

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Kebutuhan dan Produksi Kedelai di Indonesia**

Rata-rata kebutuhan kedelai di dalam negeri setiap tahun adalah 2.300.000 ton. Untuk memenuhi kebutuhan kedelai tersebut, produksi dalam negeri tahun 2010, baru mampu memenuhi 907.031 ton (41,22 %) dari kebutuhan sedangkan tahun 2011 baru mencapai 870.068 atau 37,85 % dari total kebutuhan, sedangkan kekurangannya berasal dari impor. Besarnya impor tersebut, menyebabkan kehilangan devisa negara yang cukup besar dan sangat rentan terhadap ketahanan pangan nasional.

Rendahnya produksi kedelai di dalam negeri antara lain disebabkan masih rendahnya produktivitas di tingkat petani, rata-rata hanya mencapai 13,78 ku/ha pada tahun 2011, sedangkan potensi produksi beberapa varietas unggul dapat mencapai 20,00– 35,00 ku/ha, hal ini karena belum diterapkannya teknologi spesifik lokasi, selain itu harga kedelai di tingkat petani yang berfluktuatif dan cenderung rendah merupakan penyebab utama berkurangnya minat petani menanam kedelai (Deptan, 2012).

## 2.2. Morfologi Tanaman Kedelai

Irwan (2006), menjelaskan tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak, dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya yaitu akar, daun, batang, polong, dan biji sehingga pertumbuhannya bisa optimal.

### 1. Akar

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul di sekitar misofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat ke dalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil.

Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi.

Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air di dalam tanah.

Pertumbuhan akar tunggang dapat mencapai panjang sekitar 2 m atau lebih pada kondisi yang optimal, namun demikian, umumnya akar tunggang hanya tumbuh pada kedalaman lapisan tanah olah yang tidak terlalu dalam, sekitar 30-50 cm. Sementara akar serabut dapat tumbuh pada kedalaman tanah sekitar 20-30 cm. Akar serabut ini mula-mula tumbuh di dekat ujung akar tunggang, sekitar 3-4 hari setelah berkecambah dan akan semakin bertambah banyak dengan pembentukan akar-akar muda yang lain.

### 2. Batang dan cabang

Hipokotil pada proses perkecambahan merupakan bagian batang, mulai dari pangkal akar sampai kotiledon. Hipokotil dan dua keeping kotiledon yang masih melekat pada hipokotil akan menerobos ke permukaan tanah. Bagian batang kecambah yang berada di atas kotiledon tersebut dinamakan epikotil.

Pertumbuhan batang kedelai dibedakan menjadi dua tipe, yaitu tipe determinate dan indeterminate. Perbedaan sistem pertumbuhan batang ini didasarkan atas keberadaan bunga pada pucuk batang. 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. Disamping itu, ada varietas hasil persilangan yang mempunyai tipe batang mirip keduanya sehingga dikategorikan sebagai semi-determinate atau semiindeterminate.

Jumlah buku pada batang tanaman dipengaruhi oleh tipe tumbuh batang dan periode panjang penyinaran pada siang hari. Pada kondisi normal, jumlah buku berkisar 15-30 buah. Jumlah buku batang indeterminate umumnya lebih banyak dibandingkan batang determinate.

Cabang akan muncul di batang tanaman. Jumlah cabang tergantung dari varietas dan kondisi tanah, tetapi ada juga varietas kedelai yang tidak bercabang. Jumlah batang bisa menjadi sedikit bila penanaman dirapatkan dari 250.000 tanaman/hektar menjadi 500.000 tanaman/hektar. Jumlah batang tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan jumlah biji yang diproduksi. Artinya, walaupun jumlah cabang banyak, belum tentu produksi kedelai juga banyak.

### 3. Daun

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliolate leaves*) yang tumbuh selepas masa pertumbuhan.

Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Umumnya, daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar. Daun mempunyai stomata, berjumlah antara 190-320 buah/m<sup>2</sup>.

Umumnya, daun mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. Panjang bulu bisa mencapai 1 mm dan lebar 0,0025 mm. Kepadatan bulu bervariasi, tergantung varietas, tetapi biasanya antara 3-20 buah/mm<sup>2</sup>. Jumlah bulu pada varietas berbulu lebat, dapat mencapai 3-4 kali lipat dari varietas yang berbulu normal. Contoh varietas yang berbulu lebat yaitu IAC 100, sedangkan varietas yang berbulu jarang yaitu Wilis, Dieng, Anjasmoro, dan Mahameru.

