

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kedelai

#### 1. Botani Kedelai

Pada awalnya, kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani kedelai yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merrill.

Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminosae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

(Adisarwanto, 2007).

## 2. Akar

Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang yang tumbuh mencapai 2 meter atau lebih pada kondisi optimal, tetapi pada umumnya akar tunggang hanya tumbuh 30-50 cm (Adisarwanto, 2007).

Pada akar tanaman kedelai terdapat bintil akar yang terbentuk karena adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman kedelai yang sangat berperan dalam proses fiksasi N<sub>2</sub> (Adisarwanto, 2008).

## 3. Batang

Pada tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinit dan indeterminit. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai pertambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar antara 15-20 buku dengan jarak antar buku berkisar antara 2-9 cm. Pada umumnya batang pada tanaman kedelai berjumlah antara 1-5 cabang (Adisarwanto, 2008).

## 4. Daun

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*). Bentuk daun kedelai pada umumnya bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*) (Adisarwanto, 2007).

## 5. Bunga

Bunga kedelai ada yang berwarna ungu dan putih. Bunga pada tanaman kedelai umumnya muncul atau tumbuh pada ketiak daun, yakni setelah buku kedua, tetapi terkadang bunga dapat pula terbentuk pada cabang tanaman yang mempunyai daun. Dalam satu kelompok bunga, pada ketiak daunnya akan berisi 1-7 bunga, tergantung dari varietas kedelai (Adisarwanto, 2008).

## 6. Polong

Polong kedelai biasanya berisi 1-4 biji. Jumlah polong per tanaman tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan. (Rukhmana dan Yuniarsih, 1996).

## B. Budidaya Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

### 1. Iklim

Kedelai sebagian besar tumbuh di daerah beriklim tropis dan subtropis. Kedelai dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas, dengan curah hujan 100-400 mm<sup>3</sup>/bulan pada ketinggian kurang dari 400 m di atas permukaan air laut (Taufiq dan Indarto, 2004).

Suhu optimal pada proses perkecambahan yaitu 30<sup>0</sup>C dan suhu lingkungan yang optimal untuk pembentukan bunga yaitu 24-25<sup>0</sup> C (Adisarwanto, 2007).

Tanaman jagung dapat dijadikan barometer untuk menentukan iklim yang tepat untuk tanaman kedelai (Taufiq dan Indarto, 2004).

## 2. Tanah

Pada kondisi lahan yang kurang subur dan agak asam kedelai dapat tumbuh dengan baik, asal tidak tergenang dengan air karena dapat membuat akar menjadi busuk. Toleransi pH yang baik sebagai syarat tumbuh yaitu antara 5,8-7, namun pada tanah dengan pH 4,5 kedelai masih dapat tumbuh dengan baik (Taufiq dan Indarto, 2004).

## 3. Varietas

Varietas unggul kedelai mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan varietas lokal. Kriteria varietas unggul yaitu, berproduksi tinggi, berumur genjah, tahan (resistensi) terhadap penyakit yang berbahaya misalnya karat daun atau virus, dan mempunyai daya adaptasi luas terhadap berbagai keadaan lingkungan tumbuh. misalnya varietas Wilis dan Dempo dapat tumbuh di tanah yang asam (Rukmana dan Yuniarsih, 1996).

Hasil penelitian Kriswantoro, dkk. (2012), mengenai uji adaptasi varietas kedelai di lahan kering membuktikan bahwa setiap varietas memiliki respon yang berbeda terhadap lingkungan sehingga pertumbuhan dan hasil yang diperoleh juga berbeda. Varietas Wilis, Slamet, dan Tanggamus memiliki daya adaptasi yang lebih baik dibandingkan varietas Anjasmoro. Varietas Wilis, Slamet, dan Tanggamus dapat dikembangkan dengan baik di lahan kering untuk diversifikasi pangan khususnya kedelai mendampingi varietas Anjasmoro yang saat ini lebih banyak dikembangkan. Produksi per hektar yang diperoleh oleh varietas Wilis (2.29 ton), Slamet (2.24 ton), Tanggamus (1.99 ton) dan Anjasmoro (1.66 ton). Hasil di atas menunjukkan bahwa varietas kedelai Wilis, Slamet dan Tanggamus berpotensi untuk dikembangkan karena

mampu beradaptasi di lahan kering dengan produksi yang tinggi. Adapun deskripsi varietas unggul yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel1. Deskripsi varietas unggul yang digunakan dalam penelitian

