



Studi Literatur tentang Pemanfaatan Metode Tetes (*Drip Irrigation*) pada Tanaman Untuk Mengatasi Kekeringan

Ananda Sarah, Ahmad Jahrudin²
Universitas Indraprasta PGRI
* E-mail: Ahmadjahrudin30@gmail.com

Abstract

In early February 2023, the BMKG predicts that there will be severe drought in June, July and August, even in March 2023 to 2024, the BMKG predicts that the weather in Indonesia will experience an Elnino storm which will cause extreme weather or will feel hotter, it will be very This has an impact on the agricultural sector which really needs water, therefore farmers must have a plan or solution to overcome the water savings that will be needed during the dry season. To overcome the above problems, special methods are needed to save water, therefore researchers will study drip irrigation methods. This research will discuss literature study research regarding drip irrigation. In reviewing literacy studies regarding the use of drip irrigation systems, the author concludes, this application has been widely developed in Indonesia, while the use of the drip method can maximize the efficiency of water use in watering plants, avoid drought during the long dry season, and the most important thing in this irrigation system is regulating the water flow or frequency appropriately so that plants can grow and develop well.

Keywords: *agricultural, drip irrigation, study literature*

How to Cite: Sarah, A., & Jahrudin, A. (2023). Studi Literatur tentang Pemanfaatan Metode Tetes (*Drip Irrigation*) pada Tanaman Untuk Mengatasi Kekeringan. *Shrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 4(2), 123-131.

PENDAHULUAN

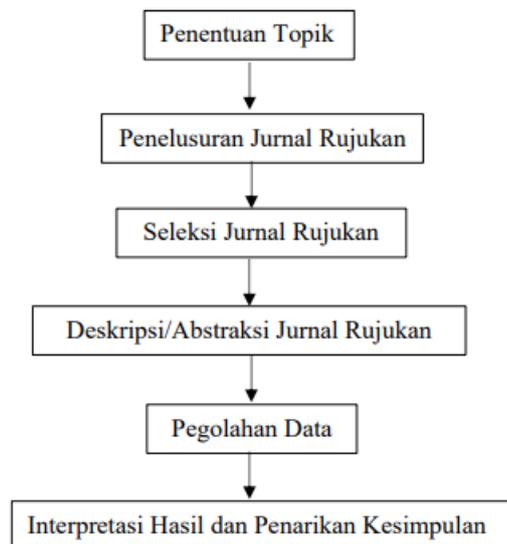
Pada awal Februari 2023 BMKG menyarankan masyarakat dihimbau untuk menghemat air dan bahkan menabung air, BMKG memprediksi akan terjadi kekeringan parah pada bulan Juni, Juli dan Agustus, namun kemungkinan akan terjadi jarang hujan diperkirakan mulai bulan Mei, bahkan keadaan di tahun 2023 sampai 2024 tepatnya bulan maret BMKG memprediksi cuaca di Indonesia mangalami badai Elnino yang menyebabkan cuaca ekstreem atau akan terasa lebih panas, hal itu akan sangat berimbas pada sector pertanian dimana sangat membutuhkan air, dari prediksi BMKG tersebut peneliti yang memiliki kebun cabai dan buah-buahan yang ditanam di pot harus memeiliki rencana atau solusi untuk mengatasi penghematan air yang akan dibutuhkan ketika terjadi musim kemarau. Dalam mengatasi permasalahan diatas peneliti telah membaca beberapa artikel dan juga melihat di Youtube mengenai sistem pertanian yang ada di Israel, dimana sistem perairan disana menggunakan sistem tetes, dengan menggunakan sistem tetes menyebabkan tanah akan selalu lembab dengan penggunaan air yang sangat minim dan yang terpenting tumbuhan akan mendapat air yang cukup tidak terlalu becek dan tidak terlalu kering, pertanian di Israel merubah tanah yang tandus diubah menjadi pertanian yang subur. Adapun penelitian ini akan membahas tentang penelitian-penelitian yang telah dilakukan mengenai

