



Research Articles

Pengaruh Variasi Diameter Pipa Primer Terhadap Pola Resapan Air Irigasi tetes Bertingkat Pada Media Tanam Polybag

The Effect of Varying Primary Pipe Diameter on Water Intake Patterns for Multilevel Drip Irrigation in Polybag Planting Media

I Dewa Gede Jaya Negara*, Hartana, Anid Supriyadi, Agus Suroso, Ryan Bagus Julio

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. +62-370 633007, Fax. +62-370 636041

*corresponding author, email : jayanegara@unram.ac.id

Manuscript received: 04-05-2024. Accepted: 25-06-2024

ABSTRAK

Irigasi tetes sistem bertingkat merupakan metode irigasi yang mendukung kegiatan pertanian hemat air di area terbatas dengan cara mengalirkan air melalui pipa berlubang dari emitter. Irigasi tetes sistem bertingkat yang ideal dapat memberikan volume tetesan yang sama pada tanaman, sehingga distribusi air irigasi dan kedalamannya perlu menjadi faktor penting untuk diperhatikan untuk dapat memberikan irigasi tanaman yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi diameter pipa saluran primer terhadap distribusi irigasi tetes dan kedalaman resapan hasil irigasi pada jaringan irigasi tetes bertingkat 3 (tiga). Uji dilakukan pipa primer lantai 1 sampai lantai 3 adalah diameter ½", ¾" dan pipa 1", dengan pipa lateral tetes dengan pvc ½". Ukuran ruang lahan uji adalah 4 m x 1 m x 1,8 m dan jarak antar tingkat sekitar 0,9 m dan sumber air irigasi dari tangki 200 liter setinggi 2,5 m. Hasil penelitian menunjukkan hasil distribusi irigasi yang cukup baik pada semua level jaringan irigasi yaitu 70 ml dan 68 ml. Pola irigasi tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil distribusi irigasinya dampak dari variasi diameter pipa primer. Komposisi tanah 30% terhadap kompos telah memberikan pencapaian resapan irigasi dengan kedalaman 21 cm termasuk paling cepat yaitu 25menit dan pada 70% tanah diperlukan waktu resapan irigasi selama 35 menit.

Kata Kunci : distribusi; debit; keseragaman; variasi

ABSTRACT

Multilevel drip irrigation is an irrigation method that supports water-saving agricultural activities in limited areas by channeling water through perforated pipes from emitters. The ideal multistage drip irrigation system can provide the same drip volume to plants, so the distribution of irrigation water and its depth need to be important factors to pay attention to in order to provide optimal plant irrigation. This research aims to determine the effect of using variations in primary channel pipe diameter on the distribution of drip irrigation and the depth of infiltration of irrigation products in a 3 (three) tier drip irrigation network. Tests were carried out on primary pipes from floors 1 to 3 with a diameter of ½", ¾" and pipes 1", with lateral drip pipes with ½" PVC. The size of the test field is 4 m x 1 m x 1.8 m and the distance between levels is around 0.9 m and the irrigation water source from a 200 liter tank is 2.5

m high. The research results showed that irrigation distribution results were quite good at all levels of the irrigation network, namely 70 ml and 68 ml. Irrigation patterns do not have a significant effect on the results of irrigation distribution due to variations in primary pipe diameter. A soil composition of 30% compost has achieved irrigation infiltration with a depth of 21 cm, including the fastest, namely 25 minutes and for 70% soil, an irrigation infiltration time of 35 minutes is required.

Keywords : distribution; discharge; uniformity; variation

PENDAHULUAN

Sistem irigasi tetes bertingkat merupakan metode irigasi yang mendukung kegiatan pertanian di area terbatas dan hemat air dengan cara mengalirkan air pada tekanan tertentu melalui pipa/selang berlubang dari *emitter*. Salah satu hal untuk dipertimbangkan dalam perencanaan sistem irigasi tetes bertingkat adalah keseragaman tetesan. Sistem irigasi tetes bertingkat yang ideal apabila semua tetesan dapat memberikan volume tetesan yang sama pada tanaman, sehingga keseragaman tetesan merupakan faktor penting dalam perencanaan jaringan irigasi tetes. Pada irigasi tetes bertingkat sering tidak terpenuhinya keseragaman yang ideal, karena pengaruh beda tinggi variasi tekanan aliran dapat menghasilkan volume tetesan dengan jumlah yang berbeda pada setiap tingkatan lantainya.

