

I. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Budidaya Tanaman Jagung

Jagung (*Zea Mays*) merupakan tanaman dengan tingkat penggunaan air sedang, berkisar antara 400 sampai 500 mm. Namun demikian, budidaya jagung terkendala oleh tidak tersedianya air dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Tanaman jagung dalam taksonomi diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : *Plantae*

Ordo : *Poales*

Famili : *Poaceae*

Genus : *Zea*

Spesies : *Z. May*

Nama binomial : *Zea mays ssp.mays*

Jagung cukup memadai untuk dijadikan pangan pengganti beras atau dicampur dengan beras. Keunggulan jagung dibandingkan dengan komoditas pangan lain adalah kandungan gizinya lebih tinggi dari beras, sumber daya alam Indonesia juga dapat mendukung untuk pembudidayaanya, harganya relatif murah dan tersedianya teknologi budidaya dan pengolahann. Selain sebagai makanan pokok, jagung juga dapat digunakan sebagai pakan ternak dan bahan industri serta komoditas ekspor (Suprpto, 2005).



Gambar 1. Tanaman Jagung (*Zea Mays*)

2.1.1 Pemilihan Varietas

Pemilihan varietas jagung diarahkan kepada varietas unggul yang dapat memberi hasil dan keuntungan yang besar bagi petani. Varietas jagung yang ideal dicirikan oleh sifat-sifat sebagai berikut (Suprpto, 2005):

1. Hasil biji persatuan luas tinggi
2. Tanggap terhadap pemupukan
3. Berdaya hasil tinggi
4. Toleran terhadap penyakit dan hama
5. Beradaptasi baik pada berbagai lingkungan
6. Tegap dan tahan rebah
7. Kandungan protein cukup tinggi
8. Daya kecambah benih lebih dari 90%
9. Benih murni, tidak tercampur dengan varietas atau benda lain

2.1.2 Pengolahan Lahan

Tanaman jagung memerlukan aerasi dan drainase yang baik sehingga perlu pengemburan tanah. Pada umumnya persiapan lahan untuk tanaman jagung dilakukan dengan cara dibajak sedalam 15 – 20 cm, diikuti dengan penggaruan tanah sampai rata (Suprpto, 2005).

Ketika mempersiapkan lahan, sebaiknya tanah jangan terlampau basah, tetapi cukup lembab sehingga mudah dikerjakan dan tidak lengket. Untuk jenis tanah berat dengan kelebihan air, perlu dibuatkan saluran drainase.

Kadang-kadang lahan harus dipersiapkan dengan cepat karena hujan sudah mulai turun. Apabila tidak sempat untuk mempersiapkannya secara keseluruhan karena waktu tanam sudah mendesak, pengolahan tanah dilakukan pada areal yang akan ditanami saja. Tindakan ini hanya untuk memburu waktu penanaman, sisa tanah yang belum dikerjakan digarap bersamaan dengan penyiangan pertama (15 hari setelah penanaman) (Suprpto, 2005).

2.1.3 Persiapan Benih

Mutu benih sangat menentukan produktivitas yang akan dihasilkan, selain itu penggunaan benih bermutu juga menentukan jumlah benih yang akan dipakai per satuan luas.

Ciri-ciri benih yang baik adalah:

1. Bebas hama dan penyakit
2. Daya tumbuh di atas 80%
3. Biji sehat, berisi dan tidak keriput serta tidak mengkilat

4. Tidak bercampur dengan varietas lain

2.1.4 Penanaman

Pada saat penanaman, tanah harus cukup lembab tetapi tidak becek. Jarak antara tanaman diusahakan teratur agar ruang tumbuh tanaman seragam dan pemeliharaan tanaman mudah. Beberapa varietas mempunyai populasi optimum yang berbeda. Populasi optimum dari beberapa varietas yang telah beredar dipasaran sekitar 50.000 tanaman/ha. Dengan populasi 50.000/ha, jagung dapat ditanam dengan menggunakan jarak tanam 100 cm × 40 cm dengan dua tanaman per lubang atau 100 cm × 25 cm dengan satu tanaman per lubang atau 75 cm × 25 cm dengan satu tanaman per lubang. Lubang dibuat sedalam 3-5 cm menggunakan tugal, setiap lubang diisi 2-3 biji jagung kemudian lubang ditutup dengan tanah (Suprpto, 2005).