<b>B. Keterangan</b>	<b>Varietas Kaba</b>	<b>Varietas Tanggamus</b>	<b>Varietas Wilis</b>
Tahun dilepas	22 Oktober 2001	22 Oktober 2001	21 Juli 1983
Hasil rata-rata	2,13 ton/ha	1,22 ton/ha	1,6 ton/ha
Asal	Silang ganda 16	Hibrida	Seleksi keturunan
Warna hipokotil	Ungu	Ungu	Ungu
Warna epikotil	Hijau	Hijau	Hijau
Warna Bunga	Ungu	Ungu	Ungu
Warna kulit	Kuning	Kuning	Kuning
Warna polong	Coklat	Coklat	Coklat tua
Warna hilum	Coklat	Coklat tua	Coklat tua
Bentuk biji	Lonjong	Oval	Oval pipih
Tipe tumbuh	Determinit	Determinit	Determinit
Umur berbunga	35 hari	35 hari	± 39 hari
Umur panen	85 hari	88 hari	85–90 hari
Tinggi tanaman	64 cm	67 cm	± 50 cm
Bobot 100 biji	10,37 g	11,0 g	± 10 g
Ukuran biji	Sedang	Sedang	
Kandungan protein	44,0%	44,5%	37,0%
Kandungan lemak	8,0%	12,9%	18,0%
Pengusul	Muchlish A, dkk	Muchlish Adie, dkk	Sumarno, dkk.

Sumber :Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2004).

#### **D. Hubungan Tanaman dan Air**

Air merupakan kebutuhan penting bagi pertumbuhan tanaman. Berbagai cara pemberian air irigasi dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman secara optimal sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Air yang dibutuhkan oleh tanaman, ketersediaan air untuk irigasi dan kapasitas tanah untuk menyimpan air merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi waktu dan jumlah pemberian air irigasi (Hansen, dkk, 1986).

Kebutuhan air tanaman adalah air yang digunakan oleh tanaman untuk memenuhi evapotranspirasi dan proses metabolisme. Kebutuhan air untuk tanaman adalah jumlah total evapotranspirasi dari awal sampai akhir pertumbuhan. Kebutuhan air ini antara lain dipengaruhi oleh jenis tanah dan umur tanaman, radiasi surya dan curah hujan (Islami dan Utomo, 1995).

Jumlah air dalam tanah yang dapat digunakan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhan air memiliki batas-batas tertentu. Air tanah yang berada antara kapasitas lapang dan titik layu permanen merupakan air yang dapat digunakan oleh tanaman. Sehingga disebut air tersedia (Available Water) (Islami dan Utomo, 1995).

Menurut Hillel (1996) kapasitas lapang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : tekstur tanah, tipe liat yang ada, kandungan bahan organik, kedalaman pembasahan dan kadar air sebelumnya, adanya lapisan penahan pada profil, dan evapotranspirasi.

### **E. Konsep Air Tersedia**

Air tanah tersedia setara dengan kisaran kadar air tanah yang diketahui, dari batas atas (kapasitas lapang) sampai batas bawah (titik layu permanen), keduanya merupakan ciri dan bersifat tetap untuk suatu tanah tertentu (Veihmeyer dan Hendrickson, 1955 dalam Hillel, 1996).

Air di dalam tanah berada di dalam ruang pori diantara padatan tanah. Semua ruang pori tanah terisi oleh air jika tanah dalam keadaan jenuh air. Jumlah air yang disimpan didalam tanah pada saat kondisi seperti ini juga merupakan jumlah air maksimum yang disebut kapasitas penyimpan air maksimum. Selanjutnya, tanah dikatakan tidak jenuh jika tanah dibiarkan mengalami pengeringan, sebagian ruang pori akan terisi udara dan sebagian terisi air (Islami dan Utomo, 1995).

Suhardi (1986) menyatakan kandungan air yang mudah dihisap oleh tanaman berkisar antara 50% - 66% dari kapasitas tersedia. Artinya bahwa tanah yang berdaya tahan 30 gram per 100 gram tanah kering dan berkapasitas tersedia adalah 15 gram hanya 8-10 gram dapat dihisap dengan mudah. Kapasitas lapang (field capacity) adalah keadaan air dalam tanah sesudah air gravitasi turun sama sekali. Titik layu permanen adalah keadaan air di dalam tanah pada saat tanaman menjadi layu permanen.

