

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kedelai

2.1.1 Asal usul dan Taksonomi Tanaman Kedelai

Kedelai telah dibudidayakan oleh manusia sejak 2500 SM dan merupakan tanaman asli daratan Cina. Tanaman kedelai kemudian ikut tersebar ke berbagai negara tujuan perdagangan seperti Jepang, Korea, Indonesia, India, Australia, dan Amerika dengan semakin berkembangnya perdagangan antarnegara yang terjadi pada awal abad ke-19. Kedelai mulai dikenal di Indonesia sejak abad ke-16.

Awal mula penyebaran dan pembudidayaan kedelai yaitu di Pulau Jawa, kemudian berkembang ke Bali, Nusa Tenggara dan pulau - pulau lainnya.

Kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *Soja max*. Namun pada tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah, yaitu *Glycine max (L.) Merrill* (Irwan, 2006).

Menurut Hanum (2008), kedelai dikenal dengan beberapa nama lokal diantaranya adalah kedele, kacang jepung, kacang bulu, gedela dan demokam. Di Jepang dikenal adanya kedelai rebus (*edamame*) atau kedelai manis dan kedelai hitam (*koramame*) sedangkan nama umum di dunia disebut “*soyabean*”. Kedudukan kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Devisi : Spermatophyta
Sub-divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Polypetales
Famili : Leguminosa
Sub Famili : Papilionoideae
Genus : Glysin
Species : *Glycine max* (L) Merrill



Gambar 1. Tanaman Kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill)

Sumber : (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1997)

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kedelai

a) Tanah

Tanaman kedele dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan drainase dan aerasi tanah yang cukup baik serta air yang cukup selama pertumbuhan tanaman.

Tanaman kedele dapat tumbuh baik pada tanah alluvial, regosol, grumosol, latosol atau andosol. Pada tanah yang kurang subur (miskin unsur hara) dan jenis tanah podsolik merah-kuning, perlu diberi pupuk organik dan pengapuran.

b) Iklim

Kedele dapat tumbuh subur pada: curah hujan optimal 100 - 200 mm/bulan.

Temperatur 25 - 27 derajat Celcius dengan penyinaran penuh minimal 10 jam/hari. Tinggi tempat dari permukaan laut 0-900 m, dengan ketinggian optimal sekitar 600 m. Air curah hujan yang cukup selama pertumbuhan dan berkurang saat pembungaan dan menjelang pemasakan biji akan meningkatkan hasil kedele (Hanum, 2008).

2.1.3 Manfaat Kedelai

Pemanfaatan utama dari kedelai (*Glycine max* (L) *merrill*) adalah pada bagian biji. Biji kedelai mengandung banyak protein dan lemak serta beberapa bahan gizi lain. Bagi industri pengolahan pangan di Indonesia, kedelai digunakan sebagai bahan baku pembuatan tahu, tempe dan kecap. Khusus untuk tahu dan tempe, keduanya mendominasi pemanfaatan kedelai untuk bahan pangan sejak tahun 2002 - 2012, yakni masing-masing 7,2673 kg/kapita/tahun dan 7,6081 kg/kapita/tahun, sedangkan olahan lain seperti kedelai segar, kecap, tauco dan oncom tidak mencapai 1 kg/kapita/tahun (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2013).

Kedelai mempunyai banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Kandungan gizi yang ada dalam kedelai banyak yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. kandungan gizi pada tanaman kedelai dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Kandungan Gizi Kedelai (100 g)

No.	Kandungan	Gizi Kedelai
1.	Protein	46,2
2.	Lemak	19,1
3.	Karbohidrat	28,2
4.	Kalsium (mg)	254
5.	Besi (mg)	11
6.	Fosfor (mg)	781
7.	Vitamin B1 (UI)	0,48
8.	Vitamin B12 (UI)	0,2
9.	Serat (g)	3,7
10.	Abu (g)	6,1

Sumber : Sutomo (2008) dalam Dwinaningsih (2010).