Menurut Negara dkk, (2022) penggunaan pipa PVC perlu dipertimbangkan sebagai pipa tetes untuk pertanian, karena pipa PVC dapat diperoleh di toko material. Selain itu juga penggunaan pipa PVC untuk irigasi tetes di tanah pada lahan kering Pringgabaya, hal ini menunjukkan hasil keseragaman irigasi menggunakan pipa PVC sebesar 72% dengan debit sistem irigasi tetes yang digunakan sebesar $0,0452\text{m}^3/\text{menit}$ (Negara dkk, 2014). Dengan penggunaan variasi pipa dari hasil penelitian Rahayu dkk, (2021), hasil menunjukkan percobaan luas permukaan diameter pipa sebagai jalur aliran fluida sangat berpengaruh pada nilai kehilangan energi, semakin kecil luas permukaan pipa semakin besar nilai kehilangan energi yang diperoleh. Berdasarkan hasil uji tersebut maka penggunaan variasi pipa perlu menjadi bahan referensi baik untuk penggunaan variasi pipa PVC terhadap sistem irigasi tetes.

Dengan mempertimbangkan referensi penelitian terdahulu maka pada penelitian ini akan diterapkan sistem irigasi tetes bertingkat 3 dengan penggunaan variasi pipa PVC pada sistem memanjang bertingkat, dimana pipa primer menggunakan 3 variasi pada lantai bawah menggunakan $\frac{1}{2}$ inci, pada lantai tengah menggunakan $\frac{3}{4}$ inci, dan lantai 3 menggunakan 1 inci, untuk pipa tersier menggunakan PVC $\frac{1}{2}$ inci dengan tambahan alat pengatur debit pada lubang penetes yang disebut *emitter*. Penggunaan alat *emitter* pada pipa PVC untuk menyeimbangkan volume tetesan agar mendekati sama pada setiap lubang tetesan atau pada setiap lantai. Emitter bekerja dengan cara memutar kepala emitter untuk membesarkan dan mengecilkan debit, sehingga volume tetesan dapat diatur sesuai kebutuhan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini bagaimana keseragaman tetesan terhadap penggunaan variasi pipa PVC pada sistem irigasi tetes bertingkat 3 ini dan bagaimana distribusi air irigasinya yang ditinjau berdasarkan volume tetes yang dapat dihasilkan, termasuk terhadap debit yang dihasilkan. Sehingga tujuan penelitian adalah untuk mengetahui distribusi air irigasi berupa volume air tetes yang dapat ditampung dan keseragamannya serta debitnya.

Dalam penelitian Rai (2010), yang berjudul “Analisis Pemberian Air Sistem Irigasi Tetes Di Daerah Lahan Kering Akar-Akar Kabupaten Lombok Utara” mengatakan uji

keseragaman diperlukan sebagai langkah awal dan merencanakan jaringan irigasi apakah jaringan irigasi bisa diterapkan, digunakan untuk komunitas pertanian dalam persediaan hasil yang optimal.

Negara, dkk (2022), melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan pipa PVC 3/4 inci sebagai jaringan sekunder dalam sistem irigasi tetes bertingkat. Eksperimental dengan kapasitas tandon 150 liter setinggi 3 m dengan analisis data dilakukan pada data debit (Q), volume irigasi dan lengas tanah. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa debit aliran pipa sekunder lantai 1 besarnya (Q1) 822.54 cm³/dt, pada lantai 2 (Q2) 107.47 cm³/dt dan pada lantai (Q3) 15.39 cm³/dt. Keseragaman irigasi pada operasional irigasi TSK diperoleh 72.67% dan pada SK sekitar 51.49% sampai 89.34%.