metode tetes dalam perkebunan dalam menghadapi kekeringan atau lebih tepatnya penelitian ini merupakan penelitian studi literature mengenai irigasi tetes. Diharapkan dari studi literature ini akan menjadi bahan refrensi untuk mengkaji penelitian lebih lanjut dalam pemanfaatan metode tetes di pertanian yang dimana mengalami kekurangan air dan kemarau panjang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi literatur (*literature review*) dengan model *review* yang dipilih adalah *narrative review*. Studi yang dilakukan pada model *narrative review* yaitu membandingkan data dari beberapa jurnal nasional maupun internasional yang telah dianalisis serta dirangkum berdasarkan pengalaman penulis, teori dan model yang ada. Metode penelitian yang digunakan berupa metode penelitian kualitatif dengan sumber data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari beberapa jurnal nasional maupun internasional, artikel dan penelitian terdahulu yang telah dianalisis oleh penulis terkait masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini ialah mengenai metode irigasi tetes. Peneliti menggunakan metode deskriptif analitis dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, menyusun dan menganalisis berbagai data yang ditemukan..

Pada penelitian studi literatur ini, penulis memberikan gambaran umum terkait tahapan penelitian yang disajikan dalam bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penelusuran jurnal rujukan yang dilakukan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan penggunaan keywords yang sesuai dengan topik penelitian yaitu pemanfaatan Irigasi tetes pada pperkebunan dan Pertanian. Penelusuran beberapa jurnal rujukan dilakukan menggunakan mesin pencarian ScienceDirect, Researchgate dan google scholar. Penelusuran jurnal rujukan mempertimbangkan beberapa aspek antara lain: reputasi pengindeks, reputasi penerbit, kesesuaian isi dan kelengkapan data jurnal yang dapat ditelusuri menggunakan Scopus dan Scimago. Pada tahap seleksi jurnal rujukan dimulai dengan mencari jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan maksimal 10 tahun kebelakang. Jurnal rujukan yang diperoleh berhubungan dengan kriteria tema penelitian yaitu penambahan pemanfaatan metode tetes. Pada tahap seleksi jurnal rujukan dilakukan untuk menentukan kelayakan dari beberapa jurnal rujukan yang diperoleh dengan meninjau beberapa aspek utama, yaitu:

reputasi pengindeks, reputasi penerbit, kualitas jurnal, kesesuaian isi, dan kelengkapan data. Berikut merupakan daftar jurnal rujukan yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data studi literature

No	Tahun	Judul Artikel	Jenis Publikasi	Volume/ Nomor	Penulis	Nama Jurnal
1	2023	Efektivitas pertumbuhan tanaman tomat dengan teknik irigasi tetes pada lahan kering	Jurnal Nasional Terindeks Sinta	Volume 10, issue 3	Ida Wahyuni, Suwati ¹ dan Adi Gunawan	Jurnal Agrotek UMMAT
2	2021	Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering	Jurnal Nasional Terindeks	Vol 12 No 1	Steven Witman	JURNAL TRITON
3	2018	Self-watering system for arid area: A method to combat desertification	Jurnal Internasional Terindeks scopus	Volume 58, Issue 4	Liu Q, Noriyuki Y. & Kiyoshi O	Soils and Foundations
4	2017	Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes untuk Budidaya Cabai (<i>Capsicum Annum L.</i>) dalam Greenhouse di Nagari Biaro, Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat	Jurnal Nasional Terindeks	Vol 11,	Eri Gas Ekaputra, Fadli Irsyad dan Delvi Yanti	Jurnal Irigasi
5	2017	Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah Untuk tanaman sawi (<i>brassica juncea</i>)	Jurnal Nasional Terindeks	Vol.5, No. 2	Muhammad Mustawa, Sirajuddin H. Abdullah, dan Guyup Mahardhian Dwi Putra	Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem
6	2015	Mekanisme tumbuhan Menghadapi kekeringan	Jurnal Nasional Terindeks	Vol. 3, No. 6	Kelik Perdana Windra Sukma	Jurnal Pemikiran Penelitian Pendidikan dan Sains