Dewasa ini kedelai tidak hanya digunakan sebagai sumber protein, tetapi juga sebagai pangan fungsional yang dapat mencegah timbulnya penyakit degeneratif seperti penuaan dini, jantung koroner, dan hipertensi. Senyawa isoflavon yang terdapat pada kedelai ternyata berfungsi sebagai antioksidan (Ginting, dkk., 2009).

2.2 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah kombinasi dari dua proses yang berbeda yaitu evaporasi yang merupakan penguapan air dari permukaan tanah dan transpirasi yang merupakan penguapan air dari tanaman. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai ET antara lain pengukuran langsung, perhitungan dengan data meteorologi dan pengukuran dengan panci evaporasi (Allen *et. al.*, 1998).

Dalam penelitiannya, Ortega-Farias *et. al.* (2004) membandingkan perhitungan evapotranspirasi yang menggunakan model Penman – Monteith dengan gabungan

pengukuran panas laten aerodinamis dan neraca air tanah. Hasilnya menunjukkan bahwa model Penman – Monteith memperoleh nilai yang lebih baik pada saat seluruh musim tanam dalam semua kondisi air tanah dan lingkungan. Hal ini terlihat menarik bahwa model ini memperoleh hasil yang baik pada setiap tahap perkembangan tanaman termasuk saat periode dengan LAI sangat rendah.

2.2.1 Evapotranspirasi Tanaman di Bawah Kondisi Standar

Sebuah metode yang dapat digunakan untuk menentukan evapotranspirasi tanaman (ET_c) yaitu dari perhitungan evapotranspirasi acuan (ET_o) dan koefisien tanaman. Namun, koefisien tanaman berdasarkan waktu standar mungkin tidak dapat mewakili penggunaan air aktual tanaman. Sehingga selama percobaan pada gandum digunakan koefisien tanaman basal (K_{cb}) untuk menghitung ET_c .

(Hunsaker *et. al.*, 2007).

Kebutuhan air tanaman kedelai bervariasi antara 300 mm dan 800 mm yang dipengaruhi oleh iklim, tanah, kultivar tanaman dan manajemen pemeliharaan. Kedelai membutuhkan maksimum air mencapai sekitar 8-9 mm/hari (Studeto *et. al.*, 2012).

Menurut penelitian Manik, dkk. (2010), laju evapotranspirasi tanaman kedelai tertinggi adalah 20 mm/minggu atau sekitar 3 mm/hari, sedangkan evapotranspirasi baku tertinggi adalah 24 mm/minggu. Jumlah ini umumnya lebih kecil dari beberapa penelitian lainnya. Hal ini besar kemungkinan terjadi karena tingginya kelembaban udara di lokasi penelitian. Meskipun suhu tinggi tetapi Lampung umumnya memiliki kelembaban di atas 80%. Dengan kelembaban yang tinggi maka akan dapat menurunkan laju evapotranspirasi.

2.2.2 Evapotranspirasi Standar

Beberapa metode pendugaan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai ET_o adalah metode Penman, metode *Blaney-Cridle*, metode panci evaporasi dan metode radiasi. Namun dari beberapa metode tersebut, FAO lebih merekomendasikan penggunaan metode Penman - Monteith dalam Allen *et. al.*, (1998).

Nilai laju evapotranspirasi standar yang diukur dengan pendekatan Penman – Moteith di Provinsi Lampung berkisar antara 2,45 – 5,35 mm/hari dengan peluang tertinggi yaitu 3,95 mm/hari. Jika nilai ini dikalikan dengan nilai K_c dari panci evaporasi maka didapatkan hasil dalam minggu minggu pertama penanaman kedele yaitu sampai fase kotiledon harus tersedia air setinggi 10 mm/minggu, kemudian sekitar 12 mm/minggu pada fase buku pertama, fase buku ketiga sampai fase pembungaan membutuhkan air setinggi 21 mm/minggu, fase pembentukan polong membutuhkan air setinggi 30 mm/minggu, fase pembentukan biji 21 mm/minggu dan fase masak penuh 6 mm/minggu (Manik, dkk., 2010).

