



## RANCANGAN SISTEM IRIGASI EVAPORATIF UNTUK TANAMAN LADA

### THE DESIGN OF EVAPORATIVE IRRIGATION SYSTEM FOR PEPPER PLANTS

Oleh:

**Regina Amalia<sup>1)</sup>** ✉, **Roh Santoso Budi Wasposito<sup>1)</sup>**, **Budi Indra Setiawan<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jalan Raya Dramaga, Bogor, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: ✉reginaamalia.ra@gmail.com, rohsbw@yahoo.com, budindra@ipb.ac.id

Naskah ini diterima pada 22 Mei 2020; revisi pada 22 Juni 2020;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 21 September 2020

#### ABSTRACT

*One of the obstacles in providing irrigation water is the difficulty in determining the right parameters to be used in the controlling of timing and amount of irrigation water according to crop needs. One of the alternative parameters that could be considered in order to meet the water needs of plants is the irrigation control based on evaporation. This study aims to produce an evaporative irrigation system design and determine the crop coefficients of pepper. The drip irrigation network consists of a supply tank and distribution pipes that provide water to the plant pots. The network valve opening and closing arrangements are made based on the evaporation in the supply tank. This research was conducted in a plant house for 5 months by observing the observations made on the water balance components, including the rate of evaporation which is measured based on changes in the water level in the water supply tank. The results showed that the evapotranspiration outside the houseplant was greater than that in the plant house. At the beginning of planting pepper, the evapotranspiration was 5.2 mm/day in the plant house and 4.9 mm/day outside. The average evapotranspiration during observation inside the plant house was 4.1 mm/day and 3.8 mm/day outside. Meanwhile, evaporation outside the plant house is smaller than that inside the plant house which ranges from 2-5 mm/day. Provision of water with this evaporative irrigation system of 5.2 mm/day has been able to meet the needs of 4.1 mm/day of evapotranspiration water for pepper plants. The provision of water has been able to encourage the growth of primary branches and flowering. Normal pepper plant growth during this study with calculated crop coefficients ranging from 0.1–0.7.*

Keywords: *evaporative irrigation, crop coefficient, greenhouse, Piper nigrum L., drip irrigation*

#### ABSTRAK

Salah satu kendala dalam pemberian air irigasi adalah sulitnya menetapkan parameter yang digunakan untuk pengaturan waktu dan jumlah air irigasi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Salah satu alternatif parameter yang dapat digunakan adalah berdasarkan evaporasi. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan sistem irigasi evaporatif dan mengetahui berbagai koefisien tanaman lada. Jaringan irigasi tetes terdiri dari tangki suplay dan pipa distribusi yang memberikan air ke pot tanaman. Pengaturan buka tutup klep jaringan dilakukan berdasarkan evaporasi di tangki suplay. Penelitian dilakukan di rumah tanaman selama 5 bulan dengan mengamati komponen neraca air di antaranya adalah laju evaporasi yang diukur berdasarkan perubahan level air dalam tangki penyuplai air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa evapotranspirasi di luar rumah tanaman lebih besar dari pada yang di dalam rumah tanaman. Saat awal penanaman tanaman lada, evapotranspirasi yang terjadi sebesar 5,2 mm/hari di dalam rumah tanaman dan 4,9 mm/hari di luar rumah tanaman. Evapotranspirasi rata-rata selama pengamatan di dalam rumah tanaman sebesar 4,1 mm/hari dan di luar rumah tanaman 3,8 mm/hari. Pemberian air dengan sistem irigasi evaporatif ini sebesar 5,2 mm/hari telah mampu memenuhi kebutuhan air evapotranspirasi tanaman lada 4,1 mm/hari. Pemberian air tersebut telah mampu mendorong pertumbuhan cabang primer dan pembungaan. Pertumbuhan tanaman lada normal selama penelitian ini dengan koefisien tanaman terhitung berkisar antara 0,1–0,7.

Kata kunci: **irigasi evaporatif, koefisien tanaman, rumah tanaman, Piper nigrum L., irigasi tetes**

## I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya yang sangat bermanfaat bagi makhluk hidup di muka bumi. Setiap makhluk hidup melakukan berbagai cara untuk memenuhi kebutuhan airnya. Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi kadar air tanah yang selalu berfluktuasi (Pangestu & Waspodo, 2019). Ketika musim kemarau, kadar air tanah cenderung berkurang sehingga sering menghambat pemenuhan kebutuhan air bagi tanaman.

Daerah dengan curah hujan rendah juga cenderung terjadi kekurangan air bagi makhluk hidup khususnya tanaman. Dimana curah hujan tahunan tidak mampu mencukupi kebutuhan air tanaman. Untuk itu perlu adanya irigasi agar tanaman dapat tumbuh optimal meskipun tanaman dikembangkan pada daerah yang memiliki curah hujan yang rendah. Untuk pemberian air irigasi di daerah ini, tentunya harus memperhatikan keefektifan dari sistem irigasi tersebut.

Salah satu solusi pemberian air yang efektif dan efisien adalah irigasi hemat air (Kasiran, 2006). Pemberian irigasi hemat air dapat dilakukan melalui pipa untuk meminimalkan kehilangan air sepanjang jalur pendistribusian (Fajar, Purwanto, & Tarigan, 2016). Namun, irigasi hemat air seringkali terkendala oleh penentuan waktu pemberian air yang tepat. Pemberian air dengan menggunakan durasi waktu terkadang tidak sesuai dengan kebutuhan air tanaman itu sendiri. Oleh karena itu, pemberian air berdasarkan besarnya evaporasi yang terjadi merupakan hal yang perlu dipertimbangkan dalam memenuhi kebutuhan air tanaman yang aktual.