2.1.5 Pemupukan

Apabila tanah yang akan ditanami tidak menjamin ketersediaan hara yang cukup maka harus dilakukan pemupukan. Dosis pupuk yang dibutuhkan tanaman sangat bergantung pada kesuburan tanah dan diberikan secara bertahap. Untuk tanaman jagung anjuran dosis rata-rata adalah: Urea=200-300 kg/ha, TSP=75-100 kg/ha dan KCl=50-100 kg/ha. Pemupukan dilakukan setelah tanaman berumur 10-15 hari dan pemupukan dilakukan dengan cara disebar (Suprpto, 2005).

2.2 Sifat Fisik Tanah

Untuk dapat tumbuh baik dan produksi tinggi tanaman tidak hanya membutuhkan hara yang cukup dan seimbang, tetapi juga memerlukan lingkungan fisik tanah yang cocok supaya akar tanaman dapat berkembang dengan bebas, proses-proses fisiologis bagian tanaman yang berada dalam tanah dapat berlangsung dengan baik dan tanaman berdiri tegak tidak mudah rebah. Sifat fisik tanah juga sangat mempengaruhi sifat-sifat tanah yang lain dalam hubungannya dengan kemampuannya untuk mendukung kehidupan tanaman (Hakim dkk., 1986).

Kemampuan tanah menyimpan air tersedia merupakan fungsi dari tekstur dan struktur tanah. Kemampuan tanah untuk menyimpan hara dan kemudian menyediakannya untuk tanaman sangat ditentukan oleh tekstur tanah dan macam mineral liat.

2.2.1 Kerapatan Isi Tanah (*Bulk Density*)

Kerapatan isi tanah merupakan ukuran yang menyatakan tingkat kepadatan tanah yaitu berat kering dalam suatu volume tanah utuh yang dinyatakan dengan g/cm^3 . Kepadatan tanah erat hubungannya dengan penetrasi akar dan produksi tanaman. Jika terjadi pemadatan tanah maka air dan udara sulit disimpan dan ketersediaannya terbatas dalam tanah menyebabkan terhambatnya pernapasan akar dan penyerapan air dan memiliki unsur hara yang rendah karena memiliki aktifitas mikroorganisme yang rendah (Hakim dkk., 1986).

2.2.2 Berat Jenis Partikel Tanah

Berat jenis partikel tanah adalah perbandingan antara massa total fase padat tanah dan volume fase padat yang dinyatakan dalam satuan g/cm^3 . Massa bahan organik dan anorganik diperhitungkan sebagai massa padatan tanah dalam penentuan berat jenis partikel tanah. Berat jenis partikel tanah sangat bervariasi tergantung kepada komposisi mineral tanah. Data berat jenis partikel tanah biasa digunakan untuk menghitung porositas tanah (Hakim dkk.,1986).

2.2.3 Tekstur Tanah

Tekstur tanah atau disebut juga besar butir tanah adalah perbandingan relatif antara fraksi pasir, debu, dan liat yang dinyatakan dalam persen. Dalam analisis tekstur, fraksi bahan organik tidak diperhitungkan. Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang paling sering ditetapkan karena berhubungan erat dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik (*specific surface*), kemudahan tanah memadat (*compressibility*), dan lain-lain (Hillel, 1982).