Selain dari kelima jurnal diatas penulis juga akan menambahkn refrensi dari artikel yang relevan namun di usia yang lebih dari 10 tahun dan akan ditambahkan dalam pembahasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis artikel dan jurnal mengenai irigasi tetes, penulis akan mengurutkan pembahasan sesuai table 1. Adapun pembahasan analisis artikel atau jurnal sebagai berikut :

1. Dari penelitian Ida Wahyu dan kawan kawan, membahas penelitian yang berjudul "Efektivitas pertumbuhan tanaman tomat dengan teknik irigasi tetes pada lahan kering" dari penelitian yang didapatkan Hasil penelitian uji kinerja rancangan teknik irigasi tetes menunjukkan persentase koefisien keseragaman rata-rata sebesar 94% pada semua perlakuan. Hasil pengujian ini memberikan pengaruh yang tidak signifikan

terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman tomat. Jadi hasil tidak signifikan ini menunjukkan bahwa penerapan di lapangan kaitannya dengan efisiensi air sebaiknya menggunakan dengan pendistribusian air yang lebih sedikit namun memberikan pengaruh yang sama dengan terhadap pertumbuhan tanaman tomat yang menggunakan metode konvensional. Sedangkan pada berangkas basah dan berangkas kering memberikan pengaruh yang signifikan antar perlakuan

Analisis, jadi dari penelitian diatas peneliti membandingkan tingkat pertumbuhan dari metode irigasi tetes dengan metode konvensional, yang menurut hemat peneliti sebenarnya faktor pertumbuhan dipengaruhi oleh unsur hara dan pemberian pupuk yang tepat dalam tumbuh kembang, oleh sebab itu penelitian diatas menurut mungkin cocok untuk mengoptimalkan penghematan air dibandingkan untuk mengukur pertumbuhan atau membandingkan dengan metode lain

2. Kemudian dari penelitian Steven Witman yang berjudul Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering, dalam penelitian tersebut menjelaskan bahwa Tingkat efisiensi dari penggunaan air yang ada dilahan pertanian bahwasanya dapat dioptimalkan dengan cara melakukan penggunaan metode teknik irigasi yang tepat dikarenakan teknologi irigasi merupakan salah satu komponen yang dirasa penting karena tingkat produksi dari hasil pertanian ditentukan berdasarkan kondisi tanah, perawatan terhadap tanaman, kecukupan air pada tanaman serta iklim yang ada. Dalam bidang pertanian faktor iklim adalah sesuatu hal yang tidak dapat dihindari terutama kondisi iklim saat musim kemarau, tentu bisa menjadi suatu kendala terhadap pertumbuhan tanaman, dikarenakan pasokan air terhadap tanaman kurang terpenuhi, dengan penerapan metode Irigasi tetes bisa menjadi salah satu solusi dalam menangani permasalahan kebutuhan air pada tanaman. Metode penerapan irigasi tetes ini yakni pemberian air dalam volume kecil dan berkelanjutan, irigasi tetes ini juga bertujuan untuk menjaga kelembaban tanah dan kehilangan air yang disebabkan musim kemarau sehingga ketersediaan air bagi tanaman terpenuhi. Teknik irigasi tetes inilah yang diharapkan dapat membantu dalam pemenuhan kebutuhan air dan tanaman sehingga dapat meningkatnya pemanfaatan unsur hara pada tanah, mempercepat bibit tanaman untuk beradaptasi, dan juga nantinya akan meningkatnya keberhasilan tanaman tersebut untuk bisa tumbuh. Untuk memaksimalkan tingkat efisiensi dalam penggunaan air bisa menggunakan tanah yang memiliki tekstur liat dikarenakan tekstur tanah seperti ini memiliki tingkat penyimpanan air yang sangat tinggi. Selain itu pengaplikasian sistem irigasi ini bisa dilakukan pada tanaman buah ataupun sayuran.

Analisis: dalam pembahasna artikel tersebut peneliti sependapat dengan bahasan mengenai keefektifan penggunaan metode tetes ini, dimana dengan menggunakan metode ini akan mengoptimalkan dan mengoptimalkan penggunaan air pada lahan kering.