Irigasi evaporatif merupakan irigasi yang pemberian airnya berdasarkan besarnya kehilangan air akibat terjadinya evaporasi pada tangki penyuplai air yang terbuka. Pengaturan pengaliran dilakukan dengan memberikan pengendali irigasi evaporatif yang prinsipnya memberikan sejumlah air yang hilang melalui evaporasi (Ardiansyah, Setiawan, Arif, & Saptomo, 2019). Dimana, volume air yang menguap segera digantikan oleh air yang masuk ke tangki tersebut melalui mekanisme klep yang mengatur tinggi air secara otomatis. Dalam prakteknya, pada tangki air ini dipasang klep air tipe pelampung berbentuk bola untuk menjaga tinggi muka air. Massa jenis bola pelampung ini tentu harus lebih kecil dibandingkan massa jenis air sehingga pelampung ini akan terapung mengikuti fluktuasi permukaan air (Hidayatullah, 2015).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan jaringan irigasi evaporatif untuk daerah dengan curah hujan yang rendah. Konsep irigasi evaporatif

pada penelitian sebelumnya diuji coba pada penelitian ini untuk mengatur pemberian air irigasi tetes. Tanaman ini termasuk yang dapat tumbuh baik di lahan kering sehingga teknologi irigasi evaporatif yang dipadukan dengan irigasi tetes ini akan lebih responsif dalam memenuhi kebutuhan air tanaman.

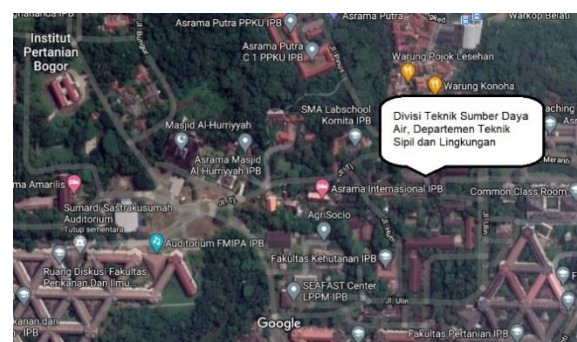
Tangki air dirancang sedemikian rupa agar terhubung melalui selang air dengan semua pot tanaman yang menerima tetesan air (*dripped water*) dari atas permukaan tanah. Dengan demikian, ketika permukaan air dalam tangki turun yang disebabkan oleh evaporasi, pelampungnya pun akan ikut turun dan membuka katup air sehingga air masuk dan tertutup kembali saat tinggi air kembali ke level semula. Untuk memperlancar mekanisme tersebut, diperlukan penyetelan khususnya untuk menentukan operasi katup air agar mampu menyalurkan air ke semua pot secara seragam. Mengingat, evaporasi pada umumnya lebih besar dari evapotranspirasi tanaman, tetesan air yang sampai ke setiap pot dapat menggantikan kehilangan air evapotranspirasi tanaman yang dibudidayakan.

Penggunaan irigasi tetes pada penelitian ini, selain bertujuan meminimalkan kehilangan air saat didistribusikan ke pot-pot tanaman, irigasi tetes juga berfungsi sebagai pengaturan agar air yang didistribusikan dapat sampai ke pot tanaman terjauh dari sumber air (tangki penyuplai) dengan pengaturan pada sekrup emitter tetes.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian, pengolahan dan analisis data dilaksanakan di Divisi Teknik Sumber Daya Air, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor ( $6^{\circ}33'22''$  LS -  $106^{\circ}43'44''$  BT) (Gambar 1) mulai 17 November 2019 sampai 7 Maret 2020. Percobaan irigasi evaporatif dan budidaya lada dilakukan di rumah tanaman yang berukuran 9 m x 3 m x 3 m.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

### 2.3 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tandon air
2. Gelas ukur 3 buah
3. Pelampung kran otomatis
4. Campuran tanah, pupuk kandang sapi, arang sekam untuk media pertumbuhan tanaman dengan perbandingan 1:1:1
5. Material perpipaan (1/4") untuk rangkaian jaringan irigasi
6. Selang dan emitter irigasi tetes 3 buah (masing-masing panjang selang 20 cm)
7. Material besi untuk dudukan pot
8. Pot tanaman dengan diameter 64 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 4 buah
9. Tanaman lada pada fase 4 bulan setelah distek

Tanaman lada yang digunakan pada penelitian ini adalah lada perdu varietas Natar 1. Varietas ini agak toleran terhadap penyakit busuk pangkal batang dan hama penggerek tetapi rentan terhadap penyakit kuning. Adaptasi terhadap cekaman air dan kelebihan air pada kisaran sedang. Varietas ini dapat menghasilkan 4 ton/ha lada hitam pertahun (Manohara, Wahyuno, & Rivai, 2013). Lada ditanam dua batang di masing-masing pot dengan kedalaman ujung akar 15 cm di dalam tanah.

Tanaman lada (*Piper nigrum L.*) merupakan salah satu tanaman perkebunan termasuk famili Piperaceae (Nuryani, 1996). Suhu yang cocok untuk tanaman lada adalah 20-34°C dengan kisaran terbaik 21-27°C pagi hari, 26-32°C siang hari dan 24-30°C sore hari (Wahid & Suparman, 1986). Tanaman lada tumbuh dan berkembang lebih baik pada ketinggian 0-500 m-dpl, curah hujan antara 2.000-4.000 mm/tahun, bulan kering 1-3 bulan/tahun dan hari hujan 110-200 hari

(Wahid, P., Zaubin, R., & Ilas, 1995). Intensitas cahaya matahari yang dibutuhkan tanaman lada berkisar antara 50-75%. Kelembaban 70-90% dengan pH tanah 5,0-6,5.

