

I. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan spesifikasi lokasi $05^{\circ} 22'$ LS dan $105^{\circ} 14'$ BT, pada ketinggian 148 m dpl. Analisis sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Politeknik Negeri Lampung dan Laboratorium Teknik Sumber Daya Air dan Lahan (TSDAL) Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian lapang dilakukan selama 100 hari terhitung mulai tanggal 26 Agustus 2011 sampai dengan 4 Desember 2011.

3.2 Alat dan Bahan

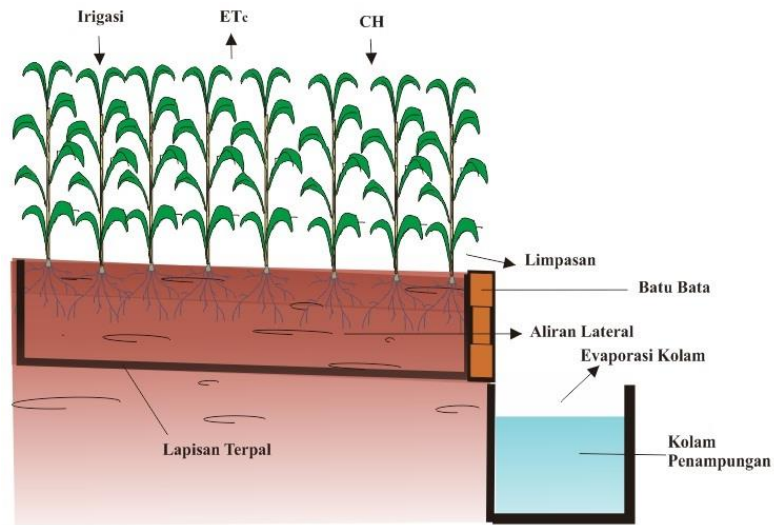
Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah jagung varietas hibrida Sang Hyang Sri 4 dengan umur tanam ± 100 hari. Peralatan yang digunakan adalah: 1) *Soil Moisture Meter Time Domain Reflectometer (TDR) 100*, 2) *Profesional Instrument Wirelles Weather Stations*, 3) Ring Sample, 4) Stopwatch, 5) Cutter/pisau tipis, 6) Sekop, 7) Cangkul, 8) Oven, 9) Mistar ukur, 10) Timbangan, 11) Jangka sorong, 12) Traktor tangan, 13) Alat tulis, alat hitung, 14) dan peralatan laboraturim lainnya. Bahan yang digunakan yaitu: 1) Model lahan pertanian, 2) Terpal, 3) Benih jagung, 4) Pupuk organik, 5) Sampel tanah, 6) Plastik, 7) Pupuk urea, TSP, KCL, 8) Bambu, 9) Paranet.



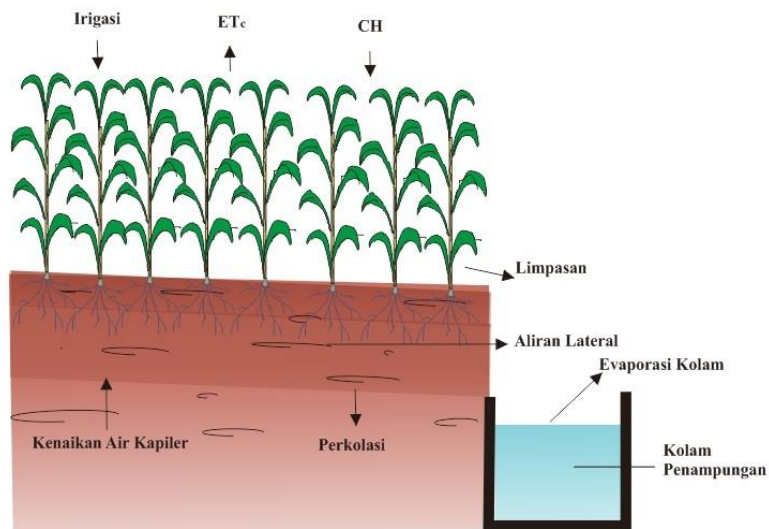
a)

b)