3. Penelitian mengenai system pengairan atau manajemen irigasi juga pernah dibahas oleh Qiang Liu dan kawan-kawan, yang berjudul "*Self-watering system for arid area: A method to combat desertification*" dalam penelitian itu membahas tentang Salah satu penyebab pesatnya perluasan wilayah kering atau semi kering adalah menurunnya permukaan air tanah sehingga tanaman tidak dapat memperoleh cukup air. Untuk menyediakan air secara berkelanjutan bagi kehidupan tanaman, sistem pengairan mandiri telah dikembangkan. Sistem pengairan mandiri ini, dirancang untuk

mengumpulkan dan menyimpan air hujan, embun, dan air tanah, menyediakan air secara andal ke vegetasi permukaan. Sistem ini terdiri dari dua bagian: satu adalah tanah asli dan yang lainnya adalah tanah yang digantikan oleh tanah yang lebih halus. Hasil uji model laboratorium dan simulasi numerik menunjukkan bahwa sistem secara terus menerus menaikkan air tanah ke tingkat yang lebih tinggi dari ketinggian kapiler maksimum tanah berpasir tanpa memerlukan masukan energi tambahan. Pengoperasian sistem yang stabil terutama bergantung pada konduktivitas hidrolis tak jenuh, kurva retensi air tanah, dan bentuk serta ukuran area tanah yang diganti. Karena lapisan atas tanah asli mengurangi penguapan, salinisasi tanah menjadi minimal. Laju penguapan berkorelasi negatif dan eksponensial dengan ketebalan tanah asli yang tertutup. Baik sistem tipe-T maupun sistem tipe suspensi telah terbukti memiliki kapasitas penyimpanan kapiler bersih yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berpasir asli, dengan nilai spesifik yang bergantung pada kurva retensi air tanah. Laju pergerakan air pada sistem tipe-T lima sampai enam kali lebih tinggi dibandingkan pada sistem tipe suspensi. Kadar air tanah kasar dekat tanah halus lebih besar dibandingkan tanah kasar homogen. Hasil simulasi numerik sesuai dengan uji model, dan studi kasus dengan berbagai potensi laju transpirasi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dinamis sistem.

Analisis: dalam pengkajian penelitian diatas mengkaji mengenai model pembuatan system pada tanah membuat metode pengairan pada tanaman menjadi lebih hemat air yaitu membuat metode T untuk menyuplai air ke tumbuhan agar dapat efisien ke arah tanaman dan mengurangi tingkat laju pengeringan dan penguapan, mungkin metode ini akan sangat cocok jika dikombinasikan dengan metode tetes dan akan melipatgandakan penghematan air.

4. Penelitian Irigasi tetes juga pernah dilakukan dalam membuat rancang bangun yang dilakukan oleh Eri Gas Ekaputra dan kawan-kawan dimana penelitian tersebut mengkaji tentang kebutuhan air cabai (ETc), uji teknis dan analisa kelayakan sistem irigasi tetes. Berdasarkan hasil penelitian, ETc tertinggi sebesar 2,16 mm/hari yang terjadi pada periode awal fase generatif, dengan rata-rata debit tetesan sebesar 137,685 mm³/detik, sistem dioperasikan selama 0,84 jam/hari untuk memenuhi kebutuhan air tanaman cabai. Namun jika dilihat dari tiga parameter kelayakan, sistem masih belum layak, karena hanya satu yang sesuai nilai standar yaitu efisiensi penyaluran (91,49%), sedangkan keseragaman (76,97%) dan efisiensi irigasi (74,37%) belum mencapai nilai standar yang ditetapkan sebesar lebih dari 90%, ini disebabkan oleh perbedaan head dan panjang masing-masing saluran, sehingga tekanan pada saluran tidak sama yang mengakibatkan debit tetesan menjadi bervariasi.