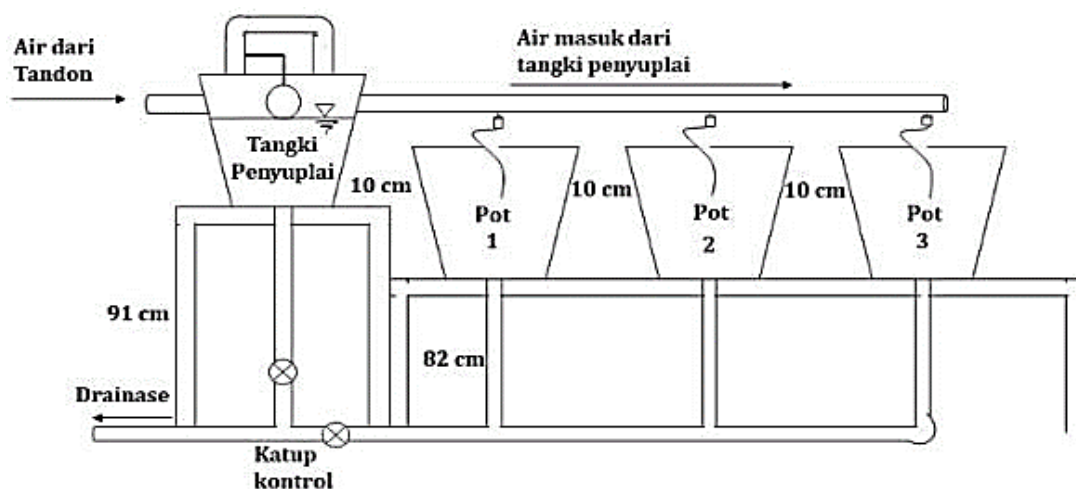
### 2.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

#### 1. Pembuatan Jaringan Irigasi Evaporatif

Empat pot yang berukuran sama diletakkan sejajar. Salah satu pot berfungsi sebagai tangki penyuplai air. Tangki penyuplai air diletakkan di tempat yang lebih tinggi dibandingkan dengan pot tanaman. Tangki penyuplai air dirancang agar dapat meyalurkan air ke tiga pot tanaman, yaitu pot 1, 2, dan 3 (Gambar 2). Air pada tangki penyuplai air diset setinggi 16,2 cm.

Masing-masing pot yang berdiameter 64 cm diisi tanah sampai pada ketebalan 22 cm. Lada ditanam dua batang di masing-masing pot dengan kedalaman ujung akar 15 cm di dalam tanah. Jarak antar pot adalah 10 cm dengan total panjang saluran dari tangki penyuplai ke pot tanaman terakhir sepanjang 222 cm. Pada tangki penyuplai dilengkapi dengan klep air tipe pelampung berbentuk bola untuk menjaga tinggi muka air dan saluran ini bercabang dua dimana salah satu cabang saluran berfungsi untuk mengisi air saat air pada tangki penyuplai berkurang, sedangkan cabang yang lainnya berfungsi untuk menyuplai air sebanyak kekurangan air di tangki penyuplai menuju pot-pot tanaman. Penetes dimasukkan ke dalam tanah sedalam 15 cm dengan jarak 10 cm dari tanaman. Dengan demikian, tidak terjadi penguapan saat terjadinya tetesan dan tetesan berada dalam zona perakaran tanaman (Gambar 3).



Gambar 2 Rancangan Struktural Irigasi Evaporatif



**Gambar 3** Percobaan Irigasi Evaporatif dengan Budidaya Tanaman Lada

Ketika permukaan air turun yang disebabkan oleh evaporasi, pelampungnya pun akan ikut turun dan membuka katup air sehingga air masuk dan tertutup kembali saat tinggi air kembali ke level semula. Kenaikan atau penurunan muka air akan berpengaruh terhadap penurunan muka air pada pipa kontroler (Ardiansyah *et al.*, 2019).

Pada setiap pot tanaman dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah untuk mengetahui besarnya kadar air tanah volumetrik dalam pemberian air sistem irigasi evaporatif ini. Pengaturan keran emiter dalam beberapa kali ulangan setiap 10 menit per hari dilakukan dengan cara:

- Pengamatan visual sampai terlihat keseragaman tetesan,
- Pengukuran dengan gelas ukur, dan
- Pemantauan setiap 10 menit untuk menjaga agar air tidak melimpas dan tidak banyak yang menguap dari gelas ukur

Pengaturan ini dilakukan sampai tercapai keseragaman tetesan air. Debit rata-rata emiter secara praktis diukur berdasarkan hasil uji keseragaman tetesannya. Nilai keseragaman tetesan (*Distribution Uniformity*, DU), dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$DU = 100 \times (qn' / qa) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- qn' = debit rata-rata dari 25% debit terendah (liter/jam)  
 qa = debit rata-rata dari keseluruhan emiter (liter/jam)

Tingkat keseragaman tetesan diklasifikasikan sesuai kriteria ASAE (Hartz & Hanson, 2009) sebagai berikut:

- Sangat Baik : nilai DU (94-100)%
- Baik : nilai DU (81-87)%
- Cukup Baik : nilai DU (68-75)%
- Kurang Baik : nilai DU (56-62)%
- Tidak Layak : nilai DU < 50%

## 2. Pengukuran Parameter Cuaca dan Kelembaban Tanah

Selama pertumbuhan tanaman, parameter cuaca yang diukur, antara lain: temperatur udara, kelembaban udara, tekanan udara dan radiasi matahari. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui keadaan di didalam rumah tanaman sebagai tempat percobaan ini dilakukan dan mengetahui parameter cuaca apa saja yang berubah dengan keadaan sebenarnya di luar rumah tanaman, sehingga dapat disesuaikan daerah dengan iklim seperti apa yang dapat mengaplikasikan sistem irigasi evaporatif ini.