Bagian dari air tanah tersedia pada saat evapotranspirasi aktual ( $ET_a$ ) sama dengan evapotranspirasi maksimal ( $ET_m$ ) atau pada saat tanaman belum mengalami cekaman air (water stress) disebut sebagai fraksi penipisan air tanah tersedia ( $p$ ) (Rosadi, 2012).  $ET_m$  dalam pembahasan ini sama dengan  $ET_c$ .

Proses kehilangan air atau yang lebih dikenal dengan evaporasi dapat terjadi dari tanaman, permukaan tanah dan permukaan air bebas. Evaporasi adalah suatu proses bisa menyebabkan kehilangan air yang cukup besar pada daerah pertanian beririgasi atau tidak beririgasi (Hillel, 1996).

Evapotranspirasi merupakan kehilangan air melalui proses penguapan dari tumbuh-tumbuhan yang banyaknya berbeda-beda tergantung dari kadar kelembaban tanah dan jenis tumbuhan (Kartasapoetra dan Mulyani, 1994).

Jumlah evapotranspirasi tanaman selama satu periode pertumbuhan tanaman dalam kondisi air tanah dapat memenuhi permintaan evapotranspirasi maka diperoleh kebutuhan air tanaman (crop water requirement) yang disebut juga dengan evapotranspirasi maksimum (ET<sub>m</sub>). Evapotranspirasi aktual (ET<sub>a</sub>) dikenal juga sebagai evapotranspirasi tanaman (ET<sub>c</sub>). (Islami dan Utomo, 1995).

Nilai ET<sub>c</sub> dapat diprediksi dengan persamaan:

$$ET_c = ET_o \times K_c \dots\dots\dots(1)$$

Koefisien pertumbuhan tanaman (*K<sub>c</sub>*) didefinisikan sebagai perbandingan antara besarnya evapotranspirasi potensial dengan evaporasi acuan tanaman pada kondisi pertumbuhan tanaman yang tidak terganggu. Dalam hubungannya dengan pertumbuhan dan perhitungan evapotranspirasi acuan tanaman (*ET<sub>o</sub>*), maka dimasukkan nilai *K<sub>c</sub>* yang nilainya tergantung pada musim, serta tingkat pertumbuhan tanaman (Allen, et al., 1998).



Koefisien pertumbuhan tanaman (kc) menurut Dorenbos dan Pruiit (1984) dalam Titiek dan Utomo (1995) menyatakan nilai kc bervariasi menurut jenis dan umur tanaman serta perubahan musim dan kondisi iklim yang dominan.

Evapotranspirasi acuan (ET<sub>o</sub>) adalah evapotranspirasi untuk lahan dengan penutupan tajuk penuh oleh rerumputan hijau dengan tinggi antara 8-15 cm (Handoko, 1995).

Evapotranspirasi acuan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode, yaitu : metode Penman-Monteith, metode Blaney-Criddle, metode pan evaporasi, dan metode Thornthwaite (Allen, et al, 1998).

#### **F. Waktu Pemberian Air Irigasi**

Proses penentuan waktu pemberian air irigasi dan jumlah air yang harus diberikan sangat diperlukan untuk efisiensi penggunaan air, energi, dan input produksi lainnya. (James, 1988).

Menurut Raes, (1987) kriteria waktu terbagi atas beberapa macam, yaitu :

1. *Fixed Interval* : irigasi diaplikasikan pada selang waktu tetap tidak tergantung keadaan air di daerah perakaran.
2. *Allowable Depletion Amount* : irigasi dilakukan apabila jumlah kadar air di bawah kapasitas lapang yang telah ditentukan, telah habis/kosong.
3. *Allowable Daily Stress* : irigasi dilakukan apabila evapotranspirasi aktual menurun di bawah evapotranspirasi potensial.
4. *Allowable Daily Yield Reduction* : irigasi dilakukan apabila respon hasil aktual (Y<sub>a</sub>) menurun di bawah presentase yang telah ditentukan dari hasil maksimum.

5. *Allowable Fraction of Readily Available Water (RAW)* : irigasi dilakukan apabila pemakaian air di daerah perakaran melampaui batas RAW.

Sedangkan kriteria jumlah pemberian air irigasi terbagi atas :

1. *Fixed Depth* : jumlah air irigasi yang diberikan (setiap waktu) tetap.
2. *Back to field capacity* : air irigasi yang diberikan dalam usaha untuk menaikkan kadar air tanah pada kondisi kapasitas lapang.