Irigasi tetes (drip Irrigation) merupakan salah satu teknologi terbaru dibidang irigasi yang berkembang hampir di seluruh dunia. Teknologi ini pertama kali dikenal di Israel dan kemudian menyebar ke hampir setiap sudut dunia. Pada intinya teknologi ini sangat cocok diterapkan pada kondisi lahan kering berpasir, air yang sangat terbatas, iklim kering dan kondisi topografi yang tidak rata, serta tanaman yang ditanam memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Namun tidak dapat disangkal bahwa teknologi ini memiliki banyak kelemahan, antara lain kebutuhan investasi yang besar pada tahap awal, pemeliharaan jaringan irigasi yang sangat intensif, dan hambatan lain seperti tersumbatnya lubang emitter. Oleh karena itu, sistem irigasi tetes dikatakan ideal jika semua emitter dapat menyalurkan volume air yang sama ke tanaman. Namun, hal ini sering tidak terpenuhi karena perubahan tekanan aliran dan perubahan karakteristik lubang pembuangan. Perubahan tekanan aliran sering menyebabkan air yang keluar dari saluran masuk pertama menjadi lebih besar karena dekat dengan sumber air, sedangkan air yang keluar dari ujung pipa sebagian besar kecil (Hamzanwadi, 2015).

Diameter lubang dan jarak antar lubang berpengaruh besar terhadap debit volume tetesan, semakin besar diameter lubang dan semakin pendek jarak antar lubang maka debit volume yang dihasilkan semakin tinggi dan sebaliknya. Untuk keseragaman tetesan tertinggi, variasi diameter lubang 0,5 mm adalah 94,448% pada jarak antara panjang pipa 6 meter dan lubang 40 cm. Keseragaman tetes terendah diperoleh pada variasi diameter lubang 0,2 mm dan jarak antar lubang 20 cm dengan 72,121% dan panjang pipa 18 meter. Hal ini menunjukkan bahwa variasi lubang dan jarak antar lubang mempengaruhi keseragaman tetesan (Taufikurrahman, 2016).

Pada penelitian Suparman (2015), tentang analisis pengaruh ketinggian tandon terhadap debit dan keseragaman tetesan pada pipa dalam rangkaian sistem irigasi tetes, disimpulkan bahwa ketinggian tandon mempengaruhi debit pipa, kecepatan aliran dalam pipa, tekanan dalam pipa., kehilangan daya tekanan utama dan koefisien keseragaman tetesan. Semakin tinggi tandon, semakin besar debit pipa, laju aliran dalam pipa, kehilangan daya, tekanan saluran utama dan koefisien keseragaman penurunan yang dihasilkan.

Sistem Irigasi Tetes

Irigasi tetes memiliki potensi untuk digunakan pada pertanian lahan kering dengan ketersediaan air sangat terbatas. Sistem air dikeluarkan dari pipa-pipa plastik, kemudian air di dalam pipa-pipa tersebut dikeluarkan melalui emitter/penetes dengan debit aliran tertentu dan kemudian ditetaskan di dekat tanaman. Pemberian air dalam bentuk tetesan meminimalkan

kehilangan air akibat penguapan. Laju dan waktu pemberian air dapat disesuaikan untuk menghilangkan *run-off* dan meminimalkan kehilangan air karena perlokasi (Meijer, 1989).

Debit Aliran

Perhitungan debit dapat digunakan persamaan berikut:

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

dengan: Q = debit aliran (m³/detik), V= Volume wadah (m³) , t = lama waktu pengisian wadah penampung (detik).

Pada penelitian ini persamaan tersebut digunakan untuk menentukan besarnya kecepatan aliran yang terjadi pada pipa yaitu sebagai berikut (Triatmojo, 2003).

$$V=Q/A$$

dengan: V = Kecepatan aliran (m/det), Q = debit aliran (m³/det), A = Luas penampang pipa (m²).