Pengukuran dilakukan menggunakan sensor setiap 15 menit. Kelembaban tanah diukur menggunakan sensor *electronic soil moisture meter 5-TE* dan *software ECH2O utility* untuk mengatur kondisi pengukuran dan perekaman data. Sensor iklim untuk mengukur kelembaban udara, temperatur udara, tekanan udara, dan radiasi matahari.

Perubahan tinggi air pada tangki penyuplai air dihitung setiap hari menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta h = h_t - h_{t-1}$$

$$\Delta V = V_t - V_{t-1}$$

$$\Delta t = T_t - T_{t-1}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = (Q_{tangki} - Q_{tanaman}) - Ev.A \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_o = (Q_{tanaman} + Q_{tangki}) \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{tanaman} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{tanaman} = (Q_1 + ETC_1.A) + (Q_2 + ETC_2.A) + (Q_3 + ETC_3.A)$$

$$Q_{tanaman} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) + ((ETC_1 + ETC_2 + ETC_3).A)$$

$$Q_{tanaman} = \sum_{t=1} Q_i + \sum_{t=1} ETC_i.A$$

Keterangan:

- h<sub>t</sub> = tinggi air pada tangki penyuplai air disaat t (mm)  
 h<sub>t-1</sub> = tinggi air pada tangki penyuplai air disaat t-1 (mm)  
 Δh = perubahan tinggi air pada tangki air (mm)  
 ΔV = perubahan volume air pada tangka air (mm<sup>3</sup>)  
 T<sub>t</sub> = waktu pengamatan di saat t (hari)  
 T<sub>t-1</sub> = waktu pengamatan di saat t-1 (hari)  
 Δt = perubahan waktu (hari)

- $Q_{\text{tangki}}$  = debit air yang masuk pada tangki air (mm<sup>3</sup>/hari)
- $Q_{\text{tanaman}}$  = debit air yang masuk pada seluruh pot tanaman (mm<sup>3</sup>/hari)
- $Ev$  = evaporasi (mm/hari)
- $A$  = luas permukaan areal tanam dan tangki penyuplai (mm<sup>2</sup>)
- $Q_0$  = debit air yang masuk pada saluran irigasi (mm<sup>3</sup>/hari)
- $Q_1, Q_2, Q_3$  = debit air pada pot ke 1, 2, dan 3 (mm<sup>3</sup>/hari)
- $Q_i$  = debit air pada pot ke  $i$  (mm<sup>3</sup>/hari)
- $ET_{c1}, ET_{c2}, ET_{c3}$  = evapotranspirasi tanaman lada pada pot 1, 2, dan 3 (mm/hari)
- $ET_c$  = evapotranspirasi tanaman lada (mm/hari)

Data iklim harian dan data kelembaban tanah disimpan dan diolah menggunakan MS Excel.  $ET_p$  dihitung dengan menggunakan model Hargreaves sebagai berikut (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 2006):

$$ET_p = 0.0135(T_{\text{mean}} + 17.78)R_s \left( \frac{238.8}{595.5 - 0.55T_{\text{mean}}} \right) \dots (4)$$

Keterangan:

- $T_{\text{mean}}$  = Suhu rata-rata (°C)
- $R_s$  = Radiasi matahari (MJ/m<sup>2</sup>/hari)
- $ET_p$  = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)

Evaporasi dihitung dengan persamaan berikut ini (Penman, 1948):

$$E_{PEN} \approx 0.047R_s \sqrt{T + 9.5} - 2.4 \left( \frac{R_s}{R_a} \right) + 0.09(T + 20) \left( 1 - \frac{RH}{100} \right) \dots (5)$$

Keterangan:

- $R_a$  = radiasi ekstraterrestrial (MJ/m<sup>2</sup>/hari)
- $T$  = suhu rata-rata harian (°C)
- $RH$  = kelembaban relatif udara rata-rata harian (%)

Volume air dalam pot tanaman dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_a = \theta \cdot V_{\text{pot}} \dots (6)$$

Keterangan:

- $\theta$  = kadar air tanah volumetrik (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)
- $V_{\text{pot}}$  = volume pot (cm<sup>3</sup>)
- $V_a$  = volume air (cm<sup>3</sup>)

### 3. Perhitungan Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman lada diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \cdot z \cdot A = Q_{\text{tanaman}} - ET_p \cdot A$$

$$(z \cdot A) \left( \frac{\Delta\theta_1}{\Delta t} + \frac{\Delta\theta_2}{\Delta t} + \frac{\Delta\theta_3}{\Delta t} \right) = Q_{\text{tanaman}} - (kc_1 + kc_2 + kc_3) \cdot ET_p \cdot A \dots (7)$$

$$(z \cdot A) \left( \frac{\Delta\theta_{\text{Tot}}}{\Delta t} \right) - Q_{\text{tanaman}} + kc_{\text{tot}} \cdot ET_p \cdot A \approx 0 \dots (8)$$