### **G. Tanggapan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman**

Tanggapan hasil terhadap air (*yield response to water*) adalah hubungan antara hasil dan pasokan air bagi tanaman. Hubungan keduanya menunjukkan hasil yang berbeda pada pasokan air yang berbeda. Hasil tanaman dikenal dengan hasil tanaman maksimum ( $Y_m$ ) dan hasil tanaman aktual ( $Y_a$ ), sedangkan pasokan air bagi tanaman merupakan air yang diberikan kepada tanaman sebagai kebutuhan air tanaman. Hasil tanaman maximum (*maximum yield*,  $Y_m$ ) adalah hasil yang diperoleh maksimum karena pasokan air sepenuhnya memenuhi kebutuhan air tanaman, dengan asumsi faktor pertumbuhan lainnya terpenuhi, sedangkan hasil aktual ( $Y_a$ ) adalah hasil tanaman aktual sesuai dengan pasokan yang tidak memenuhi kebutuhan air tanaman sepenuhnya, dengan asumsi faktor-faktor pertumbuhan lainnya terpenuhi. Ketika pasokan air tidak memenuhi,  $ET_a$  akan jatuh di bawah  $ET_m$  atau  $ET_a < ET$ . Dalam kondisi ini cekaman air akan berkembang pada tanaman yang akan berpengaruh buruk pada pertumbuhan dan akhirnya hasil panen. Pengaruh

cekaman terhadap pertumbuhan dan hasil tergantung pada varietas tanaman dan waktu terjadinya defisit air (Rosadi, 2012).

Secara empirik hubungan antara hasil terhadap evapotranspirasi tanaman dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\left[ 1 - \frac{Y_a}{Y_m} \right] = K_y x \left[ 1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right] \dots \dots \dots ( 2 )$$

Dimana,  $1 - Y_a/Y_m$  adalah penurunan hasil relatif,  $1 - ET_a/ET_m$  adalah defisit evapotranspirasi relatif,  $K_y$  adalah respon tanggapan hasil (*yield response factor*),  $ET_a$  adalah evapotranspirasi aktual, dan  $ET_m$  adalah evapotranspirasi maksimum (Doorenboss dan Kassam, 1979).

Hasil tanaman adalah fungsi dari pertumbuhan. Oleh karena itu, sebagai akibat lebih lanjut cekaman air akan menurunkan hasil tanaman dan bahkan tanaman gagal membentuk hasil. Jika cekaman air terjadi pada intensitas yang tinggi dan dalam waktu yang lama akan mengakibatkan tanaman mati. Tanggapan pertumbuhan dan hasil tanaman terhadap cekaman air tergantung stadia pertumbuhan saat cekaman air tersebut terjadi. Jika cekaman air terjadi pada stadia pertumbuhan vegetatif yang cepat, pengaruhnya akan lebih merugikan jika dibandingkan dengan cekaman air terjadi pada stadia pertumbuhan lainnya. Jika ketersediaan air didalam tanah cukup untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, maka tingkat hasil tanaman akan ditentukan oleh ketersediaan hara dan adanya serangan hama/penyakit (Islami dan Utomo, 1995).

Menurut Rosadi, dkk. (2005), produktivitas hasil kedelai per unit area di bawah irigasi penuh, dalam tanah Ultisol adalah ( 21,3 gram/pot ) atau 2,3 kali dari Latosol ( 9,3 gram/pot ). Hal ini dapat diasumsikan bahwa perbedaan tersebut terjadi karena pengaruh sifat kimia yang berbeda, khususnya keasaman tanah. Nilai faktor rata-rata masing-masing respon hasil ( $K_y$ ) dari Ultisol dan Latosol adalah 0,804 dan 1,74, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa hasil irigasi defisit efektif digunakan dalam tanah Ultisol dan tidak efektif dalam Latosol. Sedangkan hasil penelitian lainnya yaitu Rosadi, dkk. (1998) pada penggunaan tanah Ultisol dengan varietas Wilis, menunjukkan bahwa produksi kedelai bervariasi dari 4,1 gram/pot sampai dengan 8,18 gram/pot, dan kebutuhan air tanaman kedelai bervariasi dari 211,12 mm/pot sampai dengan 399,15 mm/pot.