Lebat-tipisnya bulu pada daun kedelai berkaitan dengan tingkat toleransi varietas kedelai terhadap serangan jenis hama tertentu. Hama penggerek polong ternyata sangat jarang menyerang varietas kedelai yang berbulu lebat. Oleh karena itu, para peneliti pemulia tanaman kedelai cenderung menekankan pada pembentukan varietas yang tahan hama harus mempunyai bulu di daun, polong, maupun batang tanaman kedelai.

#### 4. Bunga

Tanaman kacang-kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia reproduktif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman

berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Tanaman kedelai di Indonesia yang mempunyai panjang hari rata-rata sekitar 12 jam dan suhu udara yang tinggi ( $>30^{\circ}\text{C}$ ), sebagian besar mulai berbunga pada umur antara 5-7 minggu. Tanaman kedelai termasuk peka terhadap perbedaan panjang hari, khususnya saat pembentukan bunga. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu.

Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi.

Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga.

Setiap ketiak tangkai daun yang mempunyai kuncup bunga dan dapat berkembang menjadi polong disebut sebagai buku subur. Tidak setiap kuncup bunga dapat tumbuh menjadi polong, hanya berkisar 20-80%. Jumlah bunga yang rontok tidak dapat membentuk polong yang cukup besar. Rontoknya bunga ini dapat terjadi pada setiap posisi buku pada 1-10 hari setelah mulai terbentuk bunga.

Periode berbunga pada tanaman kedelai cukup lama yaitu 3-5 minggu untuk daerah subtropik dan 2-3 minggu di daerah tropik, seperti di Indonesia. Jumlah bunga pada tipe batang determinate umumnya lebih sedikit dibandingkan pada batang tipe indeterminate.

Warna bunga yang umum pada berbagai varietas kedelai hanya dua, yaitu putih dan ungu.

## 5. Polong dan biji

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50, bahkan ratusan. 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. Namun demikian, sebagian besar biji berbentuk bulat telur. Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kulit biji dan janin (embrio). Pada kulit biji terdapat bagian yang disebut pusar (hilum) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Pada ujung hilum terdapat mikrofil, berupa lubang kecil yang terbentuk pada saat proses pembentukan biji. Warna kulit biji bervariasi, mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam, atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut.

Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah proses pembijian selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam. Namun demikian, biji tersebut harus mempunyai kadar air berkisar 12-13%.

### **2.3. Stadia Pertumbuhan Tanaman Kedelai**

Pengetahuan tentang stadia pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting, terutama bagi para pengguna aspek produksi kedelai. Hal ini terkait dengan jenis keputusan yang akan diambil untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal dengan tingkat produksi yang maksimal dari tanaman kedelai, misalnya waktu pemupukan, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penentuan waktu panen.

#### 1. Stadia Pertumbuhan Vegetatif

Stadia pertumbuhan vegetatif dihitung sejak tanaman mulai muncul ke permukaan tanah sampai saat mulai berbunga. Stadia perkecambahan dicirikan dengan adanya kotiledon, sedangkan penandaan stadia pertumbuhan vegetatif dihitung dari jumlah buku yang terbentuk pada batang utama. Stadia vegetatif umumnya dimulai pada buku ketiga

## 2. Stadia Pertumbuhan reproduktif

Stadia pertumbuhan reproduktif (generatif) dihitung sejak tanaman kedelai mulai berbunga sampai pembentukan polong, perkembangan biji, dan pemasakan biji.

### **2.4. Lingkungan Tumbuh Tanaman Kedelai**

Di Indonesia kedelai ditanam pada lahan sawah (setelah panen padi) dan pada lahan kering (terutama pada lahan kering yang tidak masam). Di Sulawesi, Kalimantan dan Sumatera ada juga kedelai ditanam pada lahan pasang surut/lebak yaitu pada musim kemarau. Sampai saat ini penyebaran kedelai di Indonesia masih terluas di pulau Jawa. Di Jawa kedelai ditanam sebagian besar dilahan sawah.

Lahan yang sesuai untuk tanaman kedelai adalah lahan tidak masam/pH diatas 5,0, tekstur lempung dan kandungan bahan organik tinggi sampai sedang. Kandungan hara tanah (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg) yang cocok atau sesuai adalah tinggi sampai sedang. Curah hujan 1.000 – 2.500 mm/tahun dan temperatur 20 – 35 C (Deptan, 2012).