Keterangan:

- $\Delta\theta$  = perubahan kadar air volumetrik (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)
- $Z$  = kedalaman tanah (mm)
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  = kadar air volumetrik pot 1, 2, 3 (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)
- $kc_{\text{tot}}$  = koefisien keseluruhan tanaman
- $ET_p$  = evapotranspirasi potensial (mm/hari)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Keseragaman Tetesan

Tabel 1 merupakan hasil pengukuran keseragaman tetesan pada saat air dari tangki dibiarkan mengalir. Pengukuran keseragaman tetesan ini dilakukan pada hari Senin tanggal 30 September 2019. Pengukuran dilakukan setiap 10 menit sekali hingga diperoleh keseragaman tetesan secara visual dan berdasarkan tampungan pada gelas ukur. Pada menit ke 10 atau saat pengukuran telah berjalan selama 1 jam 40 menit tetesan mencapai tingkat keseragaman yang dikehendaki. Berdasarkan data di atas, nilai DU (*Distribution Uniformity*) dihitung untuk mengetahui kategori keseragaman tetesannya. Diperoleh nilai DU sebesar 71% yang termasuk dalam kategori cukup baik berdasarkan kriteria ASAE dalam (Hartz & Hanson, 2009).

### 3.1. Parameter Cuaca dan Kelembaban Tanah

Parameter cuaca dan kelembaban tanah diukur dan dihitung mulai saat tumbuhan lada ditanam di dalam pot. Penanaman mulai pada 17 November 2019. Pengukuran iklim dilakukan di dalam dan di luar rumah tanaman. Berdasarkan data pengukuran harian, diperoleh data iklim, yaitu: radiasi matahari, suhu, kelembaban, dan tekanan. Dari hasil pengukuran kelembaban tanah diperoleh data volume air dalam tanah. Data tersebut seperti pada Tabel 2. Radiasi matahari di luar rumah tanaman lebih besar dibandingkan dengan radiasi matahari yang terjadi di dalam rumah tanaman Gambar 4.

Parameter yang paling mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman adalah radiasi matahari dan suhu udara (Dewi, Setiawan, Waspodo, & Liyantono, 2020). Radiasi matahari di dalam rumah tanaman di saat siang hari jauh lebih rendah dibandingkan di luar rumah tanaman. Berbeda dengan suhu udara harian yang terjadi, meskipun tidak jauh berbeda antara suhu udara di



dalam dan di luar rumah tanaman, namun di saat siang hari suhu udara di dalam rumah tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan di luar rumah tanaman (Gambar 5).

Perbedaan suhu udara di luar dan di dalam rumah tanaman tidak begitu signifikan terjadi sepanjang masa pengamatan meskipun rata-rata suhu di dalam rumah tanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu rata-rata di dalam rumah tanaman secara keseluruhan, seperti yang terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Struktur rumah tanaman yang tertutup dan laju pertukaran udara di dalam rumah tanaman dengan lingkungan luar yang sangat kecil menyebabkan suhu udara di dalam rumah tanaman cenderung lebih tinggi dari pada di luar. Berdasarkan pengamatan, kelembaban udara relatif di dalam rumah tanaman juga cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelembaban udara relatif di luar rumah tanaman (Gambar 7). Kelembaban relatif pada tanggal 11 Desember 2019 berkisar antara 62%-90% di dalam rumah tanaman dan 62%-92% di luar rumah tanaman. Begitu juga

untuk tekanan udara di dalam dan di luar rumah tanaman. Tekanan udara di dalam rumah tanaman cenderung lebih besar dibandingkan tekanan udara di luar rumah tanaman meskipun perbedaan yang terjadi tidak terlalu besar Gambar 8.

Selama penelitian ini, kadar air volumetrik pada Pot 1 cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan Pot 2 dan Pot 3. Hal ini dipengaruhi oleh posisi Pot 1 yang paling dekat dengan tangki penyuplai air. Meskipun telah dilakukan penyeragaman tetesan, akan tetapi saat penguapan (evaporasi) terjadi di tangki penyuplai air, aliran air untuk sampai ke pot yang paling jauh (Pot 3) sangat rendah. Hal ini juga disebabkan tekanan aliran air mengecil menuju Pot 3 yang semakin jauh dari sumber air. Tekanan air berkurang diakibatkan oleh gaya gesek pada dinding pipa (Ekaputra, Yanti, Saputra, & Irsyad, 2016). Faktor lain yang mempengaruhi ketidakseragaman kadar air pada tiap-tiap pot adalah ketidakseragaman tetesan seperti adanya sumbatan akibat lumut pada penetes.

**Tabel 1** Keseragaman Tetesan

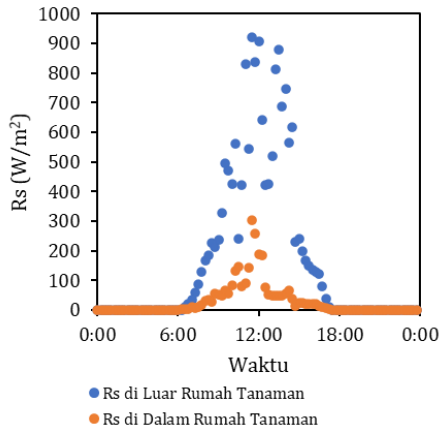
Pengukuran ke-	Ketinggian Air				Perlakuan
	Tangki (mm)	Pot 1 (ml)	Pot 2 (ml)	Pot 3 (ml)	
1	244	50	50	30	Air mengalir pada pot kontrol
2	243	30	50	40	
3	244	40	35	30	
4	250	25	25	30	
5	251	50	55	50	
6	251	40	30	20	
7	251	15	20	20	
8	251	30	25	25	
9	252	20	25	25	
10	253	20	20	20	

