

APLIKASI SISTEM IRIGASI TETES PADA TANAMAN KEMBANG KOL (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* DC) DALAM GREENHOUSE

THE APPLICATION OF DRIP IRRIGATION SYSTEM ON CAULIFLOWER (*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis* L. Subvar. *Cauliflora* DC) IN AGREENHOUSE

Hendri Yanto¹, Ahmad Tusi², Sugeng Triyono³

¹⁾Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, e-mail : hendri.y.tp@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 17 April 2014; revisi pada 28 Mei 2014;
disetujui untuk dipublikasikan pada 5 Juni 2014

ABSTRACT

The research aimed to test performance of a drip irrigation system to irrigate cauliflower cultivated in a greenhouse. The drip irrigation system using emitter type regulating stick emitter as many 315. One Main pipe, one manifold, and four lateral pipes were from PE types with the diameter of 13 mm. The methods to deliver irrigation water were by using a small pump 13 Watt and by using gravitational pressure with head 155 cm. Variables observed were emission uniformity (EU), water requirement, plant growth, and water productivity. The results showed that Emission uniformities were 64,49 % for gravitational flow and 61,46 % for pumping flow. These values were still below recommended, that is 75 % - 85 %. The minimum, maximum, and mean reference evapotranspiration (ET_o) were recorded as 5,80 mm/ day, 9,70 mm/ day, and 7,20 mm/ day. Whilst crop evapotranspiration (ET_c) at the day of 41 after planted was 3.2 mm/ day. Average yield of cauliflower was 58 gram per plant, while water productivity was 0,87 gram/ liter.

Keyword: cauliflower, crop water requirement, drip irrigation, emitter, emission uniformity

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menguji sistem irigasi tetes, menganalisa kebutuhan dan produktivitas air irigasi tanaman Kembang kol di dalam *greenhouse*. Sistem irigasi tetes menggunakan penetes (*emitter*) jenis *regulating stick emitter* sebanyak 315 penetes. Satu pipa utama, satu manifold, dan empat lateral menggunakan selang jenis PE dengan diameter 13 mm. Metode distribusi air irigasi menggunakan pompa kecil 13 Watt, dan menggunakan tekanan gravitasi dengan tinggi *head* 155 cm. Variabel yang diamati adalah keseragaman penyebaran (EU), kebutuhan air, pertumbuhan tanaman, dan produktivitas air. Hasil menunjukkan nilai keseragaman penyebaran (EU) adalah sebesar 64,49 % untuk aliran gravitasi dan 61,46 % untuk aliran pompa. Nilai ini masih di bawah nilai keseragaman penyebaran yang disarankan yaitu 75 % - 85 %. Evapotranspirasi acuan (ET_o) minimal, maksimal, dan nilai tengah adalah 5,80 mm/ hari, 9,70 mm/ hari, dan 7,20 mm/ hari. Evapotranspirasi tanaman (ET_c) pada hari ke 41 setelah tanam adalah 3,2 mm/ hari. Hasil rata-rata Kembang kol adalah 58 g/ tanaman, sedangkan produktivitas airnya adalah 0,87 gram/ liter.

Kata Kunci: Kembang kol, Kebutuhan air tanaman, Irigasi tetes, *Emitter*, Keseragaman tetesan

I. PENDAHULUAN

Kubis bunga putih, atau yang biasa disebut dengan Kembang kol, merupakan tanaman sayuran yang cukup populer di Indonesia karena nilai gizi dan mineral yang terkandung serta manfaatnya yang baik bagi kesehatan. Kembang kol termasuk dalam suku kubis-kubisan atau Brassicaceae. Kembang kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. subvar. *cauliflora* DC) termasuk jenis sayur-sayuran dengan nilai ekonomi tinggi. Nilai jual Kembang kol yang tinggi tidak diikuti dengan kuantitas produksinya. Oleh karena itu, Kembang kol belum memberikan keuntungan kepada petani secara optimal karena jumlah Kembang kol yang dapat dipanen jumlahnya sedikit (Rukmana, 1994).

Budidaya tanaman Kembang kol secara umum dapat dilakukan pada semua jenis tanah. Pertumbuhan tanaman Kembang kol akan ideal jika ditanam pada tanah liat berpasir yang banyak mengandung bahan organik. Tanaman Kembang kol selama hidup memerlukan air yang cukup, namun tidak boleh berlebihan. Sedangkan jika sampai kekurangan air tanaman akan menjadi kerdil atau bahkan mati. Oleh sebab itu perlu adanya sistem pemberian air yang mampu memenuhi kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman Kembang kol sesuai dengan kebutuhannya, agar tanaman tersebut tidak terlalu banyak air, namun juga tidak kekurangan air sehingga tidak mengganggu produktivitas tanaman tersebut (Pracaya, 2005).

Irigasi adalah istilah yang berkaitan dengan penyaluran air dari sumber ke tanaman. Sistem irigasi yang banyak digunakan adalah irigasi curah di permukaan tanah. Irigasi ini membutuhkan air dalam jumlah banyak sedangkan tingkat efisiensi penggunaannya rendah. Untuk mengatasi keterbatasan air, sistem irigasi tetes merupakan pilihan tepat dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air. Menurut Hadiutomo (2012), irigasi tetes adalah metode pemberian air pada tanaman secara langsung, baik pada areal perakaran tanaman maupun pada permukaan tanah melalui tetesan secara kontinu dan perlahan. Efisiensi penggunaan air dengan sistem irigasi tetes dapat mencapai 80 - 95% (Simonne *et al.*, 2010).

Carapemberian irigasi yang tidak tepat menjadi penyebab utama rendahnya produktivitas tanaman Kembang kol. Hal ini terlihat jelas dari sebagian besar tanaman Kembang kol yang mati disebabkan terjadinya pembusukan akar akibat kelebihan air, karena pemberian irigasi sistem tradisional yang diterapkan petani memberikan air tanpa adanya takaran yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penelitian tentang aplikasi sistem irigasi tetes pada tanaman Kembang kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L. subvar. *cauliflora* DC) yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, hemat air, sederhana dan mudah diterapkan pada pertanian lahan kering perlu dikembangkan. Tujuan penelitian ini adalah uji coba sistem irigasi tetes dan menganalisa kebutuhan serta produktivitas air irigasi tanaman Kembang kol di dalam *greenhouse*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari Bulan Juli sampai November 2013 di *Greenhouse Sarwo Farm* Desa Bandar Agung Kec. Kalianda Kab. Lampung Selatan (Letak Geografis : 05R°40'18,5" (LS) 105R°35'24,5" (BT)) dan Laboratorium Teknik Sumber Daya Air dan Lahan (Lab. TSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaringan irigasi tetes, gelas plastik, ember plastik, *stop watch*, *timer*, *trey*, polybag, cangkul, timbangan digital dan analitik, cawan, oven, desikator, termohyrometer, gelas ukur dan lem pipa. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih Kembang kol dengan varietas BEST 50 (Hibrida F1), larutan nutrisi AB mix, pasir dan arang sekam sebagai media tanam, dan air.

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa tahap, yaitu: (a) persiapan dan pengukuran media tanam, (b) persiapan alat dan bahan, (c) perancangan sistem irigasi tetes, (d) instalasi jaringan irigasi tetes, (e) pengujian *emitter*, (f) uji kinerja jaringan irigasi tetes pada tanaman, dan (g) pengolahan data. Pengamatan dan pengambilan data meliputi pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun), produksi tanaman, dan berat brangkas (berat basah dan berat kering). Waktu pengamatan untuk beberapa parameter dibagi sebagai

berikut: (1) pengamatan yang dilakukan setiap hari untuk menghitung kebutuhan air dan kondisi ruang di dalam *greenhouse*, (2) pengamatan pertumbuhan setiap 7 hari sekali hingga panen umur 83 hari, dan (3) pengamatan produksi dilakukan setelah panen.

Uji Sifat Fisik Media Tanam

Uji sifat fisik media tanam dilakukan untuk mengetahui kapasitas lapang atau kemampuan media tanam mengikat air. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dan arang sekam yang dicampur dengan perbandingan 1:3 basis volume. Kadar air media tanam dihitung dengan cara menimbang sampel media tanam kering udara, kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 105°C. Setelah sampel dioven lalu ditimbang kembali untuk mengetahui selisih berat sampel sebelum dan setelah dioven. Kapasitas lapang media tanam dihitung dengan cara mengambil sampel media tanam yang telah tercampur kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 105°C.

Kapasitas lapang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Ka = \frac{(BB - BK)}{BK} \times 100 \% \quad (\text{Basis massa}) \quad \dots(1)$$

$$Fc = \frac{(V_1 - V_2)}{V_s} \times 100 \% \quad (\text{Basis volume}) \quad \dots(2)$$

Dimana :

Ka = Kadar air (%)

BB = Berat basah sampel sebelum di oven (g)

BK = Berat kering sampel setelah di oven 105R°C selama 24 jam (g)

Fc = Kapasitas lapang (%)

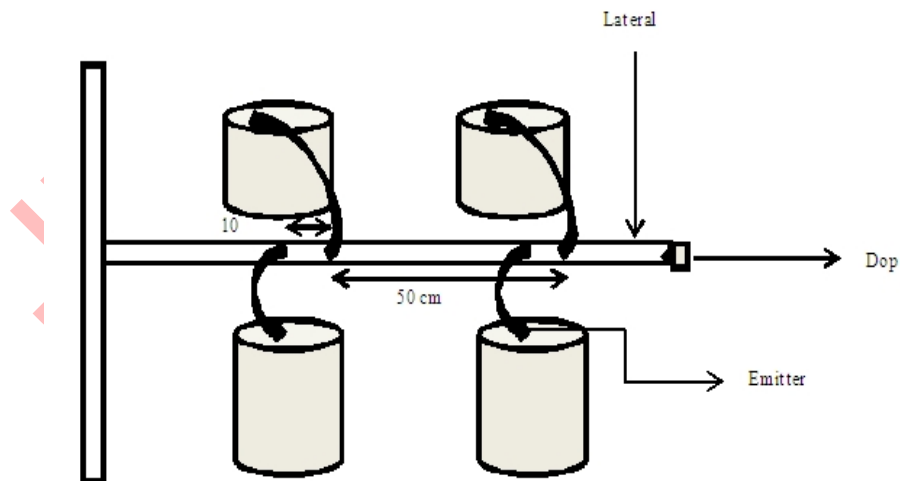
V₁ = Volume air yang disiramkan (mm³)

V₂ = Volume air yang menetes keluar (mm³)

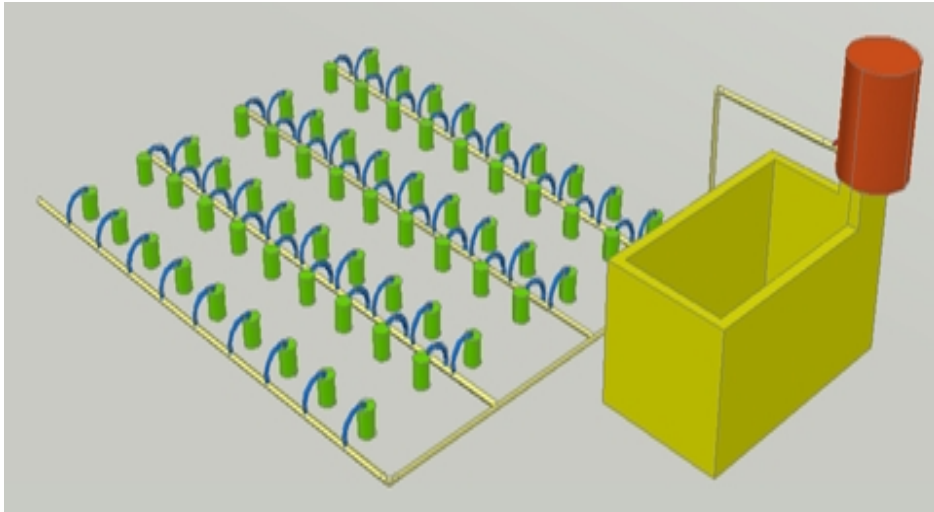
V_s = Volume contoh tanah (mm³)

Rancangan Sistem Irigasi Tetes

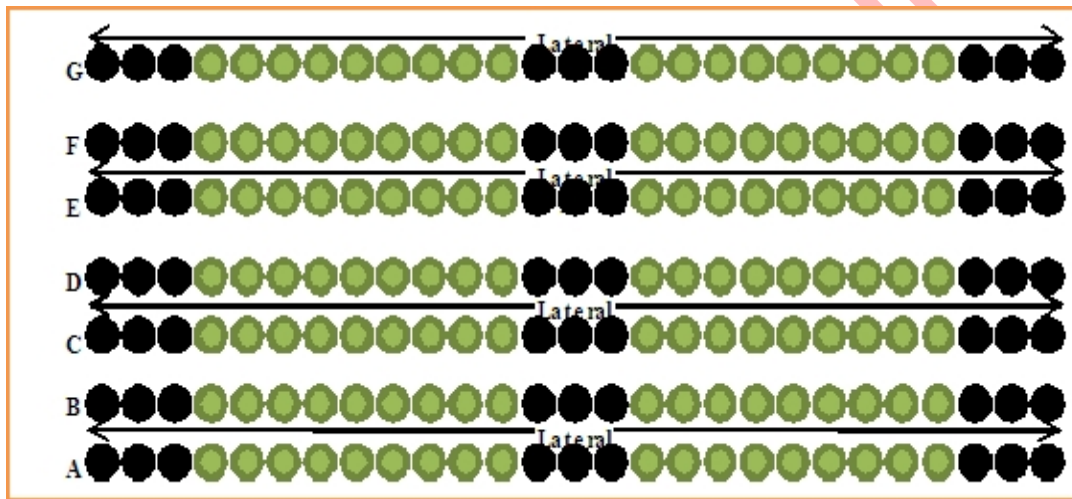
Sistem irigasi tetes memanfaatkan tekanan gravitasi dan tekanan pompa sebagai sumber energi untuk mengalirkan air dari reservoir ke tanaman. Pipa utama, manifold, dan lateral yang digunakan dalam sistem irigasi tetes memiliki ukuran 13 mm yang terbuat dari bahan *Polyethylene* (PE), terdiri dari empat lajur pipa lateral dengan panjang 23 meter, dimana setiap lateral dipasangkan 90 penetes (*emitter*). Penetes (*emitter*) yang digunakan adalah *regulating stick emitter* yang dipasang pada sisi kanan dan kiri lateral yang dihubungkan dengan adaptor dan *nipple* berukuran 5 mm dengan jarak 50 cm, sedangkan jarak antar sisi kanan dan kiri yaitu 10 cm.



Gambar 1. Penempatan penetes (*emitter*) pada pipa lateral



Gambar 2. Rancangan sistem irigasi tetes



Keterangan, ● : Pengambilan sampel data

Gambar 3. Tata letak sampel pengamatan

Perancangan Sistem Irigasi Tetes

1). Pengujian penetes (*emitter*)

Emitter yang digunakan pada rancangan sistem irigasi tetes ini adalah *regulating stick emitter*. Beberapa parameter yang digunakan dalam menguji karakteristik penetes adalah debit penetes, tekanan (*head*) operasi, hubungan debit penetes dengan *head* operasi yang dikenal dengan komponen emisi, koefisien variasi penetes, diameter penetes dan volume basah tanah.

a. Debit penetes (*Q*)

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots(3)$$

dalam hal ini:

Q = debit penetes (l / jam)

t = waktu (jam)

V = volume (liter)

b. Koefisien variasi penetes (*Cv*)

Koefisien variasi penetes adalah parameter statis yang merupakan pembandingan nilai standar deviasi penetes dengan rata-rata debit penetes, dari sejumlah sampel penetes yang diuji dengan *head* operasi yang sama.

$$Cv = \frac{S}{(Q_{avs})} \dots\dots(4)$$

dalam hal ini :

Cv = koefisien variasi

Q_{avs} = rata-rata debit (L/ jam)

S = standar deviasi

Tabel 1. Klasifikasi nilai Cv

Tipe emitter	Cv	Kelas
Point source	< 0,05	Baik
	0,05 - 0,10	Sedang
	0,10 - 0,15	Kurang
	> 0,15	Buruk
Line source	< 0,10	Baik
	0,10 - 0,20	Sedang
	> 0,20	Kurang hingga buruk

(Sumber: Keller and Blesner, 1990)

2). Uji kinerja sistem irigasi tetes

Parameter yang digunakan untuk menguji kerja sistem irigasi ini adalah keseragaman emisi (EU).

$$EU = \frac{(Q_{25\%})}{Q} \times 100\% \dots\dots(5)$$

dalam hal ini:

- EU = keseragaman emisi
- Q = rata-rata debit penetes (l/ jam)
- Q25% = 25% debit penetes terkecil (l/ jam)

3). Hidrolika jaringan perpipaan

Berikut ini disajikan beberapa persamaan yang biasa digunakan dalam menentukan kehilangan tekanan akibat friksi atau friction loss pada bahan plastik pipa lateral dan pipa utama sistem irigasi tetes:

Untuk pipa kecil (<125 mm) :

$$J = 7,89 \times 107 \times (Q_{(L \text{ or } M)})^{1,75} / D^{4,75} \dots\dots(6)$$

Dengan outlet :

$$hf = J \times F (L_{(L \text{ or } M)} / 100) \dots\dots(7)$$

dalam hal ini :

- J = gradien kehilangan head (m/ 100)
- D = diameter dalam pipa (mm)
- hf = kehilangan head akibat gesekan (m)
- F = koefisien reduksi
- Q_L = debit sistem pada lateral (l/ det)
- L_L = panjang pipa lateral (m)
- Q_M = debit sistem pada manifold (l/ det)
- L_M = panjang pipa manifold (m)

Menurut Keller dan Bleisner (1990), kehilangan head pada sub unit dibatasi tidak lebih dari 20% tekanan operasi rata-rata sistem, yaitu :

$$\Delta H \text{ pada lateral} \leq 11\% H_a \dots\dots(8)$$

$$\Delta H \text{ pada manifold} \leq 9\% H_a \dots\dots(9)$$

dalam hal ini :

H_a = head operasi rata-rata (m), average untuk head.

Pengamatan dan Pengukuran Data

1. Kinerja sistem rancangan irigasi tetes

- a. Perhitungan volume air irigasi yang masuk ke wadah gelas dihitung menggunakan metode volumetrik dan perhitungan debit penetes menggunakan Persamaan (3).
- b. Perhitungan koefisien variasi debit penetes menggunakan Persamaan (4).
- c. Perhitungan kinerja sistem irigasi tetes dengan menggunakan Persamaan (5) dilakukan dengan perlakuan tinggi head operasi 155 cm.

2. Kebutuhan air tanaman Kembang kol

- a. Perhitungan evapotranspirasi potensial (ET_o) dapat dihitung dengan metode Hargreaves yaitu menggunakan data suhu rata-rata harian di dalam greenhouse dan radiasi matahari (Bautista and Bautista, 2009).

$$ET_o = 0,0023 \times (T_{med} + 17,8) \times (T_{max} - T_{min})^{0,5} \times R_a \dots\dots(10)$$

Keterangan:

- ET_o = Evapotranspiration potensial (mm/ hari)
- T_{max}, T_{min} and T_{med} = Suhu harian maksimum, minimum, and rata-rata (R^oC)

Radiasi ekstraterrestrial matahari dicari dari Persamaan (11) (FAO, 1998) :

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\Phi) \sin(\delta) + \cos(\Phi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)] \dots\dots(11)$$

dimana,

R_s = Extraterrestrial radiasi matahari (MJ m⁻²/ hari = 0,408 mm/ hari)

G_{sc} = Konstanta matahari (0,0820 MJ m²/ min)

d_r = Inverse jarak relatif bumi - matahari

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(\frac{2\pi}{365} J)$$

ω_s = Sudut jam terbenam (rad)

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\Phi) \tan(\delta)]$$

$$\omega_s = \frac{\pi}{2} - \arccos[-\tan(\Phi) \tan(\delta)] / X^{0,5}$$

$$X = 1 - [\tan(\Phi)]^2 [\tan(\delta)]^2 \text{ and } X = 0,00001 \text{ jika } X \leq 0$$

$$\Phi = \text{Latitude (rad)}$$

$$\delta = \text{Deklinasi matahari (rad)}$$

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right)$$

$$J = \text{Jumlah hari pertahun (365)}$$

$$Ra = \text{Extraterrestrial radiasi matahari (MJ m}^2 \text{ / hari} = 0,408 \text{ mm / hari)}$$

c. Koefisien tanaman (Kc) dihitung dengan persamaan:

$$Kc = \frac{ETc}{ETc} \quad (12)$$

d. Perhitungan produktivitas air dihitung dengan persamaan:

$$\text{Produktivitas air} = \frac{\text{Berat hasil}}{\text{Total penggunaan air}} \quad (13)$$

3. Pertumbuhan tanaman Kembang kol

Parameter yang di amati dalam pertumbuhan tanaman meliputi :

- Tinggi tanaman (cm)
- Jumlah daun (helai)
- Berat kembang kol (g)
 - Bunga Besar (BB) = ≥ 100 (g)
 - Bunga Sedang (BS) = 50 – 100 (g)
 - Bunga Kecil (BK) = ≤ 50 (g)
- Berat brangkasan tanaman (g)

Analisis Data

Data hasil pengamatan dan pengukuran dianalisa untuk :

- Mengetahui karakteristik hidraulik dan *emiter* (hubungan antara tekanan – debit tetesan).
- Uji kinerja sistem irigasi tetes terhadap tanaman Kembang kol.

3. Menghitung nilai ETo menggunakan metode Hargreaves.

4. Analisis kebutuhan air tanaman (ETc) koefisien tanaman (Kc) Kembang kol di dalam *greenhouse*.

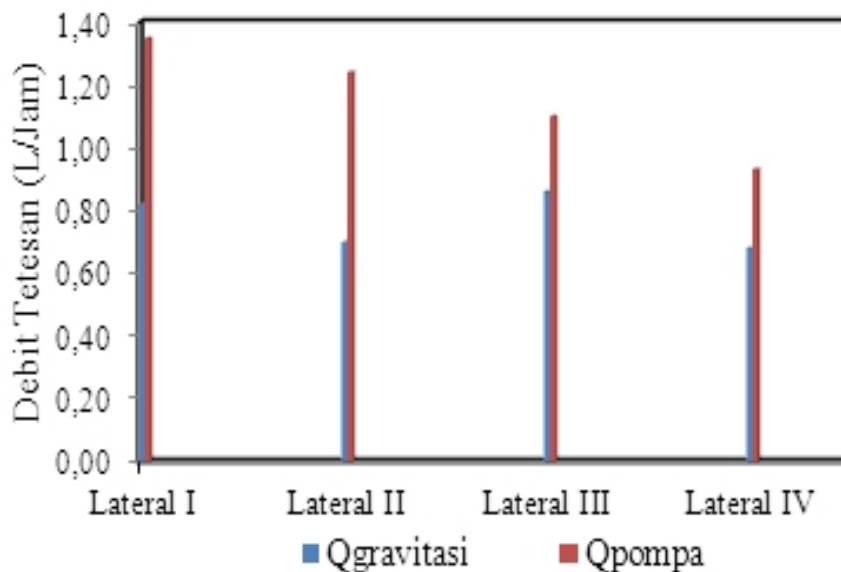
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sifat Fisik Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah pasir dan arang sekam yang kemudian dicampur dengan komposisi perbandingan 1:3 basis volume. Menurut Mechram (2006), komposisi media tanam menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil pengujian media tanam menunjukkan bahwa media tanam yang digunakan mengandung kadar air rata-rata sebesar 4,90% (basis massa) dalam kondisi kering udara, sedangkan kondisi kapasitas lapang rata-rata dari media tanam tersebut adalah sebesar 62,00% (basis volume).

3.2 Kinerja Sistem Irigasi Tetes

Sistem irigasi tetes ini memanfaatkan tekanan gravitasi dan tekanan pompa sebagai sumber energi untuk mengalirkan air dari reservoir ke tanaman. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan debit rata-rata tetesan yang memanfaatkan tekanan gravitasi sebesar 0,78 L/ jam, sedangkan debit rata-rata tetesan yang menggunakan tekanan pompa sebesar 1,19 L/ jam. Grafik debit penetes rata-rata untuk tiap-tiap lateral dengan beda tekanan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Debit penetes rata-rata untuk tiap-tiap lateral dengan beda tekanan aliran

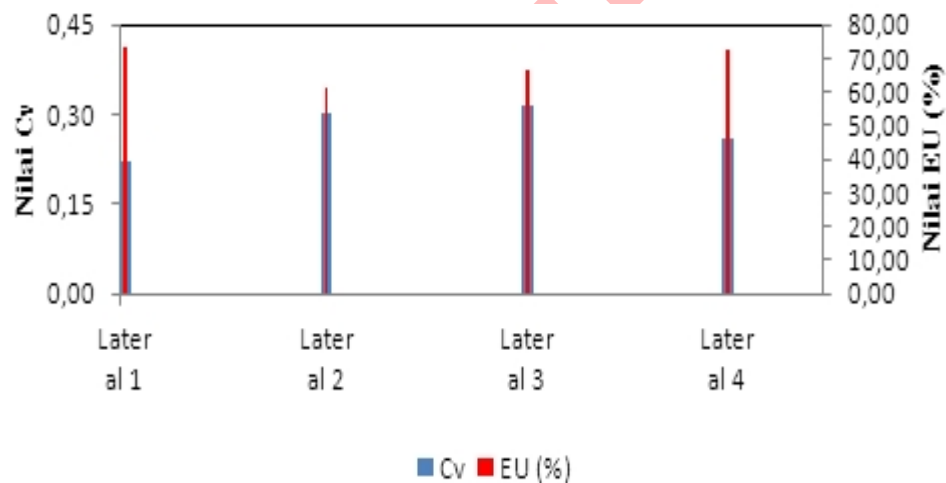
Grafik di atas menunjukkan bahwa, debit tetesan pada Lateral I lebih tinggi dibandingkan dengan Lateral II, III, dan IV. Hal ini dikarenakan pada Lateral I letaknya lebih dekat dengan tangki dan pompa. Grafik di atas juga menunjukkan penurunan debit tetesan untuk tiap-tiap lateral. Ini berarti, semakin jauh letak lateral dengan sumber tekanan, maka semakin kecil tekanan alirannya.

Hasil perhitungan keseragaman debit penetes untuk irigasi yang memanfaatkan tekanan

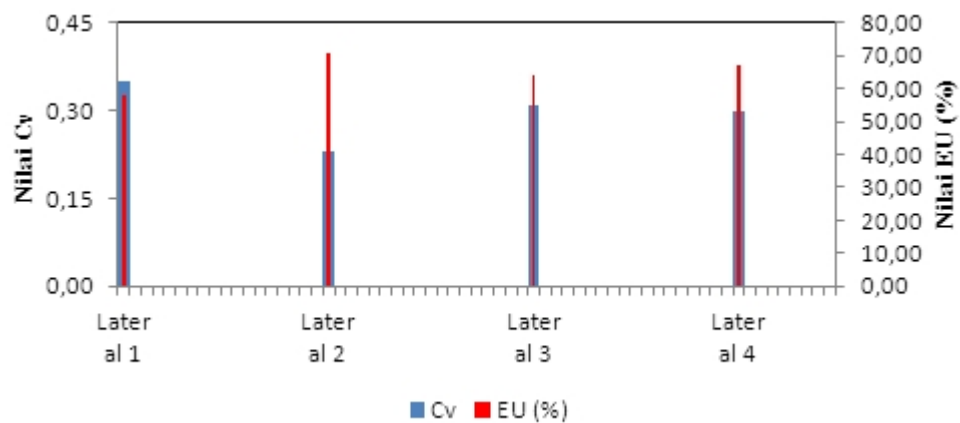
gravitasi diperoleh nilai Cv sebesar 0,29 dan nilai EU sebesar 64,49 %, sedangkan keseragaman debit penetes untuk irigasi yang menggunakan tekanan pompa didapatkan nilai Cv sebesar 0,32 dan nilai EU sebesar 61,46 %. Nilai Cv menunjukkan konstanta tipe penetes yang digunakan. Semakin rendah nilai Cv yang dihasilkan, maka semakin baik kinerja tipe penetes. Grafik hubungan CV dan EU (%) debit penetes tanpa pompa dan dengan pompa untuk tiap-tiap lateral dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Tabel 2. Hasil pengukuran debit rata-rata, Cv, dan EU dengan tekanan operasi yang berbeda

Tekanan Operasi	$Q_{emitter}$ (L/jam)	Cv	EU (%)	Tipe emitter	Klasifikasi	
					Cv	Kategori
a. Gravitasi	0,78	0,29	64.49	Point source	> 0,15	Buruk
b. Pompa 13 W	1,19	0,32	61.46	Point source	> 0,15	Buruk



Gambar 5. Hubungan Cv dan EU (%) debit penetes tanpa pompa untuk tiap-tiap lateral

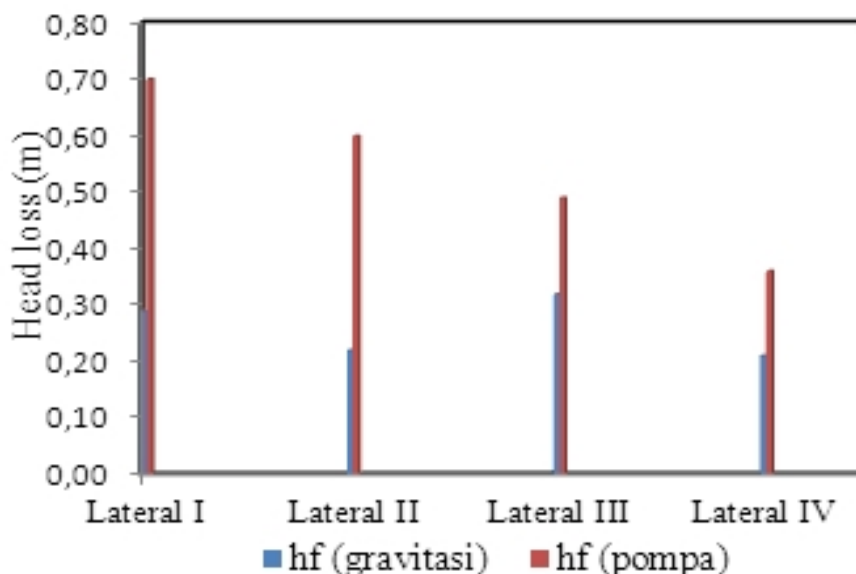


Gambar 6. Hubungan Cv dan EU (%) debit penetes dengan pompa untuk tiap-tiap lateral

Pada aplikasi sistem irigasi tetes, nilai EU masih dikatakan rendah. Rendahnya nilai EU yang dihasilkan disebabkan adanya *head loss* pada sistem karena penggunaan komponen sisten irigasi tetes yang kurang tepat. *Head loss* yang terjadi pada sistem dengan tekanan gravitasi sepanjang lateral sebesar 0,31 m dan pada manifold sebesar 0,75 m (kedua nilai ini masih lebih besar dari nilai $\ddot{A}H$ yang di ijin). Sedangkan *head loss* yang terjadi pada sistem dengan tekanan pompa sepanjang lateral sebesar 0,64 m dan pada manifold sebesar 1,54 m (kedua nilai ini juga masih lebih besar dari nilai $\ddot{A}H$ yang di ijin). Kemungkinan terjadinya *head loss* pada jaringan dapat diminimalisir jika penggunaan komponen pipanya sesuai. Pipa yang seharusnya digunakan pada sistem irigasi ini adalah pipa yang berdiameter 19 mm untuk pipa lateral, dan 25 mm untuk pipa manifoldnya. Perhitungan hidrolika aliran pada pipa

menggunakan Persamaan 6, 7, 8, dan 9. Hasil rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4, sedangkan grafik *head loss* (hf) pada tiap-tiap pipa lateral dengan beda tekanan aliran dapat dilihat pada Gambar 7.

Grafik di atas menunjukkan bahwa, terjadinya *head loss* pada tiap-tiap lateral dengan tekanan aliran pompa lebih besar dibandingkan dengan tekanana aliran gravitasi. Ini berarti, semakin besar tekanan aliran yang diberikan, maka semakin besar *head loss* yang terjadi. Sistem irigasi tetes yang digunakan memiliki keseragaman penyebaran (EU) sebesar 64,49 % (gravitasi) dan 61,46 % (pompa). Kedua nilai ini masih rendah dari yang diharapkan, maka persyaratan hidrolika jaringan perpipaan harus terpenuhi sehingga nilai koefisien keseragaman harus > 95 % untuk mendapatkan penyiraman yang seragam.



Gambar 7. Grafik *head loss* (hf) pada tiap-tiap pipa lateral dengan beda tekanan aliran

Tabel 3. Rekapitulasi perhitungan hidrolika aliran pada pipa lateral dan manifold dengan tekanan gravitasi

Pipa	Head (m)	Diameter Pipa (mm)	J	F	ΔH	hf (m)	Ket.
Lateral	1.55	13	3,77	0,36	0,17	0,31	TIDAK OK
	1.55	19	0,62	0,36	0,17	0,05	OK
	1.55	25	0,17	0,36	0,17	0,01	OK
Manifold	1.55	13	42,73	0,49	0,14	0,75	TIDAK OK
	1.55	19	7,04	0,49	0,14	0,12	OK
	1.55	25	1,91	0,49	0,14	0,03	OK

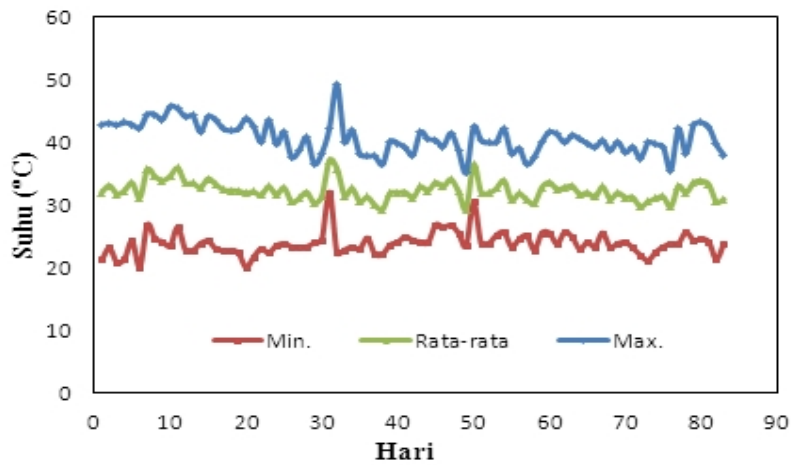
Tabel 4. Rekapitulasi perhitungan hidrolika aliran pada pipa lateral dan manifold dengan tekanan pompa

Pipa	Head (m)	Diameter Pipa (mm)	J	F	ΔH	hf (m)	Ket.
Lateral	2.3	13	7,7	0,36	0,25	0,64	TIDAK OK
	2.3	19	1,27	0,36	0,25	0,11	OK
	2.3	25	0,34	0,36	0,25	0,03	OK
Manifold	2.3	13	87,13	0,49	0,21	1,54	TIDAK OK
	2.3	19	14,37	0,49	0,21	0,25	TIDAK OK
	2.3	25	3,90	0,49	0,21	0,07	OK

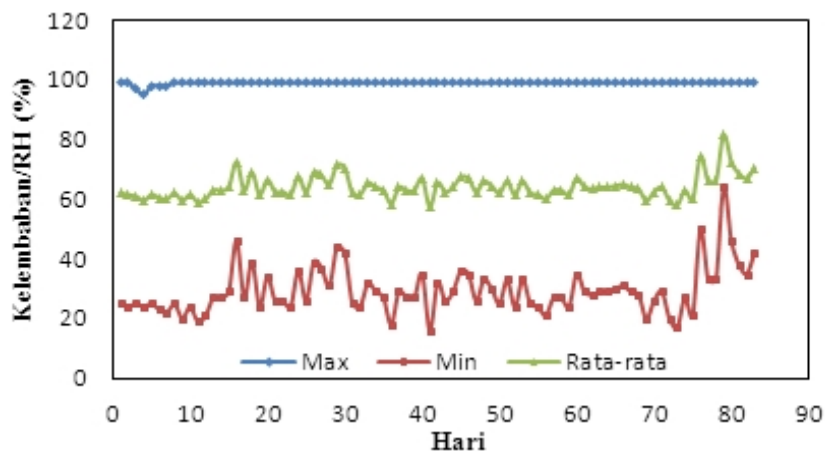
3.3 Kebutuhan Air Tanaman Kembang Kol

Kebutuhan air tanaman untuk berlangsungnya evapotranspirasi besarnya ditentukan oleh kondisi iklim dan koefisien tanaman. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi suhu minimum, maksimum dan rata-rata di dalam *greenhouse* adalah 20,1 R°C, 49,3 R°C dan 40,8 R°C. Suhu tersebut belum memenuhi persyaratan tumbuh tanaman Kembang kol dikarenakan suhu di dalam *greenhouse* terlalu tinggi. Menurut Rukmana (1994), temperatur untuk pertumbuhan Kembang kol yaitu

minimum 15,5 - 18 R°C dan maksimum 24 R°C. Sedangkan kondisi kelembaban (RH) minimum, maksimum dan rata-rata di dalam *greenhouse* adalah 16 %, 99 % dan 64,1 %. RH terendah mencapai 16 % dikarenakan pada siang hari suhu maksimum di dalam *greenhouse* yang mencapai 49,3 R°C sehingga penguapan yang terjadi di lingkungan *greenhouse* menjadi tinggi dan kelembabannya menurun (rendah). Grafik pengukuran suhu dan kelembaban dalam *greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Pengukuran suhu dalam *greenhouse*



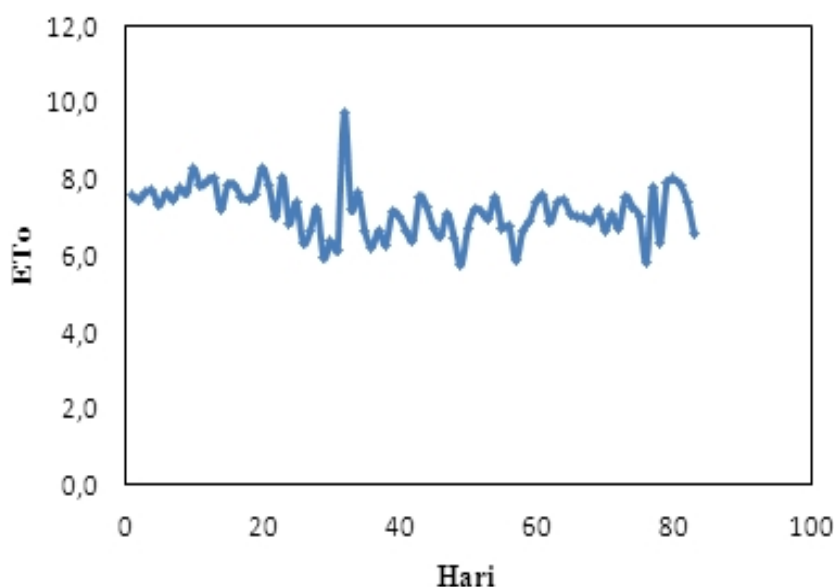
Gambar 9. Pengukuran kelembaban (RH) dalam *greenhouse*

3.4 Evapotranspirasi Acuan (ETo)

Nilai ETo didapatkan dari data klimatologi selama budidaya tanaman yang kemudian dihitung menggunakan metode Hargreaves (Persamaan 11). Hasil perhitungan diperoleh nilai ETo minimum, maksimum, dan rata-rata adalah sebesar 5,80 mm/hari, 9,70 mm/hari, dan 7,20 mm/hari. Besarnya nilai ETo disebabkan oleh suhu yang tinggi dalam *greenhouse* yang mencapai 49,3 R°C. Nilai evapotranspirasi tanaman (ETc) digunakan untuk mengetahui pemberian air pada tanaman supaya air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan air tanaman (Manik dkk., 2010). Grafik nilai ETo tanaman Kembang kol selama masa pertumbuhan disajikan pada Gambar 10.

3.6 Koefisien Tanaman (Kc)

Koefisien tanaman (Kc) didefinisikan sebagai perbandingan antar besarnya evapotranspirasi tanaman dengan evapotranspirasi acuan pada kondisi pertumbuhan tanaman yang tidak terganggu. Rosadi (2010) melaporkan, koefisien tanaman (Kc) tiap tanaman berbeda-beda sesuai dengan fase pertumbuhan. Menurut FAO (1998), Kc Kembang kol pada fase awal 0,15, pada fase pertengahan 0,95, dan 0,85 pada fase akhir. Sedangkan Zhao et al. (2013) melaporkan, nilai Kc Tomat yang ditanam di dalam *greenhouse* sebesar 0,47 pada fase awal, 0,85 pada fase tengah, dan 0,59 pada fase akhir. Berdasarkan

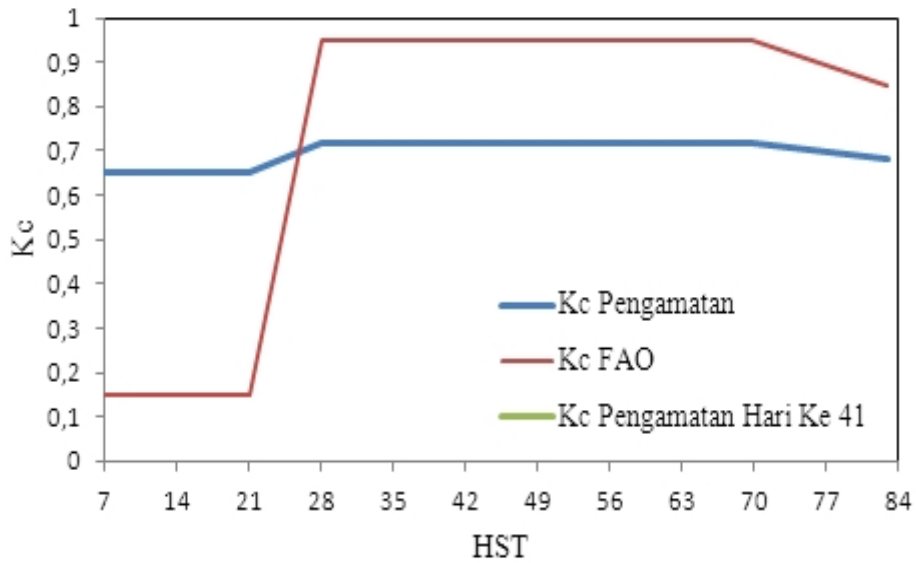


Gambar 10. Nilai ETo tanaman Kembang kol selama masa pertumbuhan

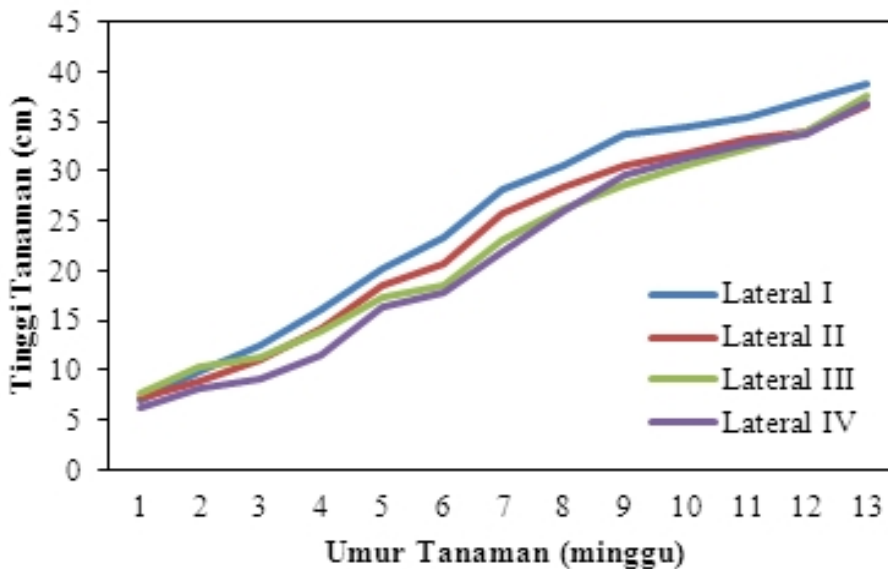
3.5 Evapotranspirasi Tanaman (ETc)

Nilai ETc diperoleh dengan cara mengetahui jumlah air irigasi yang diberikan tiap harinya. Berdasarkan hasil penelitian, nilai ETc rata-rata adalah 5 mm/hari. Namun, di hari ke 41 dilakukan pengamatan untuk satu hari terhadap evapotranspirasi tanaman Kembang kol dengan cara penimbangan. Dari hasil pengamatan tersebut, evapotranspirasi yang terjadi yaitu sebesar 3,2 mm/hari. Ini menunjukkan, evapotranspirasi yang terjadi sebenarnya masih di bawah jumlah pemberian air irigasi yang diberikan tiap harinya.

hasil penelitian, nilai Kc Kembang kol selama masa pertumbuhan sampai dengan panen yaitu 0,65 pada fase awal, 0,72 pada fase tengah, dan 0,68 pada fase akhir dengan nilai Kc minimum 0,48 terjadi pada hari ke 41, dan maksimum 0,86 terjadi pada hari ke 76. Perbedaan nilai Kc ini salah satunya dipengaruhi oleh nilai ETo. Grafik perbandingan Kc Kembang kol berdasarkan hasil penelitian dan menurut data FAO dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbandingan Kc Pengamatan Kembang kol berdasarkan hasil penelitian dan menurut FAO



Gambar 12. Peningkatan tinggi tanaman Kembang kol selama masa pertumbuhan

Berdasarkan grafik perbandingan nilai Kc di atas, nilai Kc pengamatan yang diperoleh dari hasil penelitian sangat berbeda dengan nilai Kc menurut FAO. Nilai Kc hasil penelitian lebih rendah dibandingkan nilai Kc yang direkomendasikan oleh FAO. Berbedanya nilai Kc yang diperoleh disebabkan oleh tempat atau lokasi pengamatan. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan di dalam *greenhouse* dengan suhu maksimal 49,3 R°C.

3.7 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kembang Kol

Parameter yang diamati pada penelitian ini dari pertumbuhan sampai produksi tanaman Kembang kol meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), berat kembang kol (g) dan berat brankasan tanaman (g).

3.8 Tinggi Tanaman (cm)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi tanaman Kembang kol untuk tiap lateral yang diambil dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-13 terus meningkat dan relatif sama. Grafik hubungan umur tanaman dengan tinggi tanaman Kembang kol disajikan pada Gambar 12.

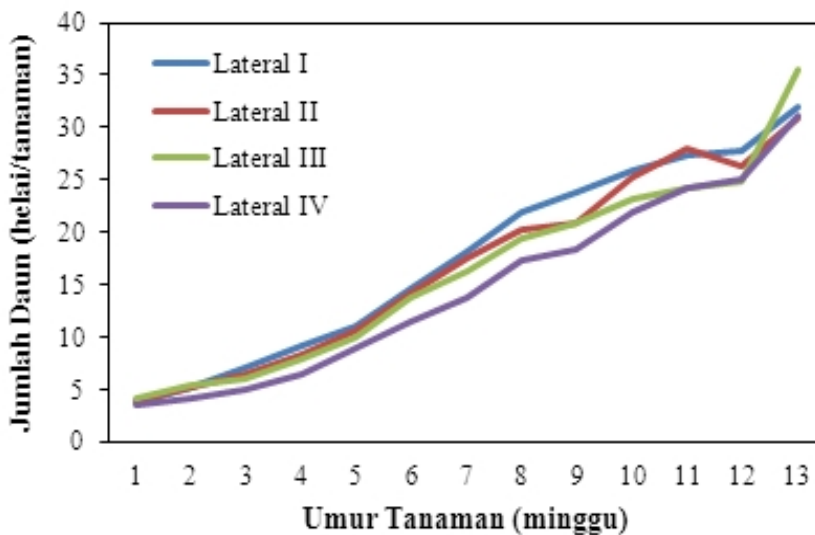
3.9 Jumlah Daun (helai)

Hasil pengamatan menunjukkan jumlah daun meningkat dari minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-11. Hasil pengamatan juga menunjukkan adanya penurunan jumlah daun dari minggu ke-11 sampai dengan minggu ke-12, penurunan jumlah daun pada minggu tersebut dikarenakan banyaknya daun yang menguning dan selanjutnya berguguran. Namun, pada minggu ke-12 sampai dengan minggu ke-13 jumlah daun mengalami peningkatan kembali yang cukup signifikan. Grafik hubungan umur tanaman dengan jumlah daun tanaman Kembang kol disajikan pada Gambar 13.

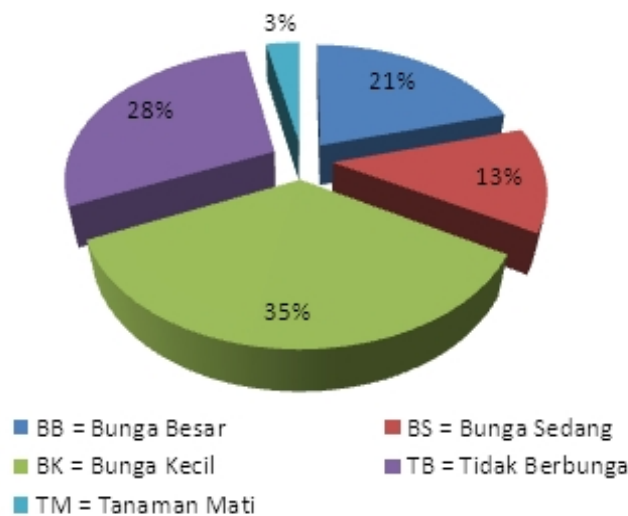
3.10 Produksi Kembang Kol

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, tanaman Kembang kol mulai berbunga pada umur 55 hari setelah tanam (HST), sedangkan panen dilakukan ketika tanaman berumur 83 HST. Hasil pengukuran pada saat panen menunjukkan bahwa berat Kembang kol tidak seragam.

Berdasarkan diagram sebaran Kembang kol di atas, terlihat dari 63 tanaman disampling terdapat 21% tanaman yang berbunga besar, 13% tanaman yang berbunga sedang, 35% tanaman yang berbunga kecil, 28% tanaman yang tidak



Gambar 13. Peningkatan jumlah daun tanaman Kembang kol selama masa pertumbuhan



Gambar 14. Diagram sebaran Kembang kol yang disampel

berbunga, dan 3% tanaman yang mati. Grafik berat hasil Kembang kol disajikan pada Gambar 15.

Produksi Kembang kol yang tertinggi terjadi pada Lateral I dan II, sedangkan terendah pada Lateral III dan IV. Hal ini dimungkinkan karena letak tanaman pada Lateral I dan II paling banyak menerima distribusi air dari sumber air dan letaknya yang berada di pinggir sebelah barat bangunan *greenhouse* sehingga pengaruh cahaya matahari yang masuk secara langsung di absorpsi oleh tanaman. Sedangkan pada Lateral III dan IV tanaman Kembang kol masih banyak yang belum berbunga sehingga hasilnya rendah.

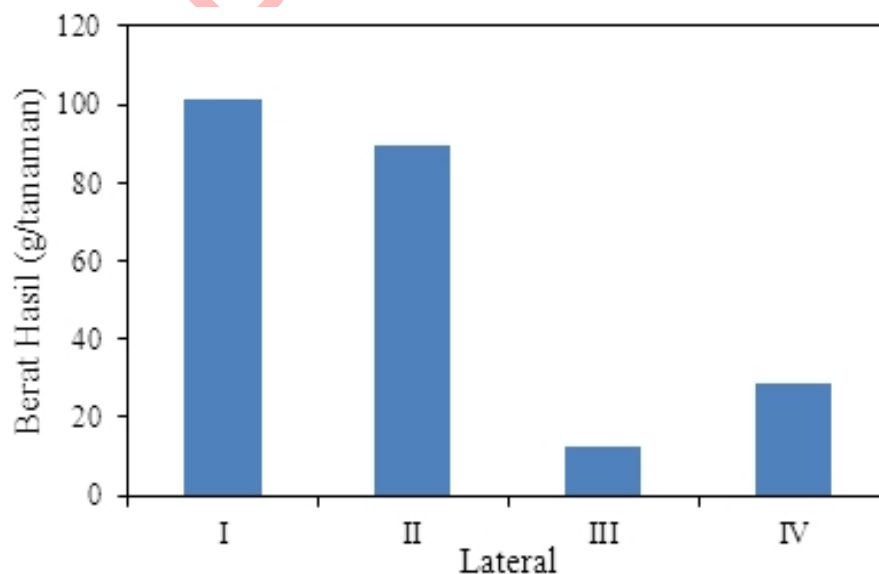
Pertumbuhan dan produktivitas untuk tanaman pada Lateral I dan II lebih baik dibandingkan dengan tanaman pada Lateral III, dan IV karena tanaman pada Lateral I dan II lebih banyak menerima cahaya matahari yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Radiasi matahari berpengaruh terhadap tanaman yang akan memberikan efek tertentu bila cahaya di absorpsi. Pengaruhnya bagi tanaman akan berdampak secara tidak langsung melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman akibat respon metabolik dan secara tidak langsung melalui fotosintesis (Haryanti, 2010).

3.11 Berat Brangkasan (g)

Berat brangkasan dihitung untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam tanaman tersebut. Brangkasan atas yaitu batang tanaman dan daun tanaman sedangkan brangkasan bawah yaitu akar tanaman. Hasil pengukuran berat brangkasan rata-rata tanaman Kembang kol tiap lateral disajikan pada grafik (Gambar 16).

Berdasarkan grafik berat brangkasan di atas, berat brangkasan bagian atas dan bawah tiap lateral relatif sama. Berat brangkasan tertinggi terdapat pada Lateral I dengan total kandungan air berat brangkasan sebesar 396,81 g, sedangkan berat brangkasan terendah terdapat pada Lateral IV dengan total kandungan air berat brangkasan sebesar 317,35 g.

Produktivitas air dihitung berdasarkan berat hasil panen (berat Kembang kol dan berat brangkasan rata-rata) dengan jumlah total penggunaan air selama penelitian untuk tiap tanaman. Kebutuhan air tanaman Kembang kol sebesar 0,80 liter/ hari, sehingga jumlah air yang diberikan selama masa tumbuh tanaman (83 hari) adalah 66,40 liter atau 415 mm. Total berat hasil panen tanaman Kembang kol sebesar 57,92 gram/ tanaman. Berdasarkan hasil perhitungan, maka diperoleh produktivitas air tanaman Kembang kol adalah sebesar 0,87 gram/ liter.



Gambar 15. Berat hasil Kembang kol (g/ tanaman)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Rancangan sistem irigasi tetes yang memanfaatkan tekanan gravitasi dan tekanan pompa ini memiliki nilai keseragaman penyebaran (EU) 64,49 % dan 61,46 %, nilai ini masih di bawah nilai keseragaman penyebaran yang disarankan yaitu 75 % - 85 %.
2. Evapotraspirasi acuan (ET_o) minimal, maksimal, dan nilai tengah adalah 5,80 mm/hari, 9,70 mm/hari, dan 7,20 mm/hari, dan evapotranspirasi tanaman (ET_c) pada hari ke 41 setelah tanam adalah 3,2 mm/hari.
3. Koefisien tanaman (K_c) Kembang kol di dalam greenhouse berkisar antara 0,48 – 0,86.
4. Pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman Kembang kol yang dihasilkan relative sama, namun terjadi ketidakseragaman produksi pada setiap tanaman dan produktivitas tanaman Kembang kol tertinggi terdapat pada Later al I.
5. Produktivitas air tanaman Kembang kol adalah sebesar 0,87 gram/ liter.

4.2 Saran

1. Perlu adanya analisis pendahuluan mengenai penggunaan komponen irigasi tetes agar tidak terjadi *head loss* pada sistem yang menyebabkan keseragaman penyebaran menjadi tidak optimal.
2. Perlu adanya pengecekan dan pembersihan berkala pada penetes (*emitter*) untuk mengurangi terjadinya penyumbatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bautista, F. and D. Bautista. 2009. Calibration of the Equation of Hargreaves and Thornwaite to Estimate the Potential Evapotranspiration in Semi-Arid and Subhumid Tropical Climates for Regional Applications. *Atmosfera*. Vol.22 (4) : 331-348.
- Hadiutomo, K. 2012. *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor.
- Haryanti, S. 2010. Pengaruh Naungan yang Berbeda terhadap Jumlah Stomata dan Ukuran Porus Stomata Daun *Zephyranthes Rosea* Lindl. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol. XVIII (1) : 41-46.
- Keller, J and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company, Inc. Nem York, USA.
- Manik, T.P., B. Rosadi, A. Karyanto, dan A. I. Praty. 2010. Pendugaan Koefisien Tanaman untuk Menghitung Kebutuhan Air dan Mengatur Jadwal Tanam Kedelai di Lahan Kering. *Jurnal Agrotropika*. Vol. 15 (2) : 78-84.
- Mechram, S. 2006. Aplikasi Teknik Irigasi Tetes dan Komposisi Media Tanam pada Selada (*Lactuca sativa*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 7 (1) : 27-36.
- Pracaya. 2005. *Kol alias Kubis*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rosadi, B. 2010. *Penuntun Praktikum Mata Kuliah Teknik Irigasi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Simonne, E.H., M.D. Dukes, and L. Zotarelli. 2010. *Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables*. Chapter 3. IFAS Extension. Florida.