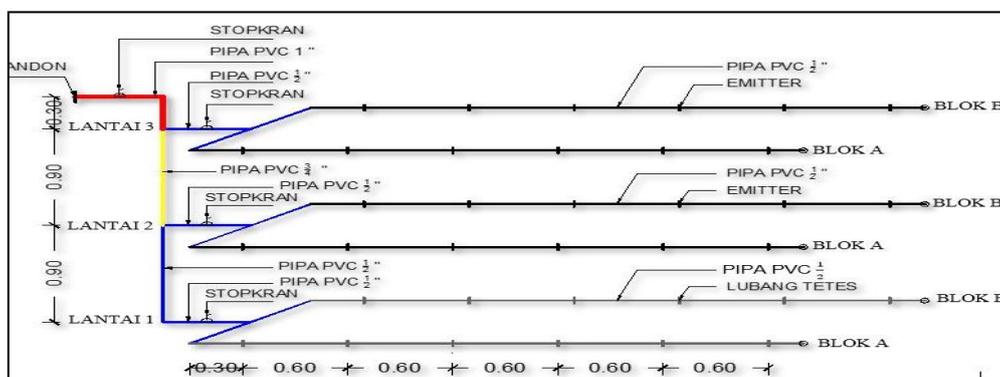
BAHAN DAN METODE

Persiapan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah untuk peralatan kerja terdiri dari kamera, gelas plastic, gelas ukur, stop watch, sedangkan bahannya adalah air bersih, pipa pvc berdiameter 1", ¾" dan ½", drip putar 8 lubang, asesoris pipa, rangka tower dan tangki 200 liter.

Perancangan Jaringan Irigasi tetes tiga lantai

Secara garis besar persiapan penelitiannya ini adalah persiapan pembuatan rangka tower dan jaringan pipa distribusi, kemudian dilanjutkan pembuatan lantai letak jaringan irigasi tetes sebanyak 3 tingkat. Pembuatan jaringan irigasi tetes bertingkat 3 dengan jarak antar lantai sekitar 90 cm serta jarak titik tetes 60cm. Gambar 1 adalah skema jaringan irigasi tetes bertingkat yang dirancang dengan saluran primer berupa jaringan pipa utama dari tangki ke lantai 3 berdiameter 1", pipa primer dari lantai 3 ke lantai 2 berdiameter ¾" dan pipa primer dari lantai 2 ke lantai 1 berdiameter ½" dan dengan panjang masing-masing 90 cm dengan jarak antara lantai jaringan irigasi tetes 90 cm. Kemudian untuk jaringan pipa tetes yang berposisi lateral seluruh lantai menggunakan pipa berdiameter ½". Panjang tiap pipa lateral tetes adalah 350 cm dan 60cm jarang antara lubang tetes serta tinggi tower air 2,5 m.



Gambar 1. Rancangan Irigasi Tetes Bertingkat Tiga, (Julio,2023)

Pengujian

Pelaksanaan uji irigasi dilakukan dengan dua cara operasional yaitu operasional bersamaan semua jaringan irigasi dan operasional satu persatu, yang dibantu dengan stopkran. Kegiatan uji irigasi dilakukan dengan uraian : pengujian debit aliran tiap-tiap lantai jaringan , pengujian distribusi air irigasi tetes, dan pengujian resapan irigasi. Semua tahapan uji dilakukan Ketika aliran sudah stabil, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran dengan durasi 5 menit untuk uji distribus irigasi, dan pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan hasil pengukurannya dirata-ratakan dan diambil satu data, demikian seterusnya pengujian yang dilakukan sampai selesai.