Analisis: dalam Penelitian diatas mengkaji sebuah system atau rancang bangun dalam pembuatan system irigasi tetes untuk menentukan frekuensi yang tepat agar system irigasi yang baik untuk tanaman dan efisiensi yang tinggi, oleh sebab itu tahap ini merupakan tahapan yang paling penting dalam pengkajian penelitian irigasi tetes yaitu pengaturan frekuensi agar tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

5. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mustawa dan kawan-kawan yang berjudul "Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah Untuk tanaman sawi (brassica juncea)" dalam penelitian tersebut dapat ditarik beberapa kesimpulan

sebagai berikut: Tekstur liat memiliki tingkat efisiensi penyimpanan dan pemakaian paling tinggi dibandingkan dengan tekstur lempung dan lempung liat berpasir. Semakin tinggi pemberian air irigasi yang diberikan kepada tanaman, maka semakin rendah efisiensi pemakaian dan semakin tinggi efisiensi penyimpanan pada masing-masing tekstur tanah dan begitu juga sebaliknya. Produktivitas tanaman sawi tertinggi terdapat pada tekstur lempung liat berpasir dan terendah terdapat pada tekstur tanah liat.

Analisis: dalam penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Mustawa pengaplikasian media tanah dengan metode irigasi untuk meningkatkan efisiensi, dan jenis tanah yang memiliki efisiensi tinggi merupakan jenis tanah liat, dimana jenis tanah ini memiliki efisiensi paling tinggi karena memiliki daya simpan lebih lama dibandingkan jenis lainnya.

6. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Kelik Perdana Windra Sukma yang berjudul "Mekanisme tumbuhan Menghadapi kekeringan" , dari penelitian tersebut membahas tentang Tumbuhan menghadapi kekeringan dengan dua cara yaitu menghindari dan bertoleransi. Mekanisme tumbuhan menghindari kekeringan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu melarikan diri atau menghindari dari kekurangan air lingkungan dan menghindari kekeringan atau menghindari dari kekurangan air jaringan. Sedangkan mekanisme toleransi tumbuhan terhadap kekeringan dengan cara melakukan penyesuaian osmotik dan menambah pertumbuhan akar.

Analisis: dari penelitian tersebut ada dua solusi untuk menghindari dari kekeringan, namun peneliti (saya) berpendapat untuk dilakukan penerapan metode irigasi tetes guna mengatasi permasalahan kekurangan air ini, untuk dapat menjadi pembanding dalam penelitian

Dari keenam jurnal diatas pemanfaatan manajemen perairan untuk lahan yang kering sangat membutuhkan perlakuan khusus selain untuk mengendalikan kekeringan penggunaan metode tetes juga untuk mengefisiensikan penggunaan air, namun kendala utama yang ditemukan dalam penyusunan metode tetes ialah pengaturan frekuensi tetes, dimana pengaturan frekuensi tetes haru pas takarannya, sebab jika terlalu banyak air itupun tidak akan bagus untuk tanaman di mana system perakaran akan busuk dan jika kekurangan air maka tanah akan kering, oleh sebab itu tantangan dalam penerapan metode ini juga merupakan pengaturan frekuensi tetes guna membuat system yang baik dalam penerapan irigasi tetes. Dari keenam artikel diatas yang terpenting adalah penentuan debit atau frekuensi yang pas seperti yang telah dilakukan oleh Eri Gas Ekaputradimana penelitian tersebut membuat sebuah system guna mengatur system debit agar tetesan air tepat jatuh pada waktunya.

Agar dapat diketahui berapa jumlah air tersedia pada tanah, digunakan persamaan keseimbangan air (water balance), sebagai berikut (Soemarto, 1999, dalam Sadono, 2015):

$$I = O \pm AS$$

Keterangan

I = air masuk (inflow) (mm³)

O = air keluar (outflow) (mm³)

AS = perubahan tampungan (mm³)

perumusan yang sangat sederhana dari hubungan debit, Jumlah air yang keluar dari emitter per satuan waktu, dimana untuk menentukannya digunakan persamaan sebagai berikut (Keller and Bliesner, 1990, dalam Yanto, Tusi, & Triyono, 2014):