Gambar 1. a) *Soil Moisture Meter TDR 100*; b) *Professional Instrument Wireless Weather Station*



Gambar 2. Model Plot Lahan Berterpal



Gambar 3. Model Plot Lahan Tanpa Terpal

3.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini mengkaji neraca air pada lahan kering dengan kedalaman perakaran tanaman jagung (D_{rz}) 20 cm.
2. Pemberian air irigasi hanya mencapai 33% volume kadar air tanah.
3. Asumsi dalam kajian neraca air ini adalah lahan berupa tanah tadah hujan tanpa masukan air dari luar selain curah hujan dan irigasi.
4. Penggunaan masukan lain (pupuk dan pestisida) tidak disertakan dalam analisis neraca air.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dengan metode percobaan lapang menggunakan delapan plot lahan penelitian dengan dua perlakuan dan empat kali pengulangan. Faktor perlakuan yang diberikan pada plot lahan yaitu:

A : Berterpal (model lisimeter dengan alas)

B : Tanpa terpal (model lisimeter tanpa alas)

Penelitian dilaksanakan dengan metode pengamatan langsung yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari keterangan secara faktual, memperoleh fakta dari gejala yang ada, dilakukan terhadap sampel atau populasi.

3.4.2 Persiapan

1. Pembuatan model lahan

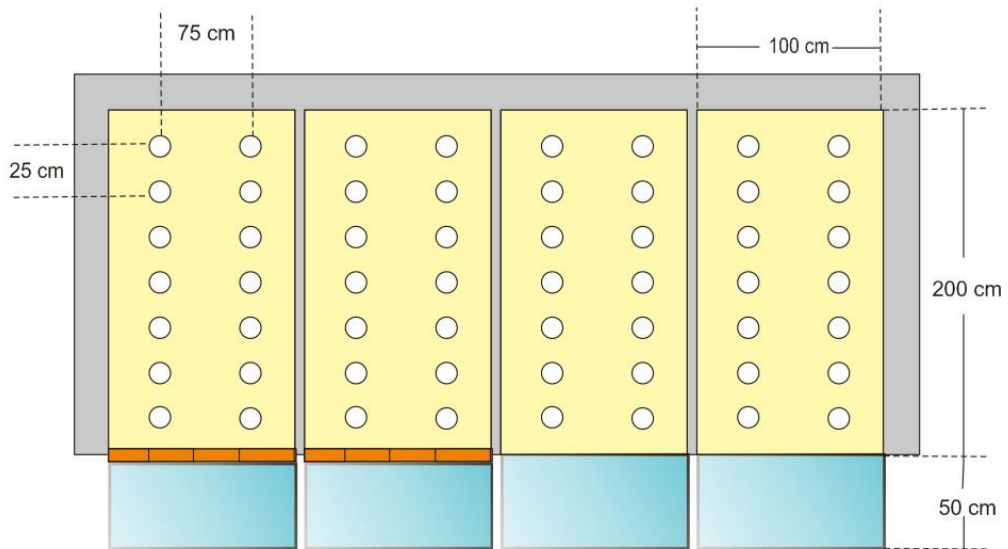
Tahap awal penelitian dimulai dengan membuat model lahan. Kegiatan meliputi penentuan lokasi, pembersihan dan perataan lahan, isolasi lahan, dan pembuatan kolam penampung. Petakan lahan yang digunakan berukuran (200 x 100) cm² dengan kemiringan sekitar 6 %, 4 plot pertama dengan cara dibagian bawah tanah dilapisi terpal (model lisimeter dengan alas) dengan kedalaman 20 cm dan 4 plot lainnya tanpa dilapisi terpal (model lisimeter tanpa alas). Setiap plot dibatasi dengan sekat untuk mencegah masuknya atau keluarnya air dari plot. Pada bagian hilir plot dibuat kolam tadah penampung air hujan, aliran permukaan, dan erosi dengan luas (100 x 50) cm² dengan kedalaman 50 cm. Model lahan untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 5.

2. Budidaya

Kegiatan budidaya mengikuti prosedur pada bab II.

3. Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah diambil dari lahan yang telah disiapkan untuk diuji sehingga diketahui sifat fisiknya. Sampel tanah yang diambil berupa contoh tanah tidak utuh dan contoh tanah utuh (*disturbed soil sample and undisturbed soil sampel*) pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah. Pengambilan contoh tanah utuh menggunakan ring sampel.



Gambar 4. Model Plot Lahan Percobaan

3.4.3 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data primer yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan dan di laboratorium, dan data sekunder yang didapat dari studi pustaka maupun hasil inventarisasi yang telah dilakukan berbagai lembaga maupun institusi lain.

Analisis di laboratorium variabel yang diamati yaitu kandungan air tanah pada tingkat kapasitas lapang (θ_{FC}), kandungan air tanah pada tingkat titik layu permanen (θ_{PWP}), dan berat isi tanah (γ_b). Pada kegiatan di lapangan, variabel yang diamati meliputi kadar air tanah harian (θ_i), curah hujan (P), evapotranspirasi potensial (ET_o), perkolasi (DP), aliran permukaan (RO), kebutuhan air tanaman (ET_c), tinggi muka air kolam penampungan (TMA), tinggi dan produksi tanaman.

1. Sifat fisik tanah

a. Tekstur tanah

Penentuan tekstur tanah menggunakan contoh tanah terganggu pada kedalaman 0 – 20 cm diambil dari empat titik berbeda dengan cara mencangkul sampai kedalaman tersebut. Pengambilan contoh tanah tersebut diambil setelah pengolahan lahan. Contoh tanah dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah Politeknik Negeri Lampung untuk mengetahui komposisi fraksi pasir, debu, dan liat. Selanjutnya, kelas tekstur ditentukan dengan segitiga USDA.

b. Kadar air kapasitas lapang

Pengukuran kadar air kapasitas lapang pada kedalaman 0 – 20 cm dilakukan dengan metode gravimetrik menggunakan contoh tanah utuh. Pengukuran kapasitas lapang tanah dilakukan pada contoh tanah utuh setelah dioven selama 24 jam pada suhu 105°C. Contoh tanah yang telah diketahui volumenya ditetesi air dari permukaan atas sampai seluruh ruang pori terisi air dan menetes dari permukaan bawah.

Kadar air kapasitas lapang selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan matematis:

$$\theta_{FC} = \frac{V_1 - V_2}{V_s} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- θ_{FC} : kapasitas lapang (%)
- V_1 : volume air yang ditetaskan (mm^3)
- V_2 : volume air yang menetes keluar (mm^3)
- V_s : volume contoh tanah (mm^3)

c. Kadar air titik layu

Kadar air titik layu ditentukan dengan perhitungan setelah diketahui tekstur tanah, kadar air kapasitas lapang, dan berat isi tanah. Kadar air titik layu dihitung berdasarkan Tabel 3.

Tabel 1. Sifat Fisik Tanah

Type of soil	Light (coarse) texture	Medium texture	Heavy (fine) texture
1. Saturation capacity (SC) % weight	25-35 %	35-45 %	55-65%
2. Field capacity (FC) % weight	8-10 %	18-26 %	32-42 %
3. Wilting point (WP) % weight	4-5 %	10-14 %	20-24 %
4. SC/FC	2/1	2/1	2/1
5. FC/PWP	2/1	1.85/1	1.75/1
6. Bulk density (volume weight)	1,4-1,6 g/cm ³	1.2-1.4 g/cm ³	1.0-1.2 g/cm ³
7. Soil available water (moisture) by volume (FC-WP x bulk density)	6 %	12 %	16-20 %
8. Available moisture (Sa) in mm per metre soil depth (FC-PWP x bulk density x 10)	60 mm	120 mm	160-200 mm
9. Soil water tension in bar			
• at field capacity	0.1	0.2	0.3
• at wilting point	15.0	15.0	15.0
10. Time required from saturation to field capacity	18-24 h	24-36 h	36-89 h
11. Infiltration rate	25-75 mm/h	8-16 mm/h	2-6 mm/h

Sumber: Phocaides, 2007.