2.2.5 Kadar Air Tanah

Air menempati tanah dengan cara mengisi ruang pori tanah. Interaksi antara tanah dan air dapat dijelaskan dengan kadar air tanah. Kadar air tanah menentukan jumlah air yang tersedia bagi tanaman. Terdapat tiga kondisi kadar air tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman yaitu jenuh (*saturation*), kapasitas lapang (*field capacity*), dan titik layu permanen (*permanent wilting point*). Kondisi jenuh terjadi ketika curah hujan di atas normal menyebabkan seluruh

ruang pori tanah terisi dengan air yang melebihi volume tanah dan dengan pengaruh gravitasi air mengalami perkolasi. Kapasitas lapang didefinisikan sebagai jumlah air yang tersisa di dalam tanah setelah terjadi perkolasi. Titik layu adalah kondisi dimana potensial akar tanaman untuk menyerap air sama dengan potensial air tanah. Tanaman akan mati jika kandungan air tanah mencapai titik layu ini (Rogers dan Shoters, 1996). Titik layu bukan merupakan tetapan tanah, melainkan merupakan tetapan tanaman.

Prinsip dasar dalam penentuan kadar air tanah yaitu kadar air tanah dinyatakan sebagai perbandingan berat air yang ada dalam contoh tanah sebelum pengeringan dan berat contoh tanah setelah dikeringkan sampai mencapai berat tetap pada 105°C yang dikenal dengan kadar air gravimetrik dan dinyatakan dalam bentuk persen massa (% W).

2.3 Komponen Hidrologi dan Neraca Air

Di bumi terdapat kira-kira 1,3-1,4 milyar km³ air, 97,5 % adalah air laut, 1,75 % berbentuk es dan 0,73% berada didaratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap air. Komponen siklus hidrologi berupa presipitasi, evapotranspirasi, run off dan infiltrasi sangat diperlukan dalam sektor pertanian berupa perencanaan pertanian, perencanaan pola tanam, manajemen irigasi (Wikipedia, 2011)

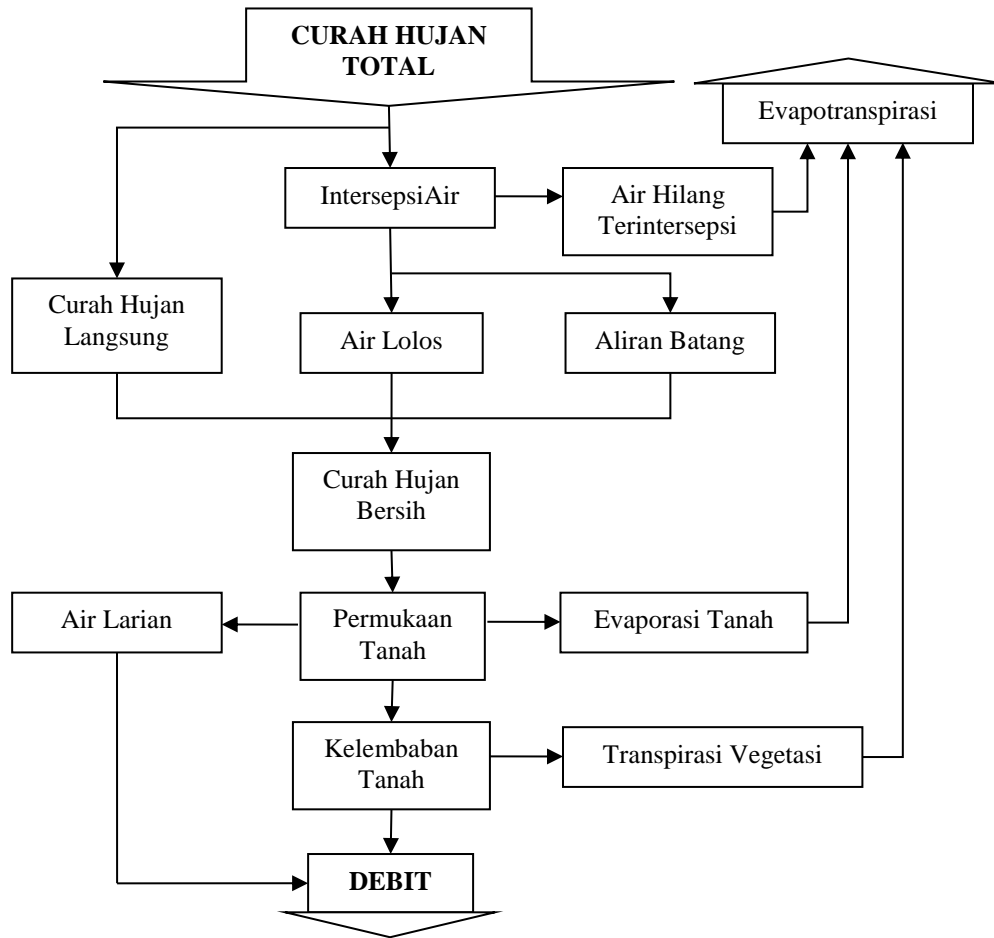
Menurut Mather (1978) seperti yang dikutip Purbawa dan Wiryajaya (2009) istilah neraca air/kesetimbangan air mempunyai beberapa arti yang berbeda tergantung dari skala ruang dan waktu yaitu :