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan

Q = Debit

V = Volume

t = Waktu

Menghitung besarnya laju pemberian air pada emitter dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Priyono, 2013, dalam Udiana, Bunganaen, & Padja, 2014):

$$EDR = \frac{Q}{S.I}$$

Keterangan:

EDR = laju tetesan pada emitter (mm/detik)

Q = debit emitter (mm³/detik)

S = jarak lubang emitter (mm)

I = jarak lateral emitter (mm)

Efisiensi irigasi dapat diartikan sebagai persentase air irigasi yang benar-benar bermanfaat bagi tanaman dari sejumlah air yang disediakan atau dialirkan. Sama halnya dengan irigasi curah, efisiensi air irigasi pada sistem irigasi tetes terdiri dari efisiensi penyaluran air (Ea), koefisien penyebaran air (CU) serta efisiensi irigasi tetes (Es). Efisiensi penyaluran dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Hansen et al., 1979 dalam Saprianto & Pandjaitan, 1999):

$$EA = \frac{Wf}{Wr} \times 100\%$$

Keterangan:

Ea = efisiensi penyaluran air (%)

Wf = jumlah air yang sampai ke lahan (mm³)

Wr = jumlah air yang dialirkan dari sumber ke lahan (mm³)

Menurut Prastowo, Sukarsono, & Tommy (1993), efisiensi irigasi curah dan tetes diukur berdasarkan keseragaman penyebaran air. Keseragaman penyebaran air irigasi curah dan tetes ditentukan dengan parameter koefisien keseragaman (coefficient of uniformity / CU) dengan persamaan berikut:

$$CU = 100 \times 1 - \frac{\sum (Xi - X)}{Xi}$$

Keterangan:

CU = koefisien keseragaman penyebaran air (%)

Xi = pengukuran volume air dalam pengamatan ke I (I = 1,2,3,.....n)

X = nilai rata- rata volume air hasil pengamatan

$\sum\{Xi-X\}$ = jumlah deviasi absolute rata-rata pengukuran

Sementara itu, efisiensi irigasi tetes (Es) dipengaruhi oleh koefisien keseragaman penyebaran air (CU). Hubungan antara nilai Es dengan nilai CU dipengaruhi oleh perkolasi yang tidak terhindarkan dan kebutuhan pencucian/leaching. Selanjutnya untuk pengaruh perkolasi dapat diwakili oleh nilai rasio transpirasi (Tr). Bila $Tr \leq \{1.00 / 1.00 - LR\}$ maka nilai $Es = CU$ namun apabila $TR \geq \{1.00 / 1.00 - LR\}$ maka nilai efisiensi irigasi tetes adalah sebagai berikut :

$$Es = \frac{CU}{Tr/(1.0 - LR)}$$

Es = efisiensi irigasi tetes (%)

Tr = rasio transpirasi

CU = keseragaman penyebaran air (%)

LR = kebutuhan leaching (%)

Nilai Tr tergantung pada zona iklim, tekstur tanah dan kedalaman perakaran tanaman, Untuk pengukuran leaching/pencucian dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Ayers & Westcot, 1976):

$$LR = \frac{ECw}{2 \times ECe_{max}}$$

Keterangan:

LR = kebutuhan leaching (%)

ECw = electrical conductivity air irigasi (dS/m)

EC_{e_{max}} = electrical conductivity yang menyebabkan penurunan hasil sampai 0 (dS/m)

Guna mengetahui kelayakan sistem irigasi tetes, maka harus dilakukan perbandingan terhadap faktor yang mempengaruhi kinerja sistem irigasi tetes, diantaranya adalah nilai koefisien keseragaman (coefficient of uniformity), efisiensi penyaluran, dan efisiensi irigasi. Menurut Prastowo (2010), untuk nilai koefisien keseragaman tetesan harus lebih besar dari 95%, berarti tetesan setiap emitter relatif lebih seragam. Nilai efisiensi penyaluran dan efisiensi irigasi harus besar dari 90%, artinya 90% air yang diberikan dapat sampai dan dimanfaatkan oleh tanama.