Beberapa persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan ET_o telah dibandingkan oleh Tesmegen *et.al.*, (2005) yaitu persamaan Penman menurut *California Irrigation Management Information System (CIMIS)*, persamaan Penman – Monteith dari *Food and Agriculture Organization (FAO)*, persamaan Penman – Monteith dari *American Society of Civil Engineers (ASCE)* dan persamaan Hargreaves. Perbandingan dalam jam dan harian dari ET_o dan radiasi (R_n) dibuat dalam grafik dan regresi linier sederhana. Nilai ET_o yang ditentukan dari persamaan Penman CIMIS sangat baik sesuai dengan nilai yang ditentukan

dari persamaan Penman – Monteith standar baik per jam maupun harian. Namun, radiasi (R_n) yang dihasilkan dari kedua persamaan tersebut sangat berbeda.

2.2.3 Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman yang disebut K_c merupakan nilai perbandingan antara evapotranspirasi tanaman dan permukaan acuan. Perbedaan tersebut dibagi menjadi koefisien tunggal (*Single Coefficient*) atau dapat dibagi menjadi dua faktor terpisah (*Dual Crop Coefficient*) yang menjelaskan perbedaan evapotranspirasi dan transpirasi. Pemilihan pendekatan tergantung pada tujuan dari perhitungan, ketelitian yang diperlukan, ketersediaan data iklim dan waktu yang diperlukan (Rosadi, 2012).

Nilai K_c beberapa tanaman menurut *Irrigation and Drainage Paper 56* FAO adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Koefisien Konsumtif (K_c) Pada Beberapa Tanaman

<i>Crop</i>	<i>Kc ini¹</i>	<i>Kc mid</i>	<i>Kc end</i>	<i>Maximum Crop Height (h) (m)</i>
<i>Broccoli</i>	0,7	1,05	0,95	0,3
<i>Cabbage</i>	0,7	1,05	0,95	0,4
<i>Carrots</i>	0,7	1,05	0,95	0,3
<i>Cauliflower</i>	0,7	1,05	0,95	0,4
<i>Lettuce</i>	0,7	1,00	0,95	0,3
<i>Spinach</i>	0,7	1,00	0,95	0,3
<i>Soy beans</i>	-	1,15	0,50	0,5 – 1,0

Sumber: Allen *et. al.*, (1998)

Menurut Manik, dkk. (2010) menyatakan bahwa nilai K_c yang diperoleh sesuai dengan fase pertumbuhan berdasarkan metode Penman – Monteith menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan hasil dari panci evaporasi. Sedangkan nilai

K_c dari pengukuran laju evapotranspirasi dengan menggunakan rumput dalam ember sebagai standar sepertinya tidak tepat karena diperoleh hasil yang mendatar. Padahal secara umum, nilai K_c akan meningkat ketika memasuki fase generatif dan kemudian menurun kembali pada fase pemasakan.

2.3 Neraca Air

Metode yang sering digunakan untuk menduga dinamika kadar air tanah selama periode pertumbuhan tanaman adalah permodelan neraca air. Dengan mengetahui neraca air maka dapat dihitung jumlah kebutuhan air tanaman untuk dapat berproduksi, terutama pada periode kritis yaitu pada saat kadar air tanah sangat rendah maupun dalam keadaan normal (Djufry, 2012).

Selain itu, manfaat secara umum dari analisis neraca air menurut Purnama, dkk. (2012) antara lain:

1. Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan - bulan yang defisit air.
2. Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan - bulan yang surplus air.
3. Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti sawah, perkebunan, dan perikanan.

