

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Deskripsi Tanaman Kedelai

Kedelai merupakan tanaman semusim berupa semak rendah, tumbuh tegak, memiliki daun lebat dengan ragam morfologi. Tanaman kedelai termasuk dalam Kingdom *Plantae*, Divisi *Spermatophyta*, Subdivisi *Angiospermae*, Kelas *Dicotyledonae*, Ordo *Polypetales*, Famili *Leguminosae*, Genus *Glycine*, Spesies *Glycine max* L. Merrill (Bernard and Weiss, 1973).

Akar tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral, dan akar serabut. Pada tanah yang gembur, akar ini dapat menembus tanah sampai kedalaman 1,5 m. Pada akar lateral terdapat bintil-bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri rhizobium pengikat N dari udara. Bintil akar ini biasanya akan terbentuk 15-20 hari setelah tanam, selain sebagai penyerap unsur hara dan penyangga tanaman, pada perakaran merupakan tempat terbentuknya bintil/nodul akar yang berfungsi sebagai pabrik alami terfiksasinya nitrogen udara oleh aktivitas bakteri Rhizobium (Tambas dan Rakhman, 1986).

Daun kedelai merupakan daun majemuk yang terdiri dari tiga helai anak daun (trifoliatus) dan umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuningan. Bentuk ujung daun (apex) dari tanaman kedelai ada yang runcing (acute) dan tumpul (obtuse), sedangkan bentuk pangkal daun, ada yang tumpul (obtuse) dan membulat (rounded) (Samingan, 1982).

Kedelai memiliki batang semak, dengan tinggi batang antara 30-100 cm. setiap batang dapat membentuk 3-6 cabang. Pertumbuhan batang dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga dan pucuk batang. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi pada saat tanaman mulai berbunga. Pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Begitu juga dengan bentuk daun kedelai ada dua macam, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate) (Irwan, 2009).

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk

polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak. Di dalam polong terdapat biji yang berjumlah 2-3 biji. Setiap biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi, mulai dari kecil (sekitar 7-9 g/100 biji), sedang (10-13 g/100 biji), dan besar (>13 g/100 biji). Bentuk biji bervariasi, tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak gepeng, dan bulat telur, meskipun demikian, sebagian besar biji berbentuk bulat telur (Irwan, 2009).



Gambar 1. Morfologi Tanaman Kedelai Var Anjasmoro  
(Anonymous<sup>a</sup>, 2017)

## 2. Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

Kedelai biasanya akan tumbuh baik pada ketinggian lebih dari 500 m dpl sehingga 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 (Najiyati, 1999).

Kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30° C, bila tumbuh pada suhu yang rendah (< 15° C), proses perkecambahan menjadi sangat lambat bisa mencapai 2 minggu. Hal ini dikarenakan perkecambahan biji tertekan pada kondisi kelembapan tanah tinggi, banyaknya biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat (Adisarwanto, 2005).

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.

Kebutuhan cahaya bagi kedelai untuk mencapai fotosintesis maksimal adalah berkisar antara 0.3 – 0.8 kal/cm<sup>2</sup> /menit atau setara dengan 432 – 1152 kal/cm<sup>2</sup> /hari (Salisbury dan Ross, 1992).

Ketersediaan air selama pertumbuhan sangat menentukan daya hasil kedelai. Jika terjadi kekeringan selama pembungaan dan pengisian polong, hasil kedelai akan berkurang. Kedelai umumnya tidak tahan terhadap kekeringan atau genangan air. Bila tidak ada hujan, tetapi air irigasi tersedia, tanaman perlu diairi 1-2 minggu sekali dengan penggenangan selama 15-30 menit, kemudian air dikeluarkan dari petakan. Bila hujan lebat sehingga petakan becek, harus dibuat saluran drainase untuk mengeringkannya.. Kebutuhan air bagi kedelai selama pertumbuhan adalah ± 300-450 mm. (Jackson, 2000).