Sumber: Hasil Analisis (2020)

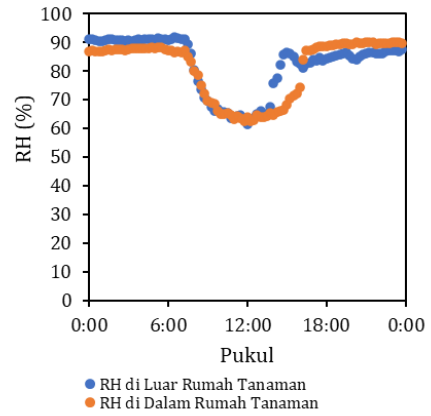
**Tabel 2** Data Iklim dan Kelembaban Tanah Tanggal 17 November 2020

		Min	Ave	Max
Luar Rumah Tanaman	Rs (W/m <sup>2</sup> )	0,00	161,93	633,54
	T (°C)	22,70	27,88	34,40
	RH (%)	45	70	85
	P (kPa)	98,65	98,95	99,17
Dalam Rumah Tanaman	Rs (W/m <sup>2</sup> )	0,00	45,68	303,96
	T (°C)	22,30	27,38	35,50
	RH (%)	46	72	87
	P (kPa)	98,70	98,97	99,12
Volumetric (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Pot 1	0,24	0,24	0,24
	Pot 2	0,13	0,14	0,15
	Pot 3	0,11	0,11	0,12
Volume Air Dalam Tanah (cm <sup>3</sup> )	Vair 1	16737,7	16737,7	16737,7
	Vair 2	8974,2	9660,6	10599,1
	Vair 3	7469,6	80,36,4	8733,5

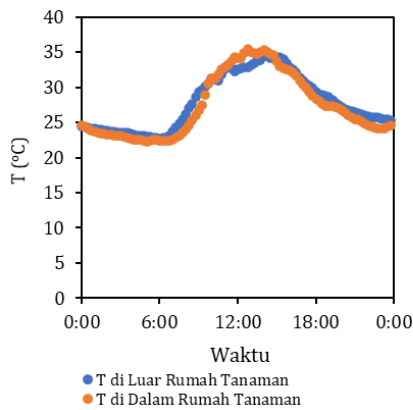
Sumber: Hasil Analisis



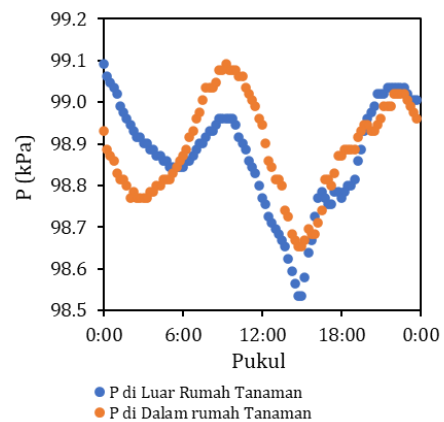
**Gambar 4** Grafik Radiasi Matahari Tanggal 2 Desember 2019



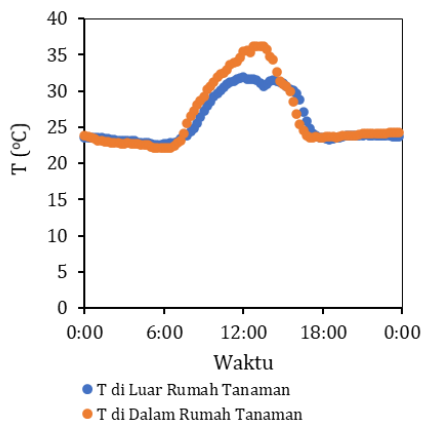
**Gambar 7** Grafik Kelembaban Relatif Tanggal 11 Desember 2019



**Gambar 5** Grafik Suhu Udara Tanggal 17 November 2019



**Gambar 8** Tekanan Udara Tanggal 18 Desember 2019



**Gambar 6** Grafik Suhu Udara Tanggal 18 Desember 2019

### 3.3. Evaporasi, Evapotranspirasi dan Koefisien Tanaman

Di awal masa tanam, evaporasi terhitung di dalam rumah tanaman mencapai 6,3 mm/hari dengan evaporasi rata-rata selama pengamatan 5,9 mm/hari dan evaporasi terhitung rata-rata di luar rumah tanaman 7,8 mm/hari (Gambar 9). Tidak jauh berbeda dengan evaporasi terhitung, evaporasi terukur yang diperoleh memiliki rata-rata 5,2 mm/hari sama dengan besarnya air yang tersalurkan ke pot-pot tanaman ( $Q_{out}$ ), maka hal ini sama dengan tanaman lada akan memperoleh 1.827 mm curah hujan/tahun.

Meskipun tanaman lada dapat tumbuh baik pada kondisi curah hujan 2.000-3.000 mm/tahun (Wahid & Suparman, 1986), namun pada kondisi pemberian air 5,2 mm/hari ini telah mampu mendorong pertumbuhan cabang primer dan pembungaan. Pemberian air yang setara dengan 1.260 mm curah hujan/tahun mengakibatkan kondisi air tanah cenderung terbatas, namun mampu mendorong pertumbuhan cabang primer (Wahid, P., Syakir, Hermanto, Surmaini, & Pitono, 2005). Pertumbuhan vegetatif lada perdu terbaik

dihasilkan dari pemberian air 7 mm/hari atau setara 2.520 mm curah hujan/tahun, dimana pada kondisi ini terjadi peningkatan jumlah cabang sekunder dan tersier dan kemampuan tanaman lada membentuk bunga pun meningkat (Wahid, P. *et al.*, 2005).