### **2.5. Varietas Kedelai**

Sampai dengan tahun 2009 telah dilepas sebanyak kurang lebih 80 varietas kedelai. Berdasarkan umurnya varietas kedelai dibagi ke dalam 3 jenis yaitu varietas berumur genjah (<80 hari), umur sedang (80-89 hari) dan umur dalam (>90 hari), sedangkan berdasarkan warna bijinya kedelai dibagi menjadi biji kuning dan biji hitam. Pemilihan varietas kedelai disesuaikan dengan lokasi (spesifik lokasi). Untuk mendapatkan hasil yang tinggi, disarankan agar menggunakan varietas unggul yang bermutu.

**Tabel 1.** Deskripsi varietas Unggul kedelai



	varietas		
	tanggamus	wilis	kaba
Hasil rata-rata	1,22 t/ha	1,6 t/ha	2,13 ton/ha
Umur berbunga	35 hari	± 39 hari	35 hari
Umur saat panen	88 hari	85–90 hari	85 hari
Tinggi tanaman	67 cm	± 50 cm	64 cm
Bobot 100 biji	11,0 g	± 10 g	10,37 g
Dirilis tahun	2001	1983	2001

Sumber : pustaka.litbang.deptan (2008)

## 2.6. Kebutuhan Air Tanaman

Air yang dapat diserap oleh tanaman tergantung dari yang tersedia didalam tanah. Air yang tersedia ini berada dalam kisaran kapasitas lapang dan titik layu permanen. Jumlah air yang berada dalam kisaran tersebut sangat beragam, tergantung kadar bahan organik, tekstur dan tipe lempung suatu tanah (Susanti, 2011).

Kebutuhan air tanaman (Crop Water Requirement, CWR) adalah air yang digunakan oleh tanaman untuk memenuhi evapotranspirasi (ET), dan proses metabolisme. Karena air yang digunakan pada proses metabolisme ini kurang dari 1 %, maka CWR atau disebut juga Consumptive Use (CU) dianggap sama dengan ET. Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah total ET dari awal sampai akhir pertumbuhan. Kebutuhan air ini antara lain dipengaruhi oleh jenis dan umur tanaman, radiasi surya dan curah hujan (Rosadi dkk, 2013b).

Menurut Islami dan Utomo (1995) dalam budidaya tanaman dilapangan, kehilangan air dari tanah disamping terjadi karena proses transpirasi, juga lewat permukaan tanah yang disebut

sebagai evaporasi. Di lapangan proses transpirasi dan evaporasi terjadi secara bersamaan dan sulit dipisahkan satu dengan lainnya. Oleh karena itu kehilangan air lewat kedua proses ini pada umumnya dijadikan satu dan disebut “evapotranspirasi (ET)”. Dengan demikian evapotranspirasi merupakan jumlah air yang diperlukan oleh tanaman.

Pada umumnya kebutuhan air tanaman kedelai adalah sekitar 350-450 mm selama pertumbuhan kedelai. Pada saat perkecambahan kebutuhan air merupakan faktor yang sangat penting untuk keberlangsungan pertumbuhan kedelai selanjutnya. Pada masa pembungaan dan pengisian polong kebutuhan air adalah paling besar. Kedelai sebenarnya adalah tanaman yang toleran terhadap cekaman, kedelai masih dapat berproduksi bila cekaman tidak melebihi batas maksimal 50% kapasitas lapang (Flatian, 2012).

Pemberian air diberikan berdasarkan kriteria penjadwalan, salah satu penetapan kriteria penjadwalan adalah dengan menggunakan pemilihan waktu dan kriteria kedalaman.

Berdasarkan pemilihan waktu, penjadwalan pemberian air pada tanaman dibagi menjadi lima yakni :

1. *Fixed Interval*

Air diberikan pada jarak waktu tertentu. Air diberikan secara bebas pada daerah perakaran.

Hal ini dilakukan untuk mempermudah pekerjaan/kesederhanaan dalam pemberian air.

2. *Allowable Depletion Amount*

Irigasi diberikan ketika jumlah air dibawah keadaan kapasitas lapang, yakni dengan mengosongkan daerah perakaran. Irigasi ini sangat cocok untuk wilayah yang memiliki sistem frekwensi pengairan yang tinggi.

3. *Alloable Daily Stress*

Irigasi diberikan ketika mengantisipasi penurunan evapotranspirasi actual (Eta) berada dibawah kecepatan evapotranspirasi potensial. Irigasi ini baik jika dilakukan ketika persediaan air terbatas.

4. *Alloable Daily Yield Reduction*

Irigasi diberikan ketika respon hasil yang sebenarnya (Y aktual) mengalami penurunan dibawah fraksi hasil maksimum. Untuk memperkirakan perbandingan harian dari  $Y_{act}/Y_{max}$  ditetapkan dengan perbandingan  $E_{ta}/E_{tc}$  dan factor tanggapan hasil.