1. Skala makro : neraca air dapat digunakan dalam pengertian yang sama seperti siklus hidrologi, neraca global tahunan dari air di lautan, atmosfer dan bumi pada semua fase.
2. Skala meso : neraca air dari suatu wilayah atau suatu drainase basin utama.
3. Skala mikro : neraca air yang diselidiki dari lapangan bervegetasi, tegakan hutan atau kejadian individu pohon.

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kelebihan atau kekurangan. Kegunaan mengetahui kondisi air dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat juga untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya (Firmansyah, 2010).

Menurut Firmansyah (2010) model neraca air yang biasa dikenal terdiri dari tiga model, antara lain:

1. Model Neraca Air Umum. Model ini menggunakan data klimatologis dan bermanfaat untuk mengetahui berlangsungnya bulan-bulan basah.
2. Model Neraca Air Lahan. Model ini merupakan penggabungan data klimatologis dengan data tanah terutama data kadar air tanah pada kapasitas lapang (θ_{fc}), kadar air tanah pada titik layu permanen (θ_{pwp}), dan air tersedia (θ_{AW}).
3. Model Neraca Air Tanaman. Model ini merupakan penggabungan data klimatologis, data tanah, dan data tanaman. Neraca air ini dibuat untuk tujuan khusus pada jenis tanaman tertentu. Data tanaman yang digunakan adalah data koefisien tanaman pada komponen keluaran dari neraca air.



Gambar 2. Siklus dan Komponen Hidrologi (Asdak, 1995)

Neraca air memiliki hubungan keseimbangan sebagai berikut:

$$\Delta SW = D_{rz} (\theta_i - \theta_{i-1}) = \text{Inflow} - \text{Outflow} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

Inflow, Outflow : total aliran masuk dan keluar volume kontrol selama interval waktu tertentu (mm)

ΔSW : perubahan kadar air tanah (mm)

D_{rz} : kedalaman zona perakaran (mm)

$(\theta_i - \theta_{i-1})$: kadar air tanah volumetrik pada hari tertentu dan hari sebelumnya