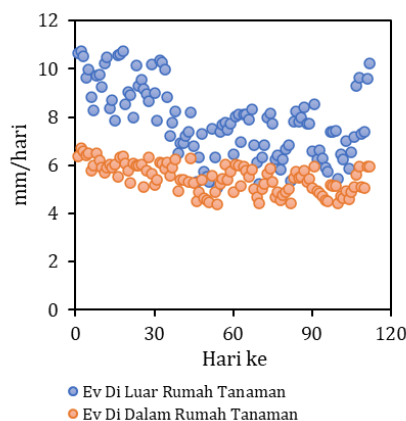
Selama pengamatan, terjadi penurunan dan kenaikan evaporasi (Gambar 10). Penurunan dan kenaikan evaporasi pada beberapa fase ini dipengaruhi oleh radiasi matahari, peningkatan dan penurunan temperatur udara, kelembaban udara, serta radiasi ekstraterrestrial. Seiring dengan evaporasi, evapotranspirasi yang terjadi selama pengamatan juga mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan. Dimana, saat awal penanaman tanaman lada pada sistem irigasi ini, evapotranspirasi yang terjadi sebesar 5,2 mm/hari di dalam rumah tanaman dan 4,9 mm/hari di luar rumah tanaman. Evapotranspirasi rata-rata selama pengamatan di dalam rumah tanaman sebesar 4,1 mm/hari dan di luar rumah tanaman 3,8 mm/hari.

Pada Gambar 9 dan Gambar 11 terlihat bahwa evaporasi lebih tinggi dibandingkan dengan evapotranspirasi. Evaporasi di dalam rumah tanaman lebih kecil dibandingkan dengan evaporasi yang terjadi di luar rumah tanaman. Hal ini disebabkan oleh intensitas cahaya matahari di luar rumah tanaman lebih lama jika dibandingkan dengan di dalam rumah tanaman. Intensitas cahaya matahari dalam durasi lama menyebabkan evaporasi semakin tinggi (Ekaputra *et al.*, 2016).

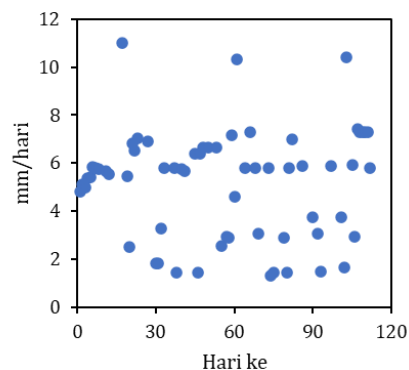
Berbanding terbalik dengan evaporasi, evapotranspirasi di dalam rumah tanaman justru lebih tinggi jika dibandingkan dengan evapotranspirasi di luar rumah tanaman. Evapotranspirasi rata-rata selama pengamatan di dalam rumah tanaman sebesar 4,1 mm/hari. Jika dilihat dari nilai evaporasi terukur rata-rata yang sebesar 5,2 mm/hari dapat tersalurkan ke pot-pot tanaman, maka kebutuhan air untuk evapotranspirasi sebesar 4,1 mm/hari telah dapat terpenuhi dengan sistem irigasi evaporatif ini. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan evapotranspirasi irigasi siram yang berkisar antara 1,9-4,3 mm/hari (Hermantoro, Setiawan, Hardiamidjojo, & Bintoro, 2002). Dari penelitian ini, diperoleh koefisien tanaman lada. Koefisien tanaman lada dari umur 4 bulan hingga umur 8 bulan berbeda-beda. Koefisien terhitung tanaman lada ini berkisar antara 0,1-0,7, sedangkan koefisien tanaman lada berdasarkan kurva polynomial berkisar antara 0,2-0,5 (Gambar 12).

Koefisien tanaman lada berubah seiring dengan pertumbuhan tanaman lada. Jika dibandingkan

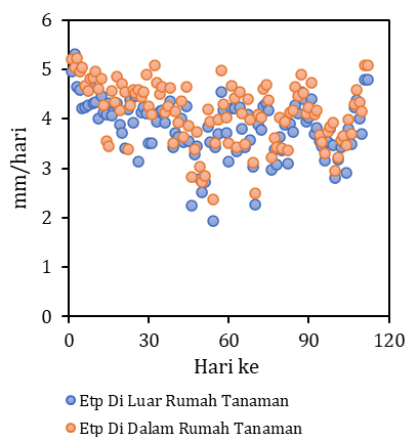
dengan penelitian terdahulu, koefisien tanaman lada yang diperoleh tidak jauh berbeda. Koefisien tanaman lada pada masa awal tanam berkisar antara 0,3-0,4 dan pada masa pengembangan tanaman berkisar antara 0,6-0,75 (Hermantoro *et al.*, 2002). Data koefisien tanaman yang diperoleh pada penelitian ini sangat fluktuatif disebabkan akurasi alat ukur kelembaban tanah rendah dan juga terdapat data yang tak tercatat selama masa pengamatan.