5. *Alloable Fraction Of Readily Available Water (RAW)*

Irigasi diberikan ketika penipisan air tanah secara relatif pada air tanah segera tersedia mengalami penurunan pada level atau tingkatan yang ditentukan. Diantara penjadwalan yang lain, hal ini sangat optimal dimana sampai pada 100% RAW irigasi selalu terjamin ketika kondisi kelembapan tanah terjadi kejenuhan.

Sedangkan jika dilihat dari kriteria kedalaman, dapat dibedakan sebagai berikut :

1. *Beackt to Field Capacity*

Yakni kandungan air didalam tanah dikembalikan pada keadaan kapasitas lapang.

## 2. *Fixed Depth*

Yakni mengantisipasi jumlah air yang digunakan.

(Raes, dkk. 1987)

### **2.7. Defisit Air Tanah Tersedia**

Kelebihan dan kekurangan air di media tumbuh kedelai akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil kedelai. Periode kritis kedelai terhadap air dapat ditentukan dengan menghadapkan tanaman pada kekeringan atau genangan sejak awal pertumbuhan sampai pertumbuhan akhir (Yuliana, 2011).

Jika suatu titik dimana penipisan Air Tanah Tersedia (ATT) mencapai maksimum (maximum Allowable Deficiency) disebut kandungan air tanah kritis ( $\theta_c$ ). Pada kondisi ini Evapotranspirasi aktual ( $ET_a$ ) masih sama dengan  $ET_m$ , namun apabila penipisan ATT melewati Titik kritis ini, maka,  $ET_a < ET_m$  dan akibatnya tanaman mengalami cekaman air (water stress). Apabila cekaman air ini terjadi maka tanaman akan menghentikan pertumbuhannya, dan ini bisa dilihat dari penampilan tanaman tersebut (Rosadi, dkk. 2005a).

Penipisan kandungan air tanah tersedia bagi tanaman mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (Suparni, 2010). Beberapa hal yang menyebabkan cekaman air pada tanaman yaitu karena ketersediaan air dalam media tidak cukup, transpirasi yang berlebihan atau kedua factor tersebut. Di lapangan walaupun di dalam tanah air cukup tersedia, tanaman dapat mengalami cekaman air. Hal ini terjadi jika kecepatan absorbs tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi. (Islami dan Utomo, 1995).

Pada hasil penelitiannya Susanti (2011) menjelaskan pengaruh tingkat air tersedia terhadap tinggi tanaman ditentukan oleh fase pertumbuhan tanaman. Pada fase awal pertumbuhan sampai pada

umur 4 mst (minggu setelah tanam), masing-masing perlakuan memperoleh jumlah air yang sama dan menghasilkan tanaman dengan tinggi yang tidak berbeda. Tinggi tanaman pada pengamatan 4 dan 6 mst tidak berbeda nyata karena pada awal pertumbuhannya tanaman memperoleh air dan unsur dalam jumlah yang cukup. Air adalah komponen utama dalam tanaman hijau, dimana air merupakan salah satu unsur alamiah utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan karena air berfungsi untuk menjamin kelangsungan proses fisiologis dan biologi tanaman. Dengan ketersediaan air yang cukup bagi tanaman dapat membantu akar dalam penyerapan unsur hara karena unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman adalah unsur hara yang larut dalam larutan tanah yaitu dalam bentuk ion-ion (kation maupun anion). Dengan penyerapan unsur hara yang cukup tentunya pasokan bahan baku dalam proses fotosintesis akan tersedia bagi tanaman, sehingga asimilat yang dihasilkan dapat digunakan dalam pengembangan batang, daun dan sistem perakaran tanaman. Hal inilah yang memacu pengamatan tinggi tanaman pada umur 4 dan 6 mst tidak berbeda nyata.

Menurut Allen dkk, (1998) total air tanah tersedia pada zona perakaran dapat dihitung dengan rumus :

$$TAW = 1000 (\theta_{fc} - \theta_{wp}) Z_r$$

Dimana :

TAW : Total air tanah tersedia pada zona perakaran (mm)

$\theta_{fc}$  : Kandungan air tanah pada saat kapasitas lapang ( $m^3 m^{-3}$ )

$\theta_{wp}$  : Kandungan air tanah pada saat titik layu permanen ( $m^3 m^{-3}$ )

$Z_r$  : Kedalaman Zona perakaran