Menurut Mardawilis, dkk. (2011) yang melakukan penelitian di Riau dengan menggunakan metode *Thornthwite and Mather*, keadaan neraca air pada kondisi normal mengalami surplus yakni pada bulan September sampai Juni, sedangkan

defisit terjadi pada bulan Juli sampai dengan Agustus. Pada kondisi kering, keadaan neraca air dasarian mengalami defisit air yang lebih panjang yakni terjadi mulai dasarian I di bulan Mei sampai dengan dasarian II di bulan Oktober serta selama bulan Februari. Kondisi defisit terparah terjadi selama bulan Agustus sampai Oktober. Sedangkan pada kondisi basah, tidak mengalami kondisi defisit air. Walaupun keadaan neraca air mengalami defisit, akan tetapi masih pada batas air tersedia bagi tanaman, maka dapat disimpulkan bahwa di wilayah penelitian dapat dilakukan penanaman tanaman pangan sepanjang tahun dengan input produksi (irigasi) pada kondisi kering.

Perhitungan neraca air lahan tiap kecamatan di Merauke menurut Djufry (2012) yang juga dengan menggunakan metode *Thornthwite and Mather*, disusun berdasarkan data curah hujan, laju evapotranspirasi, dan kemampuan tanah menahan air pada daerah perakaran sedalam 30 cm. Dari perhitungan tersebut diketahui bahwa wilayah di kabupaten Merauke sebagian besar mempunyai periode surplus sebesar 3 – 6 bulan pada bulan November sampai Mei/Juni. Sedangkan periode defisit yang terjadi di wilayah tersebut sekitar 4 – 7 bulan. Tingginya defisit air kemungkinan disebabkan besarnya evapotranspirasi pada wilayah tersebut sehingga kadar air tanah mengalami penurunan secara drastis.

Model simulasi untuk mengetahui neraca air dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah dilakukan di daerah Sulawesi Utara oleh Panelewan, dkk. (2012). Hasil dari simulasi tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar curah hujan bulanan mempunyai tren meningkat, sesuai dengan data dari BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika) yang juga menyatakan bahwa curah hujan di Sulawesi Utara telah mengalami peningkatan sebesar 115%.

Dari hasil pemetaan defisit air diketahui bahwa pada bulan September terjadi defisit yang tertinggi yang disebabkan oleh besarnya penguapan. Hal ini berpengaruh pada penurunan produksi tanaman khususnya pada bulan tersebut. Sedangkan hasil pemetaan surplus air tertinggi terjadi pada bulan Juli, ditunjukkan berdasarkan variasi yang luas dibandingkan dengan bulan lainnya. Khususnya di daerah selatan Sulawesi Utara yang mempunyai surplus hingga 270 mm pada bulan Juli dan Agustus yang disebabkan karena tingginya curah hujan sehingga dinamakan daerah non ZOM (Zona Musim).

Dari analisis neraca air dapat diperoleh informasi tentang tingkat ketersediaan air tanah. Khususnya di Bali, secara spasial pola ketersediaan air tanah mirip dengan pola sebaran curah hujan dan topografi. Ketersediaan air tanah di Bali saat puncak musim kemarau sebagian besar berada pada tingkat kurang hingga sedang, namun di beberapa kecamatan ada yang masih berada pada tingkat cukup. Selain itu, pada daerah dataran tinggi secara umum memiliki ketersediaan air tanah yang lebih besar dari pada dataran rendah dan pesisir pantai (Purbawa dan Wiryajaya, 2009).

2.4 Pola Tanam

Hidayat, dkk. (2006), menyebutkan pada suatu periode dapat terjadi kelebihan air dan pada periode lainnya dapat terjadi kekurangan air bagi tanaman karena jumlah air yang tersedia dan jumlah air yang dibutuhkan akan mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu. Maka dalam menyusun perencanaan di lahan pertanian, informasi tentang kelebihan dan kekurangan air tersebut sangat membantu. Selain