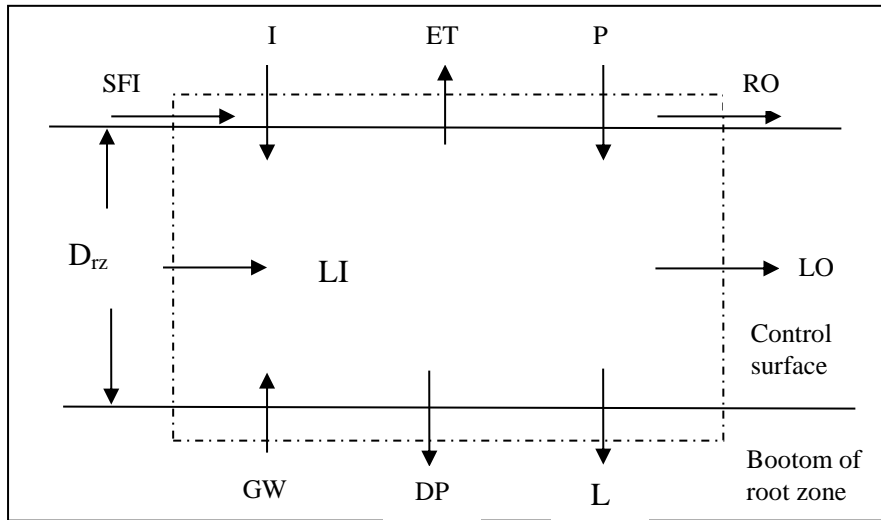
$$\text{Inflow} = I + P + \text{SFI} + \text{LI} + \text{GW}$$

Dan

$$\text{Outflow} = \text{ET} + \text{RO} + \text{LO} + \text{L} + \text{DP}$$

Maka

$$\Delta SW = I + P + SFI + LI + GW - (ET + RO + LO + L + DP)$$



Gambar 3. Neraca Air Pada Zona Perakaran (James, 1993)

Dengan asumsi lahan berupa tanah tadah hujan, tanpa ada masukan air dari luar selain curah hujan, dan diisolasi sekelilingnya (SFI, LI, LO, GW, dan L sama dengan nol), maka

$$\Delta SW = I + P - (ET + RO + DP) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana

- I : irigasi (mm)
- P : curah hujan (mm)
- SFI : aliran permukaan yang masuk kedalam volume kontrol (mm)
- LI : aliran bawah lateral yang masuk kedalam volume kontrol (mm)
- GW : kenaikan air kapiler masuk kedalam volume kontrol (mm)
- ET : evapotranspirasi (mm)
- RO : aliran permukaan keluar volume kontrol (mm)
- LO : aliran bawah lateral keluar volume kontrol (mm)
- L : *leaching* (mm)
- DP : perkolasi (mm)

2.3.1 Evapotranspirasi

Evaporasi merupakan peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke atmosfer. Air dalam tanah juga dapat naik ke atmosfer melalui tumbuh-tumbuhan yang disebut sebagai evapotranspirasi (Sosrodarsono dan Takeda, 1985).

Evapotranspirasi dipengaruhi oleh cuaca (temperatur udara, kecepatan angin, kelembaban, radiasi), karakteristik tanaman, dan aspek pengolahan lingkungan (Allen dkk, 1998). Evapotranspirasi juga dapat di tentukan dengan menggunakan berbagai komponen neraca air tanah. Metode ini terdiri dari menghitung perubahan kontinyu dari air masuk dan keluar ke zona akar tanaman selama beberapa periode waktu tertentu (Gambar 3).

Jika semua perubahan yang kontinyu selain evapotranspirasi (ET) dapat dinilai, evapotranspirasi dapat disimpulkan dari perubahan kandungan air tanah (ΔSW) selama periode waktu tertentu (persamaan 2), menjadi:

$$ET = D_{rz} (\theta_i - \theta_{i-1}) + I + P - RO - DP \dots \dots \dots (3)$$

Pada kondisi tidak ada hujan (P, RO, dan DP sama dengan nol), maka:

$$ET = D_{rz} (\theta_i - \theta_{i-1}) + I \dots \dots \dots (4)$$

Evapotranspirasi pada dasarnya dapat juga diartikan sebagai kebutuhan air tanaman. Heldiyana (1998) mengatakan bahwa banyaknya air yang diperlukan tanaman tergantung antara lain pada jenis tanaman, fase pertumbuhan, dan evapotranspirasi yang ada hubungannya dengan faktor lingkungan seperti iklim,

3. Irigasi teknis

Adalah suatu sistem irigasi yang dilengkapi dengan pintu pengatur dan alat pengukur pada bangunan pengambilan, bangunan bagi dan bangunan sadap. Sehingga air teratur sampai bangunan bagi dan bangunan sadap, diharapkan efisiensinya tinggi.