d. Berat isi tanah

Penentuan berat isi tanah menggunakan contoh tanah utuh seperti pada penentuan kapasitas lapang. Berat isi tanah dihitung menggunakan rumus:

$$\gamma_b = \frac{\text{Dry Weight}}{\text{Soil Sample Volume}} \dots\dots\dots (7)$$

2. Data klimat harian

Pengukuran data klimat harian (curah hujan, suhu, dan kelembaban udara) menggunakan *professional instruments wireless weather stations* yang diletakan pada ketinggian ± 5 m di luar gedung Teknik Pertanian Universitas Lampung (TEP-Unila). Data klimat harian terbaca otomatis pada perangkat *wireless weather stations*. Untuk kecepatan angin diperoleh dari stasiun Badan

Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Raden Intan II Bandar Lampung dan BMKG Branti.

3. Kadar air tanah

Nilai kadar air tanah harian diukur dengan alat *Soil Moisture Meter TDR 100* dengan cara membenamkan sensor yang panjangnya 12 cm. Pengukuran dilakukan di sekitar tanaman jagung pada 10 titik berbeda disetiap plot. Data kadar air tanah ini menjadi dasar untuk menghitung kebutuhan air irigasi tanaman.

4. Evaporasi kolam

Evaporasi kolam diukur dengan cara menghitung selisih tinggi muka air kolam pada hari tertentu (TMA_i) dengan hari sebelumnya (TMA_{i-1}).

5. Tinggi dan hasil tanaman jagung

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai dengan puncak daun tertinggi pada 4 tanaman di setiap plot. Hasil pengukuran dimasing-masing plot dirata-ratakan yang selanjutnya disebut sebagai rata-rata tinggi tanaman jagung.

Pengukuran dilakukan setiap 10 hari setelah tanam sampai ke 70 hari setelah tanam.

Berat buah ditimbang pada waktu tanaman dapat dipanen yaitu saat tanaman jagung berusia 100 hari setelah tanam. Penimbangan dilakukan pada 4 tanaman yang dipilih secara acak di tiap masing-masing plot. Hasil pengukuran di masing-masing plot dirata-ratakan yang selanjutnya disebut sebagai rata-rata berat biji per buah tanaman jagung pada masing-masing plot.

3.4.4 Perhitungan

1. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi tanaman actual (ET_c) dihitung dengan prosedur perhitungan neraca air tanaman (persamaan 3 dan 4). Evapotranspirasi tanaman acuan (ET_o) dihitung berdasarkan data iklim dengan menggunakan model persamaan

Pennman-Monteith (Allen dkk., 1998):

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

- ET_o : evapotranspirasi acuan (mm/hari)
- T : temperatur harian pada ketinggian 2 m ($^{\circ}C$)
- U_2 : kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s)
- e_s : tekanan uap air jenuh (kPa)
- e_a : tekanan uap air aktual (kPa)
- γ : konstanta psikometrik (kPa/ $^{\circ}C$)
- Δ : gradien tekanan uap jenuh terhadap suhu udara (kPa/ $^{\circ}C$)
- R_n : radiasi bersih ($Mj\ m^{-2}hari^{-1}$)
- G : panas spesifik untuk penguapan ($Mj\ m^{-2}hari^{-1}$)

Konstanta psikometrik (γ) diperoleh dari perhitungan dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{c_p P}{\epsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} P \dots\dots\dots (9)$$

dengan

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26} \dots\dots\dots (10)$$

dimana

- γ : konstanta psikometrik (kPa/ $^{\circ}C$)
- P : tekanan atmosfer (kPa)
- z : elevasi diatas permukaan laut (m)
- c_p : konstanta tekanan panas spesifik 1.013×10^{-3} ($MJ\ kg^{-1}\ ^{\circ}C^{-1}$)
- ϵ : berat rasio molekul air ($\epsilon = 0.622$)