### **3. Fotoperiodisme**

Fotoperiodisme adalah reaksi tumbuhan terhadap variasi panjangnya hari (Wilkins, 1992). Fotoperiodisme merupakan kemampuan tanaman untuk merespon periode pencahayaan. Perkembangan bunga pada tanaman yang satu dengan yang lain dipengaruhi oleh panjang hari atau fotoperiode yang berbeda. Berdasarkan panjang harinya, tanaman dapat di kategorikan menjadi tiga: tanaman hari pendek, tanaman hari panjang, dan tanaman hari netral.

Tanaman hari pendek akan berbunga pada saat panjang hari lebih pendek dari masa kritis. Masa kritis adalah batas maksimum tanaman untuk bisa berbunga. Sebaliknya tanaman hari panjang adalah tanaman yang akan berbunga bila mendapat penyinaran melebihi masa kritisnya.

Kedelai adalah tanaman hari pendek, apabila ditumbuhkan pada hari panjang akan menghasilkan banyak karbohidrat dan protein yang digunakan untuk perkembangan batang dan daun, sehingga pertumbuhan vegetatif lebih dominan, maka tidak mampu membentuk bunga dan buah (Kantolic dan Slafer, 2007).

Fitokrom adalah kromoprotein yang berperan untuk menyerap cahaya pada tanaman. Fitokrom memiliki dua bentuk yaitu Pr dan Pfr. Dalam hubungannya dengan fotoperiodisme, aksi fitokrom sangat ditentukan dari ketersediaan cahaya yang memiliki spektrum merah jingga. Dapat dikatakan respon fotoperiodisme tampaknya membutuhkan sejumlah minimum Pfr, karena Pfr dapat menghambat pembungaan pada tanaman hari pendek (Salisbury dan Ross, 1995).

Fotoperiodisme menentukan perkembangan tanaman yang bergantung pada periode pencahayaan mulai matahari terbit hingga terbenam. Periode gelap berperan penting dalam respon fotoperiode karena interupsi malam dengan cahaya menghambat pembungaan tanaman hari pendek dan meningkatkan pembungaan tanaman hari panjang. Panjang hari mengontrol perubahan fase pertumbuhan tanaman yang pada akhirnya menentukan produktivitas dan juga kualitas hasil tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

#### **4. Penyinaran**

Tanaman merupakan organisme yang membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, sehingga sinar radiasi menjadi faktor lingkungan yang sangat penting dalam pertumbuhan dan reproduksi tanaman. Tanaman tidak hanya mengindera kehadiran sinar tersebut saja, tetapi juga bergantung kepada arah, intensitas, dan panjang gelombangnya (Campbell 1999). Radiasi yang dipancarkan dalam growth chamber merupakan sumber energi yang digunakan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Efek radiasi pada tanaman dapat digunakan untuk mempelajari fotosintesis, fotomorfogenesis, dan sumber energi biologis (energi-bio). Sumber daya untuk radiasi dapat diusahakan dengan menggunakan berbagai macam lampu yang mempunyai emisi *spectra* dalam tiap lampu antara 400-700 nm.

##### **4.1 Warna Cahaya**

Sinar matahari memiliki panjang gelombang yang lengkap dari 280 nm hingga 1100 nm. Cahaya merah dan biru merupakan gelombang cahaya yang paling bermanfaat bagi tanaman, di mana cahaya merah (610-750 nm) menstimulasi pertumbuhan vegetatif dan pembungaan, akan tetapi jika suatu tanaman mendapatkan cahaya merah yang terlalu banyak, tanaman tersebut akan menjadi lebih tinggi. Cahaya biru (400-520 nm) berfungsi untuk menjaga laju pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

##### **4.2 Intensitas Cahaya**

Menurut Rachmawati (2009), kualitas, intensitas, dan lamanya radiasi terhadap tanaman mempunyai pengaruh yang besar akan proses fisiologis tanaman tersebut. Cahaya mempengaruhi proses fotosintesis, fototropisme, dan

fotoperiodisme. Efek cahaya dapat meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil. Sedangkan pada proses fotosintesis, intensitas cahaya akan mempengaruhi laju fotosintesis saat berlangsung reaksi terang. Oleh karena itu, secara tidak langsung cahaya menjadi salah satu faktor yang mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, hal tersebut disebabkan oleh hasil fotosintesis yang berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan. Lebih lanjut, ia juga menyatakan bahwa perkembangan struktur tumbuhan juga dipengaruhi oleh cahaya (fotomorfogenesis).

Efek fotomorfogenesis ini dapat dengan mudah diketahui dengan cara membandingkan kecambah yang tumbuh di tempat terang dan kecambah di tempat gelap. Kecambah yang tumbuh di tempat gelap akan mengalami etiolasi sehingga tampak pucat dan lemah karena produksi klorofil terhambat akibat kurangnya cahaya. Namun sebaliknya, pada kecambah yang tumbuh di tempat terang, daunnya akan terlihat lebih berwarna hijau, tetapi batang akan menjadi lebih pendek karena aktifitas hormon pertumbuhan (auksin) terhambat oleh adanya cahaya. Intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman dipengaruhi oleh seberapa dekat jarak tanaman tersebut terhadap sumber radiasi. Sama halnya seperti pada emisi spektral, setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap cahaya, sehingga intensitas cahaya yang dibutuhkan pun akan berbeda. Sebagai contoh, tanaman yang tumbuh liar di hutan tropis dengan kanopi rapat tidak membutuhkan cahaya sebanyak tanaman yang tumbuh di iklim kering dan panas seperti Mediteranian.

Menurut Ross dan Sulev (2000), *Photosynthetically Active Radiation* atau yang biasa disebut dengan PAR didefinisikan sebagai radiasi dalam kisaran panjang gelombang 400-700 nm, atau 380-710 nm di mana pada kisaran panjang gelombang tersebut, tanaman aktif melakukan fotosintesis untuk tumbuh dan berkembang. Energi dari sinar matahari ditangkap oleh tanaman dalam bentuk partikel yang disebut photon dengan satuan  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  atau dengan  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  di mana nilai mol setara dengan Einstein. Sager dan Farlane (1997) menyatakan bahwa tingkat radiasi yang ideal untuk melakukan fotosintesis pada tanaman C3 umumnya sekitar  $400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  untuk 16 jam pencahayaan harian. Beberapa

tanaman irradian tinggi, khususnya pada tanaman C4, membutuhkan setidaknya 500  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk 16 jam pencahayaan harian agar tumbuh dengan maksimal. Namun, tanaman daun yang tumbuh lambat dapat tumbuh baik hanya dengan 10 hingga 50  $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk 8 jam pencahayaan harian.

### **5. Lampu LED (*Light Emitting Diodes*)**

LED adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. LED merupakan lampu pertama yang diuji coba untuk hidroponik karena memiliki panjang gelombang yang cocok untuk proses fotosintesis tanaman. Lampu ini mampu meningkatkan proses pertumbuhan tanaman sehingga memberikan produksi yang lebih optimal. LED lebih aman untuk digunakan karena tidak menggunakan lapisan kaca, tidak menghasilkan suhu tinggi, dan tidak mengandung merkuri (Morrow, 2008)

Lampu LED memancarkan cahaya semata-mata oleh pergerakan elektron pada material. Lampu LED terdiri dari bahan /material semikonduktor yang memancarkan gelombang cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia dan memancarkannya dalam jumlah besar. Bahan semikonduktor dibungkus dalam plastik sehingga mengkonsentrasikan cahaya yang dihasilkan pada arah tertentu. Bahan plastik penutup dapat juga diberi warna, namun hal ini hanya untuk estetika dan memperkuat tampilan warna yang dihasilkan. Pewarnaan plastik ini tidak berpengaruh pada gelombang warna yang dihasilkan bergantung pada bahan semikonduktor yang dipakai (Lia Kurniawati, 2010).

Warna dan jenis lampu memberikan efek yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman, karena setiap lampu memiliki spektrum dan panjang gelombang yang berbeda. LED merah mampu meningkatkan proses pertumbuhan tanaman. LED biru baik digunakan sebagai media untuk mempertahankan proses vegetatif tanaman. Hidroponik selada menggunakan cahaya lampu neon akan menghasilkan produksi yang lebih besar (Kobayashi *et al.*, 2012).