4. Irigasi teknis maju

Adalah suatu sistem irigasi yang airnya dapat diatur dan terukur pada semua jaringan, sehingga diharapkan efisiensinya tinggi sekali.

2.3.3 Curah Hujan

Curah hujan merupakan komponen utama input dalam kajian kesetimbangan air. Jumlah curah hujan selalu dinyatakan dengan dalamnya curah hujan (mm). Hubungan antara jumlah curah hujan dan lamanya waktu disebut dengan intensitas curah hujan yang dinyatakan dalam satuan mm/jam. Intensitas curah hujan ini dapat diperoleh/dibaca dari kemiringan kurva (tangens kurva) yang dicatat oleh alat ukur curah hujan otomatis (Sosrodarsono dan Takeda, 1985). Ada dua jenis alat ukur curah hujan otomatis yang sering digunakan yaitu *weighing bucket rain gauge* dan *tipping bucket*.

Pengukuran curah hujan dapat juga menggunakan alat penakar hujan manual. Alat penakar hujan manual pada dasarnya hanya berupa kontainer yang telah diketahui diameternya. Standar alat penakar hujan manual yang digunakan di Amerika Serikat mempunyai diameter 20 cm dan ketinggian 79 cm yang selanjutnya dikenal dengan alat penakar hujan standar. Pengukuran curah hujan

menggunakan alat penakar hujan manual dengan cara mengukur volume yang tertampung setiap interval waktu tertentu atau setiap satu kejadian hujan.

Tabel 1. Keadaan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan normal	5 – 10	20 – 50
Hujan lebat	10 – 20	50 – 100
Hujan sangat lebat	> 20	> 100

Sumber : Sosrodarsono dan Takeda (1985)

2.3.4 Limpasan Permukaan (*Surface Run Off*)

Limpasan permukaan merupakan sebagian dari air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah. Limpasan permukaan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah (Asdak, 1995). Besarnya volume air limpasan dipengaruhi antara lain oleh kadar air tanah, vegetasi dan bahan penutup tanah, serta intensitas curah hujan.

2.3.5 Perkolasi dan Infiltrasi

Air hujan masuk ke dalam tanah dan mengisi pori-pori tanah melalui infiltrasi. Secara umum, infiltrasi didefinisikan sebagai pergerakan air dari permukaan masuk ke dalam tanah (Wallender dan Grimes, 1991). Lebih lanjut Wallender dan Grimes (1991) menjelaskan kapasitas infiltrasi dibatasi oleh kemampuan tanah untuk mengalirkan air dari permukaan tanah sampai ke profil tanah ketika permukaan jenuh. Pergerakan air sampai ke profil tanah dikenal dengan perkolasi.

2.3.6 Peningkatan Air Kapiler (*Capillary Rise*)

Peningkatan air kapiler terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara lapisan tanah, sehingga potensial yang berada di lapisan atas lebih besar dari potensial di lapisan tanah yang di bawah. Jadi air terikat lebih kuat pada tanah yang kering, dan potensialnya lebih tinggi dari pada potensial tanah yang basah (Islami dan Utomo, 1995).

2.4 Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan adalah salah satu usaha yang dilakukan untuk menampung sebagian dari curah hujan yang tidak dapat diresapkan ke dalam tanah. Komponen curah hujan yang ditampung tersebut dapat berupa air limpasan permukaan dan air hujan yang langsung jatuh masuk ke dalam kolam penampungan. Pemanenan air dilakukan untuk tujuan produktif yaitu untuk menyediakan air yang dibutuhkan tanaman di lahan kering atau lahan yang tidak memiliki fasilitas irigasi. Perhitungan kebutuhan air tanaman selama pertumbuhan serta analisis curah hujan dan limpasan diperlukan untuk mendisain sistem pemanenan air hujan (Crithley dan Siegert, 1991).