PENUTUP

Dalam kajian studi literasi mengenai penggunaan system irigasi tetes, penulis menyimpulkan, aplikasi ini sudah banyak dikembangkan di Indonea, adapun pemanfaatan metode tetes dapat memaksimalkan efisiensi penggunaan air dalam menyiram tanaman, menghindari kekeringan selama musim kemarau yang panjang, dan yang terpenting dalam system irigasi ini ialah pengaturan debit air atau frekuensi yang tepat agar tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik

UCAPAN TERIMA KASIH

Selaku penulis saya mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada kaprodi Pendidikan Fisika universitas Indraprasta PGRI yaitu pak Dasmo dan juga Sekertaris Prodi Pendidikan FISika pak Yoga Budi Bakti atas kesempatan mengeksplor penelitian diluar ranah pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1976). Water Quality for Agriculture (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Ekaputra, E.G., Fadli Irsyad., & Delvi Yanti. (2017). 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. Tersedia dari :
https://www.researchgate.net/publication/323962139_Rancang_Bangun_Sistem_Irigasi_Tetes_untuk_Budidaya_Cabai_Capsicum_Annum_L_dalam_Greenhouse_di_Nagari_Biaro_Kecamatan_Ampek_Angkek_Kabupaten_Agam_Sumatera_Barat

- Liu Q, Noriyuki Y. & Kiyoshi O. (2018) Self-watering sistem for arid area: a method to combat desertification. *J Soils and Foundations*. 58 (4) 838–852. Tersedia dari: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038080618301148>
- Mustawa M, Abdullah SH, Putra GMD. (2017). Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah untuk tanaman sawi (*brassica juncea*). *J Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. [internet] [dikutip 3 April 2023]; 5 (2): 408-421. Tersedia dari: <https://media.neliti.com/media/publications/255843-analisis-efisiensi-irigasi-tetes-pada-be-5bf77bc9.pdf>
- Sadono, G.W. (2015). Analisis Keseimbangan Air pada Bendung Brangkal guna Memenuhi Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Siwaluh Kabupaten Karanganyar (Skripsi). Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Saprianto, & Pandjaitan, N.H. (1999). Efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi tetes dan curah untuk tanaman krisan (*Chrysantemum sp.*). *Buletin Keteknikan Pertanian*, 13(3), 11-24.
- Steven W. (2021) Balai pengkajian teknologi pertanian papua barat penerapan metode irigasi tetes guna mendukung efisiensi penggunaan air di lahan kering. *J Triton*. [dikutip 3 April 2023]; 12(1):20-28. Tersedia dari: <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/jt/article/view/152>
- Sukma KPW. (2015) Mekanisme tumbuhan menghadapi kekeringan. *J UIM Pamekasan*. Vol. 3(6):186. Tersedia dari: <https://journal.uim.ac.id/index.php/wacanadidaktika/article/download/37/29/>
- Udiana, I.M., Bunganaen, W., & Padja, R.A.P. (2014). Perencanaan sistem irigasi tetes (drip irrigation) di Desa Besmarak Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 63-74.
- Prastowo, Sukarsono, & Tommy, F. (1993). Rencana Konstruksi Operasi dan Pemeliharaan serta Monitoring dan Evaluasi dalam Percobaan Irigasi Sprinkler. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Prastowo. (2010). Teknologi Irigasi Tetes. Bogor: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wahyuni, Ida., Suwati., & Adi Gunawan. (2023). Efektivitas pertumbuhan tanaman tomat dengan teknik irigasi tetes pada lahan kering. *Jurnal Agrotek UMMAT*, Volume 10, issue 3. tersedia dari: https://www.researchgate.net/publication/373525966_Effectiveness_of_tomato_plant_growth_with_drip_irrigation_techniques_in_drylands
- Yanto, H., Tusi, A., & Triyono, S. (2014). Aplikasi sistem irigasi tetes pada tanaman kembang kol (*Brassica Oleracea Var. Botrytis L. Subvar. Cauliflora DC*) dalam green house. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 141–154.