduktase (Hu dan Schmidhalter, 2005). Enzim nitrat reduktase berperan

dalam mengubah  $\text{NO}_3$  menjadi  $\text{NH}_3$ . Penurunan aktifitas nitrat reduktase mengakibatkan pengikatan nitrogen menjadi terganggu (Mudgal, 2004).

Penyerapan  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  yang tinggi oleh tanaman disebut toksisitas ion (Chinnusamy dkk., 2005). Jouyban (2012) menyatakan akumulasi ion  $\text{Na}^+$  menjadi penyebab utama kerusakan tanaman pada cekaman salinitas. Akumulasi  $\text{Na}^+$  dalam daun yang terjadi dari waktu ke waktu bersifat toksik (Munns dan Tester, 2008). Meningkatkan konsentrasi Na dalam tanah juga menghambat penyerapan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam tanaman. Rendahnya  $\text{Ca}^{2+}$  dapat mengganggu aktivitas dan integritas membran sel dan mendorong akumulasi  $\text{Na}^+$  dalam jaringan tanaman. Rendahnya nisbah  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  akibat tingginya ion Na dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan perubahan morfologi dan anatomi tanaman (Cakmak, 2005).

Cekaman oksidatif terjadi karena ketidakseimbangan produksi *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) dan antioksidan (Kristiono dkk., 2013). Konsentrasi ROS harus dipertahankan serendah mungkin. Penutupan stomata sebagai respon cekaman salinitas menyebabkan berkurangnya rasio  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  daun dan menghambat fiksasi  $\text{CO}_2$ . Hal tersebut berakibat pada meningkatnya konsentrasi spesies ROS seperti radikal superoksida ( $\text{O}_2^-$ ), hydrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), radikal hidroksil ( $\text{OH}^\cdot$ ) dan oxygen singlet ( $^1\text{O}_2$ ) (Gratao dkk., 2005). Cekaman salinitas menyebabkan akumulasi ROS yang berlebihan dalam sel (Meloni dkk., 2003). Akumulasi disebabkan oleh terganggunya transport elektron dalam kloroplas dan mitokondria dan terganggunya fotorespirasi.



## **2.5. Toleransi Cekaman Salinitas pada Tanaman**

Toleransi tanaman terhadap cekaman salinitas adalah kemampuan tanaman untuk mencegah konsentrasi garam dalam protoplasma tidak berlebihan sehingga mampu bertahan pada konsentrasi garam yang tinggi. Bentuk toleransi dapat berupa pengeluaran atau penyimpanan garam ke bagian lain tanaman yang tidak berperan dalam proses metabolisme (Purwaningrahayu, 2016). Respon tanaman terhadap cekaman salinitas meliputi dua fase yaitu fase cepat (cekaman osmotik) dan fase lambat (cekaman ionik) (Munns dan Tester, 2008). Fase cepat merupakan respon untuk meningkatkan tekanan eksternal osmotik sedangkan fase lambat adalah respon pengakumulasian  $\text{Na}^+$  dalam daun. Gejala keracunan akibat salinitas pada tanaman ditandai dengan daun layu, akar tidak mampu menyerap air karena tingginya tekanan osmotik air, tanaman kerdil, ukuran daun kecil, warna daun mudah menguning dan gugur, pada kondisi parah daun menjadi klorosis dan tepi daun mengering (Kristiono dkk., 2013).

## **2.6. Cekaman Salinitas pada Kedelai**

Salinitas dapat menghambat pertumbuhan akar, penyesuaian osmotik akar, tekanan akar, pengeluaran ion natrium (An dkk., 2002). Salinitas juga menyebabkan kedelai mengalami penurunan tingkat perkecambahan, nekrosis daun, berkurang warna hijau daun, dan menurunkan jumlah nodul. Hal tersebut berdampak pada menurunnya biomassa tanaman, tinggi tanaman, ukuran daun, hasil biji, kualitas biji dan kemampuan tumbuh (Krisnawati dan Adie, 2009). Respon toleransi genotipe kedelai terhadap cekaman salinitas dapat berupa

pencegahan perpindahan ion dari akar menuju bagian tanaman lain, tidak mengakumulasi banyak garam pada daun dan batang, dan memiliki kemampuan penyesuaian osmotik yang lebih baik pada sel tanaman (Pathan dkk., 2007).

Penelitian toleransi tanaman kedelai terhadap salinitas telah banyak dilakukan pada jenis kedelai kuning. Kedelai tergolong peka terhadap salinitas dengan ambang batas toleransi pada 2-5 dS/m (Katerji dkk., 2000). Ambang batas mendeteksi toleransi salinitas kedelai adalah 3,2 dS/m (Chinnusamy dkk., 2005). Penelitian Damanik dkk. (2013) menyatakan ukuran biji berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, derajat infeksi, umur panen, jumlah polong berisi, produksi biji pertanaman pada cekaman salinitas. Berdasarkan penelitian Dianawati dkk. (2013) pada konsentrasi 9,375 dS/m merupakan batas kritis NaCl terhadap perkecambahan kedelai kuning Burangrang dan Tanggamus. Pertumbuhan dan hasil tanaman pada umumnya mengalami penurunan pada EC tanah 4 dS/m atau lebih (McWilliams, 2003). Batas kritis salinitas pada pertumbuhan kedelai adalah 5 dS/m (Kristiono dkk., 2013).

Cekaman Salinitas menyebabkan penuaan daun lebih cepat sehingga menurunkan hasil biji yang berakibat turunnya berat polong (Cabot dkk., 2014). Purwaningrahayu (2013) menyatakan cekaman salinitas membatasi produksi polong dan biji tanaman. Menurut Ghassemi-Golezani dkk. (2011) penurunan hasil biji disebabkan rendahnya indeks klorofil daun, aktivitas fotosistem II dan tingginya kadar prolin. Penelitian Simbolon dkk. (2015) menyatakan produksi terbaik diperlihatkan oleh generasi mutan anjasmoro M3 pada kadar NaCl 4,687 dS/m dibandingkan dengan perlakuan tanpa penyinaran gama.

Kriteria seleksi kedelai tahan salin dilakukan dengan berbagai parameter. Diantaraya dapat dilihat dari jumlah polong per tanaman dan jumlah biji per polong (Truong dkk., 2005), bobot biji per tanaman (Malik dkk., 2006), jumlah cabang per tanaman (Iqbal dkk., 2010) dan bobot 100 biji (Wirnas dkk., 2012).