Gradien tekanan uap air (Δ), tekanan uap air jenuh (e_s), dan tekanan uap air aktual (e_a) berhubungan dengan suhu (T) dan kelembaban udara (RH) dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta = \frac{4098 \left[0.6108 \exp \left(\frac{17.27T}{T+237.3} \right) \right]}{(T+237.3)^2} \dots\dots\dots (11)$$

$$e_s = \frac{e^\circ(T_{max}) + e^\circ(T_{min})}{2} \dots\dots\dots (12)$$

$$e_a = \frac{e^\circ(T_{min}) \frac{RH_{max}}{100} + e^\circ(T_{max}) \frac{RH_{min}}{100}}{2} \dots\dots\dots (13)$$

dengan

$$e^\circ(T) = 0.6108 \exp \left[\frac{17.27T}{T+237.3} \right] \dots\dots\dots (14)$$

e° : tekanan uap air jenuh pada suhu T (kPa)

Radiasi netto matahari (R_n) merupakan selisih antara radiasi netto gelombang pendek yang datang (R_{ns}) dan radiasi netto gelombang panjang yang dipantulkan (R_{nl}), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \dots\dots\dots (15)$$

Data perhitungan ET_c dan ET_o dapat digunakan untuk menduga K_c tanaman jagung, K_c dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K_c = ET_c / ET_o \dots\dots\dots (16)$$

2. Limpasan permukaan

Limpasan permukaan dihitung berdasarkan selisih volume total air kolam dan volume air hujan yang jatuh langsung ke dalam kolam.

$$RO = V_{RO} \div L_{lahan} \dots\dots\dots (17)$$

dengan

$$V_{RO} = V_{pond} - V_p \dots\dots\dots (18)$$

$$V_{pond} = \Delta_{TMA} \times L_{pond} \dots\dots\dots (19)$$

$$V_p = P \times L_{pond} \dots\dots\dots (20)$$

dimana

- RO : limpasan (cm)
- V_{RO} : volume limpasan (cm^3)
- L_{lahan} : luas lahan (cm^2)
- V_{pond} : volume kolam (cm^3)
- V_p : volume curah hujan yang masuk langsung kedalam kolam (cm^3)
- L_{pond} : luas permukaan kolam (cm^2)
- P : curah hujan (cm)
- Δ_{TMA} : tinggi penambahan air kolam (cm)

3. Perkolasi

Perkolasi hanya terjadi pada plot lahan tanpa terpal (plot B), nilai perkolasi didapatkan dari data limpasan dari plot A dan plot B, dengan rumus sebagai berikut:

$$DP = (RO_A - RO_B) + (\theta_i - \theta_{FC}) \dots\dots\dots (21)$$

dimana

- DP : perkolasi (mm)
- RO_A : limpasan pada plot lahan A (mm)
- RO_B : limpasan pada plot lahan B (mm)
- θ_i : kadar air tanah (mm)
- θ_{FC} : kapasitas lapang (mm)

4. Irigasi

Kebutuhan irigasi dihitung berdasarkan penurunan kadar air tanah harian (θ_i), langkah-langkah dalam menghitung kebutuhan air irigasi sebagai berikut:

- a. Menentukan jumlah air tersedia dalam tanah

$$\theta_{AW} = \theta_{FC} - \theta_{PWP} \dots\dots\dots (22)$$

dimana

- θ_{AW} : air tersedia (% volume)
- θ_{FC} : kapasitas lapang (% volume)
- θ_{PWP} : titik layu (% volume)

- b. Irigasi diberikan jika kadar air tanah harian (θ_i) saat pengukuran lebih kecil atau sama dengan kadar air tanah titik kritis ($\theta_C = 50\% \theta_{AW}$).

$$\theta_C = \theta_{PWP} + 0.5(\theta_{AW}) \dots\dots\dots (23)$$

- c. Setelah dilakukan pengukuran kadar air tanah di lapangan, maka volume air irigasi yang diberikan adalah:

$$I = D_{rz}(\theta_{FC} - \theta_i)L_{lahan} \dots\dots\dots (24)$$

dimana

- I : irigasi (cm^3 atau ml)
- L_{lahan} : luas lahan (cm^2)
- D_{rz} : kedalaman zona perakaran (20 cm)

3.4.5 Analisis Data

Dari hasil pengamatan diperoleh hubungan antara curah hujan dengan volume limpasan, hubungan antara curah hujan dengan perkolasi, analisis neraca air tanaman, kebutuhan air tanaman dan tinggi serta produksi tanaman. Data pengamatan dan perhitungan yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan metode statistika deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian.