

## ANALISIS DEBIT *EMITTER* PADA SISTEM IRIGASI *VERTICAL GARDEN*

Arifin Daud <sup>1</sup>, Citra Indriyati <sup>2</sup>\* & Ega Hilwa Selvia <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

\*Korespondensi : citraindriyati@ft.unsri.ac.id

**Abstrak:** Analisis Debit Emitter Pada Sistem Irigasi Vertical Garden. *Vertical garden* merupakan salah satu solusi untuk mengurangi dampak pemanasan global. Banyak faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *vertical garden*, salah satunya adalah sistem irigasi. Penelitian ini menggunakan sistem irigasi tetes dengan *emitter*. *Emitter* merupakan bagian penting dalam sistem irigasi terkait dengan kebutuhan air untuk tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit *emitter* dan menilai kinerja irigasi. Analisis pada debit *emitter* menggunakan variabel bukaan keran dan waktu. Sedangkan, parameter untuk menilai kinerja irigasi terdiri dari *coefficient of variation discharge rate*, *statistical uniformity*, *field emission uniformity*, *emission uniformity*, *absolute emission uniformity*, dan *variation of emitter flow*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit maksimum didapat pada bukaan keran 90<sup>0</sup> dengan waktu 1 menit dan debit minimum diperoleh dari bukaan keran 30<sup>0</sup> dengan waktu 1 menit. Selain itu, untuk menilai kinerja irigasi diperoleh bukaan keran 30<sup>0</sup> tidak memenuhi semua parameter dan bukaan keran 90<sup>0</sup> memenuhi semua parameter. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa bukaan keran 90<sup>0</sup> dapat diterapkan pada bentuk *vertical garden* yang digunakan pada penelitian karena memiliki debit *emitter* maksimum dan kinerja irigasi yang baik.

**Kata kunci:** *Vertical garden*; *emitter*; irigasi tetes; debit *emitter*; kinerja irigasi.

**Abstract:** Analysis of Emitter Discharge in Vertical Garden Irrigation Systems A *vertical garden* is one solution to reduce the impact of global warming. Many essential factors need to be considered when planning a *vertical garden*, including the irrigation system. This study uses a drip irrigation system with an *emitter*. The *emitter* is a vital part of the irrigation system related to plant water requirements. This study aims to analyze *emitter* discharge and assess irrigation performance—analysis on *emitter* discharge using faucet opening and time variables. Meanwhile, the parameters to assess irrigation performance consist of *coefficient of variation discharge rate*, *statistical uniformity*, *field emission uniformity*, *emission uniformity*, *absolute emission uniformity*, and *variation of emitter flow*. Results showed that obtained the maximum discharge at faucet openings of 90<sup>0</sup> with a time of 1 minute, and the minimum release from faucet openings of 30<sup>0</sup> with a time of 1 minute. In addition, to assess irrigation performance, the 30<sup>0</sup> faucet opening did not meet all the parameters, and the 90<sup>0</sup> faucet opening met all the parameters. Therefore, we can conclude that applying 90<sup>0</sup> faucet openings to the *vertical garden* form is used in this study. Because it has a maximum *emitter* discharge and good irrigation performance.

**Keywords:** *Vertical garden*; *emitter*; drip irrigation; *emitter* discharge; irrigation performance

---

### History & License of Article Publication:

Received: 05/02/2022 Revision: 15/06/2022 Published: 01/07/2022

---

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i1.254>

---



## PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan peristiwa krisis lingkungan dan kemanusiaan terbesar yang terjadi pada saat ini (*Natural Resources Defense Council*). Pemanasan global yaitu terjadinya peningkatan suhu permukaan rata-rata bumi. Peningkatan suhu rata-rata di permukaan bumi yang terjadi adalah akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca yang meliputi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitro oksida (NO), dan lain-lain yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) serta berkurangnya ruang terbuka hijau akibat penggundulan dan pembakaran hutan (Mulyanto, 2007). Salah satu cara untuk mengurangi dampak dari pemanasan global maka perlu ditingkatkan keberadaan ruang terbuka hijau. Ruang terbuka hijau adalah ruang yang tidak terbangun dalam suatu kawasan yang dimanfaatkan sebagai tempat tumbuhnya tanaman baik yang tumbuh secara alami ataupun yang sengaja ditanam. Idealnya ruang terbuka hijau minimal tiga puluh persen dari luas kota akan tetapi pada kenyataannya hanya sepuluh persen akibat dari terbatasnya lahan kosong karena pembangunan infrastruktur sehingga solusi yang dapat dilakukan adalah penanaman tanaman pada struktur vertikal seperti dinding atau panel lainnya. *Vertical garden* merupakan solusi yang efisien untuk memenuhi kebutuhan ruang terbuka hijau pada lahan terbatas (Anonim, 2005). *Vertical garden* merupakan tanaman yang disusun secara vertikal dan dapat menciptakan iklim mikro yang spesifik di sekitarnya karena tanaman berperan penting dalam keseimbangan lingkungan (Blanc, 2008).

Menurut Sujayanto, (2011) tipologi dalam perencanaan *vertical garden* ada beberapa hal meliputi struktur pendukung, media tanam, jenis tanaman, dan sistem irigasi. Sistem irigasi merupakan sistem pengairan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada tanaman. Sistem irigasi yang digunakan untuk model *vertical garden* adalah irigasi tetes (*drip irrigation*) yang memiliki kelebihan hemat air karena hanya membasahi bagian yang dibutuhkan (Sujayanto, 2011). Menurut Keller dan Bleisner, (1990) irigasi tetes (*drip irrigation*) merupakan cara pemberian air secara perlahan-lahan dalam bentuk tetesan yang hampir terus-menerus pada permukaan tanah di sekitar perakaran dengan menggunakan *emitter*. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan mengenai debit *emitter* yang dapat memberikan gambaran maupun masukan terhadap penelitian yang dilakukan ialah sebagai berikut, Ansari dkk (2017) melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kinerja dari sistem irigasi tetes otomatis pada pembibitan kelapa sawit dengan parameter yang digunakan yaitu *coefficient of variation discharge rate* (CVq), *statistical uniformity* (Us), *emission uniformity* (EU), *absolute emission uniformity* (EUa), *flow variation* (FV), dan *flushing velocity* (v). Metodologi yang digunakan yaitu dengan menampung air dari *emitter* dengan menggunakan variasi tekanan yaitu 0,5 Kg/cm<sup>2</sup>, 0,75 Kg/cm<sup>2</sup>, dan 1 Kg/cm<sup>2</sup> dan variasi bukaan *emitter* setengah bukaan dan bukaan penuh. Pada penelitian ini, *emitter* yang digunakan berjumlah enam puluh buah yang dipasang pada lubang yang dibuat di pipa lateral (*on-line emitter*) dan pemasangan jarak spasi *emitter* menggunakan prinsip point sources *emitter*. Hasil yang didapatkan dari penelitian berupa nilai kinerja irigasi terbaik pada tekanan 1 Kg/cm<sup>2</sup> dengan variasi bukaan penuh dengan debit rata-rata

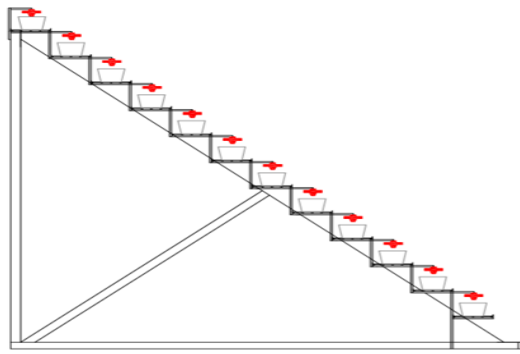
*emitter* 2,24 L/jam, nilai CVq sebesar 6,63, nilai Us sebesar 93,37, nilai EU 92,55%, nilai EUa sebesar 90,98%, nilai FV sebesar 26,49%, dan nilai v sebesar 0,29 m/s. Disimpulkan bahwa irigasi tetes dapat diterapkan pada pembibitan kelapa sawit. Mistry dkk (2017) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem irigasi tetes terhadap debit *emitter*, *coefficient of variation and emission uniformity* (EU), *statistical uniformity coefficient* (Us), *variation of emitter flow* (Qvar), *emitter flow uniformity* (E'U), dan *absolute uniformity* (EUa) dengan menggunakan tekanan yang berbeda yaitu 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,9; 1,0; 1,1; dan 1,2 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil terbaik dan efisien yaitu pada tekanan 1,2 kg/cm<sup>2</sup> dengan *coefficient determination* (R<sup>2</sup>) sebesar 0,798 dan nilai E'U, EU, Eua, dan Qvar masing-masing 94,75%; 90,46%; 94,69%; dan 1.875 L/jam.

Urrestarazu dkk (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variabel seperti jenis *substrat* yang digunakan, laju aliran *emitter*, pengaruh garis tetes, dan jarak *emitter* dalam sistem irigasi terhadap kehilangan air serta keseragaman irigasi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan utama ditandai oleh jenis *substrat* yang digunakan dan laju aliran *emitter*. *Emitter* 4 L/h menunjukkan performa yang baik dengan keseragaman yang tinggi dan penyimpanan air yang sama dibandingkan dengan 8 L/h pada ALW (*active living walls*), sedangkan untuk PLW (*passive living walls*) menunjukkan keseragaman distribusi air yang paling baik. Raphael dkk (2018) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi keseragaman irigasi tetes (*drip irrigation*) dengan *vertical garden* yang dibuat miring. Dengan parameter debit *emitter* rata-rata, debit *emitter* relatif, koefisien variasi aliran emisi, keseragaman statistik, keseragaman emisi, dan koefisien keseragaman. Perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut. Debit merupakan banyaknya volume air yang mengalir per satuan waktu. Umumnya debit rata-rata dari *emitter* tersedia dari *supplier* peralatan yang bergantung pada jenis tanah dan tanaman. Debit untuk irigasi tetes yang umum digunakan adalah 4 liter/jam, namun ada beberapa yang menggunakan debit 2; 6; dan 8 liter/jam. Penggunaan debit berdasarkan jarak tanaman dan waktu operasi (Keller dan Bleisner, 1990). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem untuk memberikan air pada tanaman tersebut, dalam hal ini sistem irigasi yang diterapkan pada *vertical garden* berupa sistem irigasi tetes dengan menggunakan *emitter*. Jadi, perlu dianalisis debit aliran *emitter* dan kinerja sistem irigasi pada *vertical garden*.

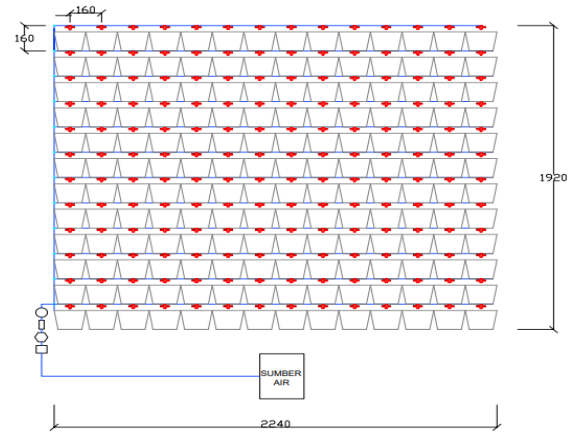
## METODE

Penelitian ini untuk menganalisis debit *emitter* pada sistem irigasi *vertical garden* yang dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidraulika Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan pembuatan model skala laboratorium. Pengambilan data melalui data waktu tampung, data volume air *emitter* dan data tekanan. Pengolahan data pada penelitian melalui dua analisis yakni debit pada *emitter* dan kinerja sistem irigasi tetes.

Sedangkan, Gambar 1 dan Gambar 2 menampilkan model *vertical garden* yang digunakan pada penelitian.



Sumber: Data Penelitian  
**Gambar 1.** Tampak samping *vertical garden*



Sumber: Data Penelitian  
**Gambar 2.** Tampak depan *vertical garden*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

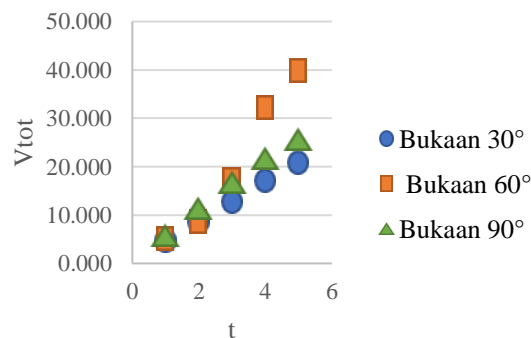
#### Data Volume Air *Emitter*

Dari hasil percobaan di laboratorium didapatkan data volume air *emitter* seperti yang terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 3.

**Tabel 1** Rekapitulasi data volume air *emitter*

Bukaan	Waktu (menit)	Volume Total (Liter)
30°	1	4,708
	2	8,627
	3	12,836
	4	16,993
	5	20,838
60°	1	5,029
	2	8,560
	3	17,290
	4	32,115
	5	39,827
90°	1	5,729
	2	11,391
	3	16,754
	4	21,612
	5	25,703

Sumber: Data Penelitian



Sumber: Data Penelitian

**Gambar 3** Grafik hubungan volume air *emitter* dengan waktu tampung

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa volume air cenderung naik seiring bertambahnya waktu tampung. Pada bukaan 30° dengan tekanan 1 bar, volume total terbesar yaitu pada waktu tampung 5 menit sebesar 20,838 Liter. Sedangkan, pada bukaan 60° dengan tekanan 0,8 bar bahwa volume total terbesar yaitu pada waktu tampung 5 menit sebesar 39,827 Liter. Pada bukaan 90° dengan tekanan 0,8 bar, volume total terbesar yaitu pada waktu tampung 5 menit sebesar 25,703 Liter. Volume total per satuan menit pada setiap bukaan nilainya sama dengan volume total untuk waktu tampung satu menit.

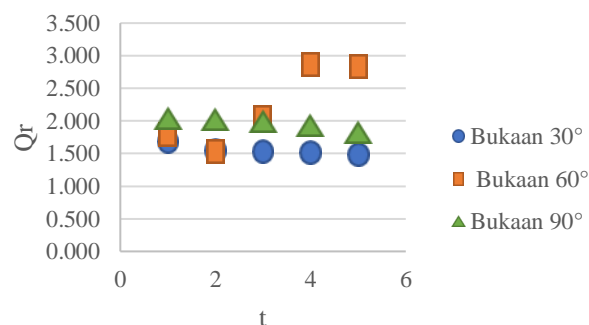
### Analisis Debit *Emitter*

Dari hasil percobaan di laboratorium didapatkan data volume seperti yang terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 4.

**Tabel 2** Rekapitulasi debit *emitter*

Bukaan	Waktu (menit)	q <sub>max</sub> (L/jam)	q <sub>min</sub> (L/jam)	$\bar{q}$ (L/jam)
30°	1	4,790	0,000	1,678
	2	3,892	0,030	1,537
	3	2,994	0,200	1,525
	4	2,894	0,250	1,514
	5	2,834	0,240	1,485
60°	1	5,190	0,000	1,793
	2	3,693	0,200	1,526
	3	3,493	0,732	2,054
	4	5,289	1,272	2,862
	5	5,868	1,257	2,839
90°	1	6,487	0,100	2,042
	2	5,269	0,499	2,030
	3	3,493	0,665	1,991
	4	4,067	0,649	1,926
	5	3,174	0,519	1,832

Sumber: Data Penelitian



Sumber: Data Penelitian

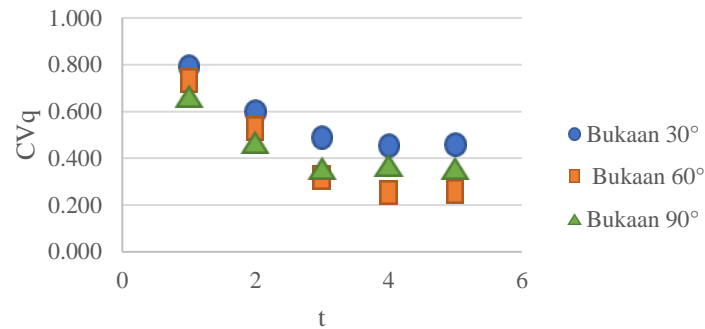
**Gambar 4** Grafik hubungan debit rata-rata *emitter* dengan waktu tampung

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa debit rata-rata pada *emitter* cenderung menurun seiring bertambahnya waktu. Berdasarkan debit *emitter* secara keseluruhan hasil analisis yang didapatkan debit rata-rata yang dihasilkan pada bukaan 30° yaitu debit rata-rata minimum sebesar 1,485 L/jam sedangkan yang maksimum sebesar 1,678 L/jam. Untuk bukaan 60° debit rata-rata minimum sebesar 1,526 L/jam sedangkan yang

maksimum sebesar 2,862 L/jam. Pada bukaan 90° yaitu debit rata-rata minimum sebesar 1,832 L/jam sedangkan yang maksimum sebesar 2,042 L/jam. Debit rata-rata terbesar yaitu pada bukaan 60° waktu tampung 4 menit sebesar 2,862 L/jam. Sedangkan, debit rata-rata terkecil yaitu pada bukaan 30° waktu tampung 5 menit sebesar 1,485 L/jam.

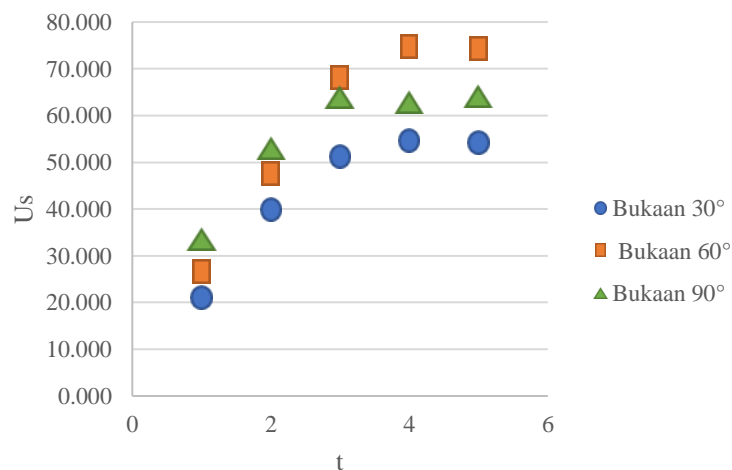
### Analisis Kinerja Sistem Irigasi Tetes

Setelah diperoleh hasil perhitungan debit, dilakukan analisis kinerja sistem irigasi tetes pada model. Berikut ini hasil analisis kinerja sistem irigasi tetes.



Sumber: Data Penelitian

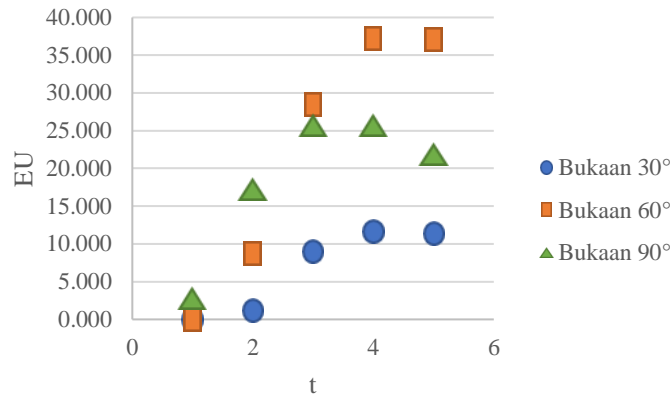
**Gambar 5** Grafik hubungan nilai CVq dengan waktu tampung



Sumber: Data Penelitian

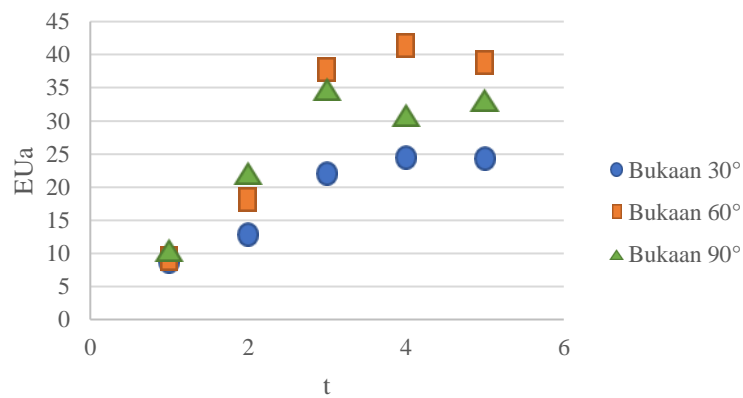
**Gambar 6** Grafik hubungan nilai Us dengan waktu tampung

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6, nilai CVq cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu dan nilai Us cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu dan dapat diklasifikasikan untuk nilai CV pada masing-masing bukaan diklasifikasikan *marginal* karena bernilai 0,07-0,11. Sedangkan untuk nilai Us diklasifikasikan untuk nilai  $Us < 60\%$  diklasifikasikan *unacceptable*, nilai Us dalam rentang 70%-60% diklasifikasikan *poor* dan nilai Us dalam rentang 80%-70% diklasifikasikan *fair*.



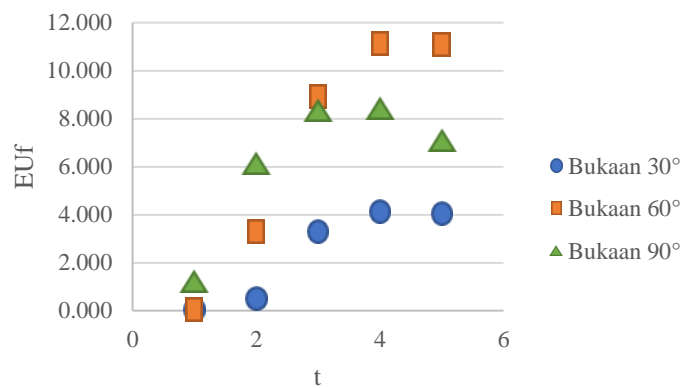
Sumber: Data Penelitian

**Gambar 7** Grafik hubungan nilai EU dengan waktu tampung



Sumber: Data Penelitian

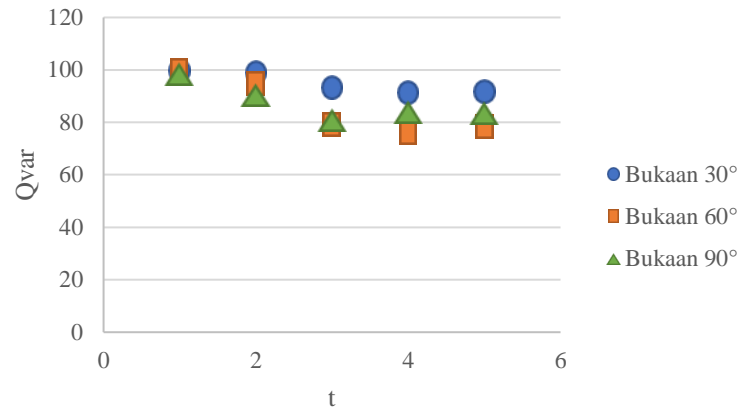
**Gambar 8** Grafik hubungan nilai EUa dengan waktu tampung



Sumber: Data Penelitian

**Gambar 9** Grafik hubungan nilai EUf dengan waktu tampung

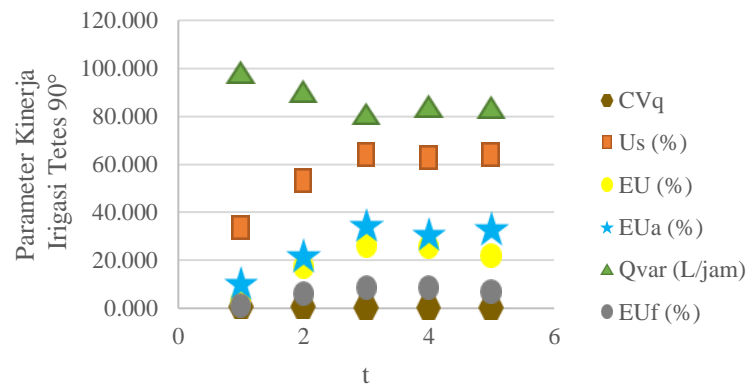
Berdasarkan Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 bahwa nilai EU, EUa maupun EUf cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu dan dapat diklasifikasikan untuk nilai EU dan EUa < 70% diklasifikasikan *poor*. Sedangkan untuk nilai EUf diklasifikasikan untuk nilai EUf < 70% diklasifikasikan *poor*.



Sumber: Data Penelitian

**Gambar 10** Grafik hubungan nilai Qvar dengan waktu tamping

Berdasarkan Gambar 10 bahwa nilai Qvar cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu dan dapat diklasifikasikan untuk nilai Qvar > 20% diklasifikasikan *unacceptable*.



Sumber: Data Penelitian

**Gambar 11** Grafik hubungan parameter kinerja sistem irigasi tetes terhadap waktu tamping

Pada Gambar 11 disajikan grafik hubungan parameter kinerja sistem irigasi tetes terhadap waktu tamping untuk bukaan 90°.

## Pembahasan

Dari hasil perhitungan didapatkan debit rata-rata terbesar yaitu pada bukaan 60° dengan waktu tamping 4 menit sebesar 2,862 L/jam. Debit rata-rata terkecil yaitu pada bukaan 30° dengan waktu tamping 5 menit sebesar 1,485 L/jam. Untuk debit maksimum yaitu pada bukaan 90° dengan waktu tamping 1 menit sebesar 6,487 L/jam. Debit minimum yaitu pada bukaan 30° dengan waktu tamping 1 menit sebesar 0,000 L/jam.

Dari hasil perhitungan parameter kinerja sistem irigasi tetes dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yakni (1) *Coefficient of variation discharge rate* (CVq) untuk keseluruhan bukaan diklasifikasikan *marginal* karena bernilai antara 0,07-0,11; (2) *Statistical uniformity* (Us) untuk bukaan 30° diklasifikasikan *unacceptable* (bernilai



kurang dari enam puluh persen). Bukaannya  $60^\circ$  untuk waktu tampung 1 menit dan 2 menit diklasifikasikan *unacceptable* (bernilai kurang dari enam puluh persen). Untuk waktu tampung 3 menit diklasifikasikan *poor* (buruk) karena bernilai antara 70%-60% dan untuk waktu tampung 4 menit serta 5 menit diklasifikasikan *fair* (cukup) karena bernilai 80%-70%. Untuk bukanya  $90^\circ$  waktu tampung 1 menit dan 2 menit diklasifikasikan *unacceptable* ( $< 60\%$ ). Untuk waktu tampung 3 menit, 4 menit dan 5 menit diklasifikasikan *poor* (70%-60%); (3) *Field emission uniformity* ( $EU_f$ ), *emission uniformity* (EU), dan *absolute emission uniformity* ( $EU_a$ ) untuk semua variasi bukanya keran diklasifikasikan *poor* (buruk) karena bernilai kurang dari tujuh puluh persen; dan (4) *Ariation of emitter flow* ( $Q_{var}$ ) untuk semua bukanya keran diklasifikasikan *unacceptable* ( $> 20\%$ ).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan variasi bukanya keran, tekanan, dan waktu tampung dapat disimpulkan bahwa debit *emitter* dipengaruhi oleh bukanya keran. Semakin besar bukanya keran, maka semakin besar debit *emitter*. Hasil perhitungan parameter kinerja sistem irigasi tetes menunjukkan bahwa bukanya  $30^\circ$  tidak dapat digunakan karena hasil dari penilaian parameter kinerja sistem irigasi tetes tidak memenuhi kriteria klasifikasi yang baik. Untuk bukanya  $60^\circ$  yang paling mungkin untuk digunakan adalah pada waktu tampung 4 menit karena hasil dari penilaian parameter kinerja sistem irigasi tetes memenuhi kriteria klasifikasi yang baik. Untuk bukanya  $90^\circ$  memungkinkan untuk digunakan semua karena hasil dari penilaian parameter kinerja sistem irigasi tetes memenuhi kriteria klasifikasi yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, Andrianto, Murtiningrum dan Saiful Rochdyanto. (2017). Analisis Kinerja Penggunaan Irigasi Tetes Otomatis Pada Proses Pembibitan Kelapa Sawit. Departement Teknik Pertanian dan Biosistem. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Asif M, Col Islam-Ul-Haq, Mangrio A. G., Mustafa N and Iqbal B. (2015). Analysis of Application Uniformity and Pressure Variation of Microtube Emitter of Trickle Irrigation System. Net Journal of Agricultural Science. Vol. 3 (1). Pp. 14-22.
- Cardozo, Daniel A Segovia, Leonor Rodriguez-Sinobas and Sergio Zubelzu. (2019). Living green walls: Estimation of water requirements and assessment of irrigation management. Urban Forestry & Urban Greening 46 (2019): 1-9.
- El-Nemr M.K. (2012). An Interactive Spreadsheet for Drip Irrigation System Uniformity Parameters Evaluation. Internasional Journal of Agricultural Science. Volume 4. Issue 4. Pp. 216-220.
- Keller, J and R.D. Bliesner. (1990). Sprinkler and Trickle Irrigation. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Manso, Maria and Joan. Gastro-Gomes. (2015). Green Wall System: A Review of their Characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41 (2015) : 863-871.

- Mecram, Siti, Purwana Satriyo dan Eva Mutia. (2011). Pengaruh Jumlah Emitter Terhadap Debit Emitter dan Koefisien Keseragaman Irigasi Tetes Sistem Gravitasi. *Rona Teknik Pertanian*. Vol. 3 No. 1.
- Mistry, Pranav, Memon Akil, T.M.V. Suryanarayana and Dr. F. P. Parekh. (2017). Evaluation of Drip Irrigation System For Different Operating Pressures. *International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*. NCAN-2017.
- Mohammed A., Almajeed A. and Alabas. (2013). Evaluation the Hydraulic Performance of Drip Irrigation System with Multi Cases. *Global Journal Research in Engineering*. Volume XII. Issue II. Version I.
- Raphael, O., Amodu, M., Okunade, D., Elemile, O., & Gbadamosi, A. (2018). *Field Evaluation of Gravity-Fed Surface Drip Irrigation System in A Sloped Greenhouse*. *International Journal of Civil Engineering and Technology*: 536-548.
- Ramlan, Mohammad. (2002). Pemanasan Global (Global Warming). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 3 No. 4: 30-32.
- Sapei, Asep. (2006). Irigasi tetes. Departemen Teknik Pertanian Fateta. Bogor: IPB.
- Smajstrla, A.G., B.J. Boman, D.Z. Hanam, P.J. Pitts and F.F Zazueta. (2018). Field Evaluation of Microirrigation Water Application Uniformity. *Agricultural and Biological Engineering Departement*.
- Sujayanto, G.E. (2011). 100 Ide Aplikasi Vertical Garden Outdoor & Indoor. Bab 3 hlm. 24-52. Jakarta: PT Samindra Utama.
- Udiana, I Made, Wilhelmus Bunganaen dan Rizky A. Pa Padja. (2014). Perencanaan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation) di Desa Besmarak Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. III No. 1.
- Urrestarazul, Luis Perez, Gregorio Egea, Antonio Franco-Salas and Rafael Fernandez-Canero. (2014). *Irrigation Systems Evaluation for Living Walls*.