**Gambar 9** Evaporasi Perhitungan Selama Pengamatan



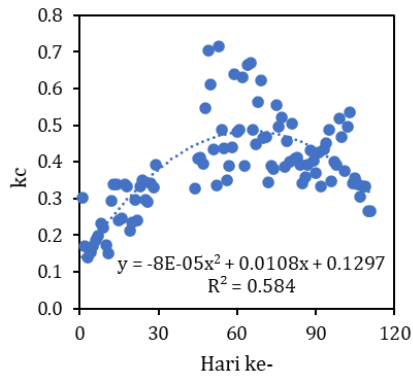
**Gambar 10** Evaporasi Pengukuran Selama Pengamatan



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 11** Evapotranspirasi Selama Pengamatan





Sumber: Hasil Analisis

Gambar 12 Koefisien Tanaman Lada

#### IV. KESIMPULAN

Pemberian air dengan sistem irigasi evaporatif ini sebesar 5,2 mm/hari telah mampu memenuhi kebutuhan air evapotranspirasi tanaman lada 4,1 mm/hari. Pemberian air tersebut telah mampu mendorong pertumbuhan cabang primer dan pembungaan. Pertumbuhan tanaman lada normal selama penelitian ini dengan koefisien tanaman terhitung berkisar antara 0,1–0,7. Irigasi evaporatif yang dirancang ini cukup praktis jika dilihat dari pengoperasian dan mampu memenuhi kebutuhan air tanaman lada sehingga prospektif untuk diterapkan pada daerah yang curah hujannya rendah atau digunakan saat musim kemarau. Namun demikian, saluran pada emitter tetes harus dilakukan pembersihan berkala untuk menghindari tersumbatnya saluran akibat lumut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Divisi Teknik Sumberdaya Air, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB University atas dukungan tempat dan fasilitasnya selama berada di lokasi penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *FAO Irrigation and Drainage Paper No 56: Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water Requirements)*. Rome (IT): FAO of UN. 64. Diperoleh dari [http://www.fao.org/tempref/SD/Reserved/Agromet/PET/FAO\\_Irrigation\\_Drainage\\_Paper\\_56.pdf](http://www.fao.org/tempref/SD/Reserved/Agromet/PET/FAO_Irrigation_Drainage_Paper_56.pdf)

Ardiansyah, Setiawan, B. I., Arif, C., & Saptomo, S. K. (2019). Peningkatan efisiensi aplikasi air pada petakan sawah dengan penerapan irigasi evaporatif (kajian teoritis). *Jurnal Irigasi*, 14(1), 47–54. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v14.i1.46-53>

Dewi, V. A. K., Setiawan, B. I., Waspodo, R. S. B., & Liyantono. (2020). Microlimate condition in the natural ventilated greenhouse. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 44(1), 30–35. <http://dx.doi.org/10.21082/jti.v44n1.2020.31-36>

Ekaputra, E. G., Yanti, D., Saputra, D., & Irsyad, F. (2016). Rancang bangun sistem irigasi tetes untuk budidaya cabai (*Capsicum annum* L.) dalam greenhouse di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Irigasi*, 11(2), 103–112. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v11.i2.103-112>

Fajar, A., Purwanto, M. Y. J., & Tarigan, S. D. (2016). Efisiensi sistem irigasi pipa untuk mengidentifikasi tingkat kelayakan pemberian air dalam pengelolaan air irigasi. *Jurnal Irigasi*, 11(1), 33–42.

Hartz, T., & Hanson, D. B. (2009). *Drip Irrigation and Fertigation Management of Processing Tomato*. University of California. Diperoleh dari [https://vric.ucdavis.edu/pdf/TOMATO/tomato\\_drip%20irrigation%20and%20fertigation%20mgmt%20of%20processing%20tomato%202009\\_05.pdf](https://vric.ucdavis.edu/pdf/TOMATO/tomato_drip%20irrigation%20and%20fertigation%20mgmt%20of%20processing%20tomato%202009_05.pdf)

Hermantoro, Setiawan, B. I., Hardiamidjojo, M. H., & Bintoro, M. H. (2002). Kajian sistem fertigasi kendi pada budidaya tanaman di lahan kering (hlm. 6 p). Dipresentasikan pada Seminar Nasional PERTEETA, Malang, Indonesia: Universitas Brawijaya.

Hidayatullah, S. (2015). *Aplikasi Hukum Archimedes sebagai Pengukur Berat Benda di Atas Kapal Berbasis Arduino Uno menggunakan Rotary Encoder* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.

Kasiran, K. (2006). Teknologi irigasi tetes “RO drip” untuk budidaya tanaman sayuran di lahan kering dataran rendah. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 8(1), 26–30.

Manohara, D., Wahyuno, D., & Rivai, A. (2013). *Teknologi Unggulan Lada Budidaya Pendukung Varietas Unggul*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Diperoleh dari <http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2017/12/Teknologi-unggulan-lada.pdf>

Nuryani. (1996). Klasifikasi dan karakteristik tanaman lada. Dalam *Monograf Tanaman Lada*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

Pangestu, & Waspodo, R. S. B. (2019). Prediksi potensi cadangan air Tanah menggunakan persamaan Darcy di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), 59–68. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.1.59-68>

Penman. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, 193(1032), 120–145. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>

Wahid, P., & Suparman, U. (1986). Teknik budidaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman lada. *Edisi Khusus Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 2(1), 1–11.

Wahid, P., Syakir, M., Hermanto, Surmaini, E., & Pitono, J. (2005). Pencucian dan serapan hara lada perdu (*Piper nigrum* L.) pada berbagai tingkat dan frekuensi pemberian air. *Jurnal Littri*, 2(1), 13-18.

Wahid, P., Zaubin, R., & Ilas. (1995). *Aspek Pemeliharaan dan Budidaya Lada*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.