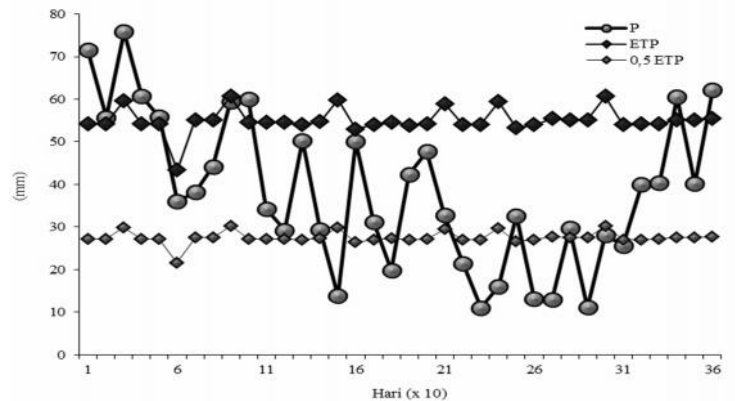
itu, tanah juga mempunyai peranan penting terhadap ketersediaan air bagi tanaman.

Lamanya musim tanam (*length growing season*) yang sepenuhnya ditentukan oleh ketersediaan air bagi tanaman sangat mempengaruhi pola tanam. Masa tanam atau *growing season* (GS) khususnya pada lahan tadah hujan tergantung pada ada tidaknya curah hujan dan distribusinya selama periode tertentu. Pola curah hujan rata-rata bulanan atau potensi dan pola pasokan air irigasi secara umum digunakan untuk menentukan musim tanam dan penetapan pola tanam pada masing-masing wilayah (Djufry, 2012).

Curah hujan bulanan di wilayah tertentu menentukan jadwal dan pola tanam di lahan kering. Jadwal dan pola tanam ditetapkan petani berpedoman pada kebiasaan yang turun menurun, antara lain berdasarkan bulan terjadinya hujan. Penetapan pola tanam seperti ini biasanya kurang optimal sehingga dapat mendatangkan risiko gagal panen. Maka informasi yang akurat tentang karakteristik curah hujan merupakan suatu hal penting untuk menghindari kejadian tersebut (Dwiratna, dkk., 2013).

Secara klimatologis dapat disimpulkan bahwa kedelai dapat ditanam pada bulan-bulan dengan CH antara 60 – 100 mm. Bulan-bulan aman penanaman kedelai di daerah kering tanpa irigasi adalah antara bulan Desember – Mei. Dengan demikian dalam setahun masih mungkin ditanam setidaknya satu kali sesudah penanaman padi (Desember – Februari) atau dua kali asalkan pada penanaman pertama tanah terdrainase dengan baik menjelang panen sehingga air tidak menggenang (Manik, dkk., 2010).

Menurut Musa (2012), menyatakan bahwa berdasarkan hasil analisis neraca air maka dapat diperoleh informasi mengenai surplus dan defisit air di suatu wilayah. Hal ini dapat digambarkan dalam kurva neraca air yang menunjukkan hubungan nilai antara curah hujan dan evapotranspirasi potensial. Berikut ini adalah contoh kurva neraca air di Kecamatan Marisa:



Gambar 2. Neraca Air Dekadean dalam Setahun dari Tahun 1994 – 2008

Sumber: Musa (2012)

Berdasarkan kurva neraca air tersebut diketahui bahwa hampir sepanjang tahun mengalami defisit air karena nilai ETP melebihi curah hujan, kecuali bulan Januari hingga akhir Februari. Tetapi bila melihat kurva neraca air 0,5 ETP dan curah hujan (P), maka terlihat nilai curah hujan melebihi 0,5 ETP pada bulan Januari hingga pertengahan bulan juli dan awal bulan November hingga Desember, sehingga pada bulan tersebut mengalami surplus air. Sedangkan defisit air terjadi pada akhir Juli hingga akhir bulan Oktober. Jika penentuan awal masa tanam didasarkan saat nilai curah hujan = 0,5 ETP, dengan demikian pada bulan-bulan surplus tersebut dijadikan dasar awal dari masa tanam.