Pengolahan Data

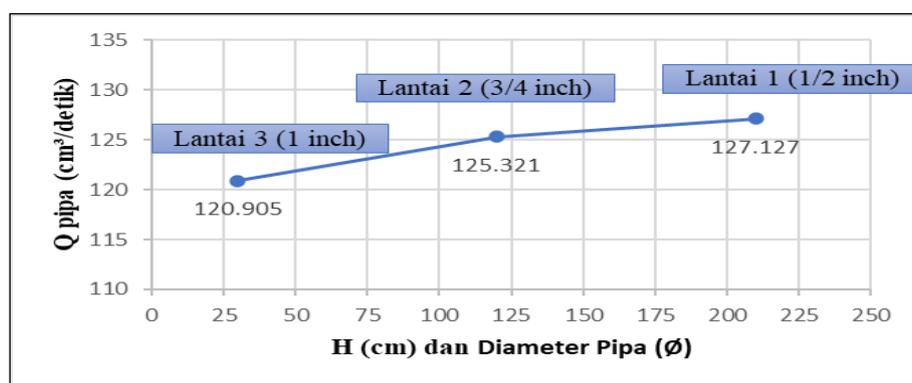
Data-data yang sudah terkumpul rapi kemudian dilakukan analisis terhadap data debit pipa pada saluran primer, distribusi irigasi tetes, keseragaman irigasi tetes dan capaian resapan irigasinya. Hasil analisis dipresentasikan dalam tabel-tabel dan grafik untuk kemudian dibahas, serta selanjutnya diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang dibahas dallam studi ini mencakup debit aliran, distribusi irigasi, dan hasil Resapan irigasi dan hasilnya ditampilkan dalam tabil dan grafik dan seterusnya dibahas seperti uraian berikut.

Debit Distribusi Jaringan Primer

Hasil perhitungan debit pipa dapat dilihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa debit saluran pipa primer yang diperoleh pada pada lantai 1 (lantai paling bawah) sebesar 127,127 cm^3/detik pada diameter pipa $\frac{1}{2}$ “, pada saluran primer lantai 2 diperoleh debit 125,321 cm^3/dt dan debit saluran pipa primer pada lantai 3 besarnya 120,905 cm^3/dt Dimana diameter pipanya 1” dengan tinggi sumber air paling rendah yaitu 30 cm.



Gambar 2. Hubungan tinggi muka air, diameter pipa primer dan debit aliran (Julio,2023)

Berdasarkan hasil di atas ternyata pengaruh penggunaan diameter pipa saluran primer yang berbeda karena perbedaan posisi jaringannya menunjukkan hasil berupa debit yaliran dengan perbedaan yang kecil yaitu sekitar 2 cm^3/dt sampai 7 cm^3/dt saja. Jadi sangat berbeda hasilnya dibandingkan dengan hasil uji yang dilakukan Negara, dkk (2022) yang menggunakan

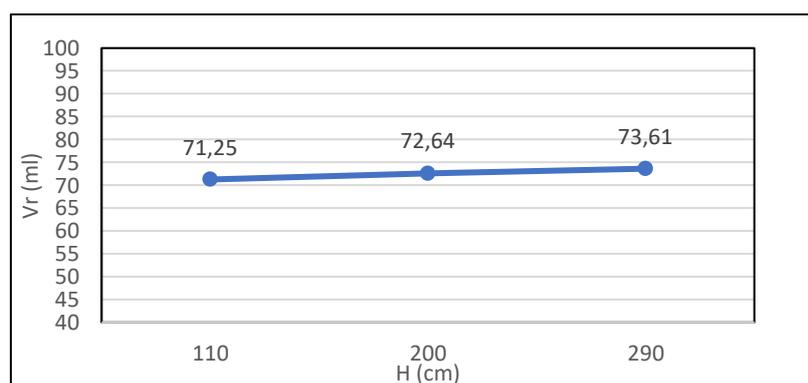
pipa primer pada seluruh tingkat jaringannya $\frac{3}{4}$ " , dimana perbedaan hasil debit aliran antara jaringannya sangat tinggi. Dengan fakta ini maka untuk meningkatkan distribusi air irigasi kemasing-masing lantai irigasi tetes bertingkat, sangat perlu mempertimbangkan penggunaan diameter pipa distribusi yang berbeda agar distribusi debitnya bisa merata dan atau terjadinya perbedaan debit masih pada batas-batas toleransi. Hal ini nantinya akan memberikan gambaran bagaimana air irigasi tetes bertingkat dapat melayani semua lantai jaringan dengan debit luaran yang merata dan keseragam irigasi yang tinggi

Distribusi Irigasi Tetes

Untuk mendapat distribusi air irigasi yang merata pada seluruh jaringan irigasi tetes bertingkat, maka untuk mendapatkan hasil irigasi akibat operasional jaringan yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4a dan Gambar 4b. Pada Gambar 4a adalah operasional jaringan irigasi tetes bertingkat dengan membuka satu persatu jaringannya, Dimana jika satu jaringan irigasinya dibuka dengan membuka aliran melalui stopkran maka aliran air pada jaringan irigasi tetes yang lainnya ditutup. Sedangkan pada Gambar 4b operasional irigasi dilakukan secara keseluruhan Dimana semua jaringan dibuka alirannya.

Operasional Irigasi Satu Jaringan.

Untuk hasil analisis hasil irigasi tetes yang dioperasionalkan satu persatu yang dibantu oleh stop kran, hasilnya seperti grafik pada Gambar 5. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi air irigasi yang dihasilkan juga hampir merata pada semua tingkat jaringan irigasi tetes dari lantai 1 sampai dengan lantai 3. Pada bagian bawah grafik merupakan muka air dari masing-masing posisi jaringan irigasi tetes dimana elevasi yang paling rendah adalah posisi jaringan irigasi lantai 3 yang dekat dengan sumber air dan dari jaringan pada jaringan irigasi tetes di lantai 2 terhadap elevasi muka airnya 200 cm dan terhadap jaringan irigasi tetes di lantai 1 elevasi terhadap muka air 300 cm.

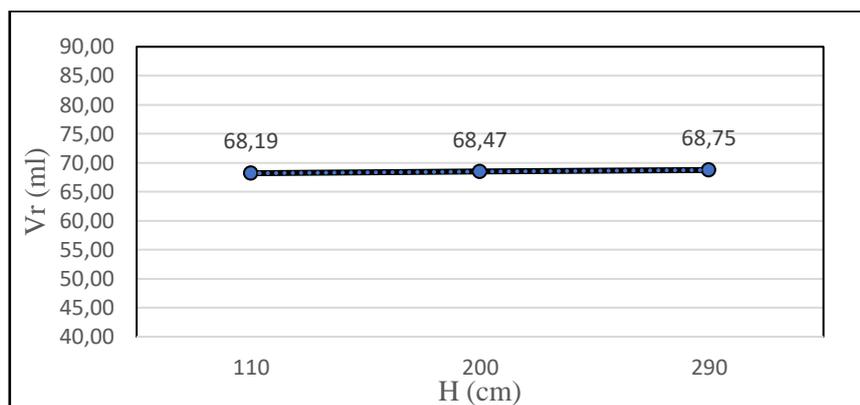


Gambar 5. Operasional Irigasi Tetes Satu jaringan.

Hasil irigasi pada masing-masing jaringan irigasi tetes dari lantai 1 sampai dengan lantai 3 adalah besarnya sekitar 72,5ml untuk operasional irigasi satu persatu. Perbedaan hasil irigasinya terhadap masing-masing elevasi jaringannya besarnya sekitar 1ml sampai 2 ml saja dan perbedaan ini masih masuk dalam batas toleransi irigasi dan diperkirakan selama operasionalnya tidak memberikan pengaruh yang berarti pada pembasahan lahan.

Operasional Irigasi Tetes Semua Jaringan.

Distribusi volume air irigasi untuk operasional jaringan secara bersamaan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 6 dan berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa dengan penggunaan variasi diameter pipa saluran primer irigasi tetes menunjukkan distribusi volume air irigasi yang hampir merata dengan rata-rata nilai sekitar 68,4ml, dengan hasil irigasinya perbedaan yang terjadi sangat kecil yaitu sekitar 0,07. Jaringan ini berpotensi digunakan untuk irigasi tanaman tertentu karena potensi irigasinya sangat tinggi untuk digunakan.



Gambar 6. Hubungan Volume Irigasi dengan Tinggi Muka Air pada Operasi Semua Jaringan.

Jadi dengan diberikan variasi diameter pipa primernya maka hasil distribusi irigasi yang dihasilkan cukup merata, sehingga jika operasional dilakukan salah satu dari cara tersebut diperkirakan tidak berpengaruh besar pada hasil irigasinya nanti. Oleh karena dalam irigasinya dapat dipilih salah satu metode yang dianggap paling relevan dengan kondisi eksisting masing-masing, baik berdasarkan pertimbangan jenis tanaman yang akan dibudidayakan ataupun dengan alasan kepraktisannya.

Berdasarkan hasil uji tersebut di atas maka dalam perancangan system irigasi tetes bertingkat, penekanannya adalah ada pada perancangan jaringan pipa primernya yang dibuat bervariasi dengan komposisi 1", 3/4" dan 1/2" sehingga diperoleh distribusi air irigasi yang lebih merata, karena hal itu harus dapat dijamin oleh system sebelum diaplikasikan ke tanaman.

Komposisi Media Tanam

Media tanam untuk uji Resapan irigasi pada studi ini adalah seperti pada Tabel 1, urutan komposisi campuran tanah terhadap kompos adalah 70%, 50% dan 30%, demikian juga sebaliknya untuk komposnya adalah 30%, 50% dan 70%. Berdasarkan hasil komposisi tersebut hasil ujinya menunjukkan terjadinya pencapaian kedalaman resapan yang berbeda-beda antara komposisi yang telah diuji. Berdasarkan hasil pada table diketahui bahwa pengujian dengan komposisi tanah dan kompos 30%:70% tanah diperoleh waktu pencapaian kedalaman resapan 35 menit, dan pencapaian kedalaman maks tercepat diperoleh pada komposisi 30% tanah dan 70% kompos dengan lama irigasi 25 menit saja.

Tabel 1. Komposisi Campuran Tanah dan Kompos Media Tanam.

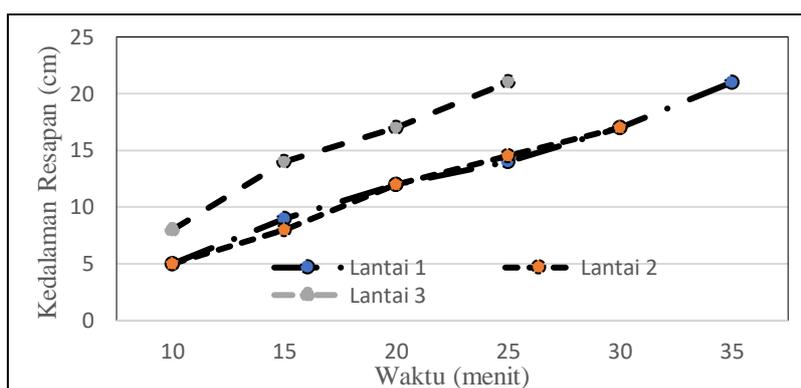
| Lantai | Komposisi | | Kedalaman Maks (cm) | Waktu (menit) |
|--------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| | % Tanah | % Kompos | | |
| 1 | 70 | 30 | 21 | 35 |
| 2 | 50 | 50 | 21 | 30 |
| 3 | 30 | 70 | 21 | 25 |

(Julio, 2023)

Berdasarkan hasil tersebut di atas maka porsi kompos dalam penyiapan media tanam harus menjadi perhatian agar irigasi yang diberikan bisa optimal dan pertumbuhan akar tanaman dapat berkembang dengan baik.

Kedalaman Irigasi Capaian

Hasil uji resapan irigasi tetes pada beberapa komposisi campuran antara kompos dan tanah dapat dilihat pada Gambar 7 berikut. Berdasarkan hasil pada grafik di atas menunjukkan bahwa pada komposisi tanah dengan kompos 30% : 70% diperoleh kedalaman irigasi yang lebih cepat, dibandingkan dengan media yang komposisi tanah lebih besar.



Gambar 7. Kedalaman resapan irigasi pada tiap jaringan

Pada lantai jaringan di lantai 3 diperoleh kedalaman irigasi sekitar 21 cm pada durasi 25 menit, sedangkan pada jaringan irigasi tetes dilantai 1 dan lantai 2 untuk memperoleh kedalaman Resapan irigasi 21cm diperlukan durasi 30menit dan 35 menit jadi lebih lama. Oleh karena itu perbandingan kompos sebaiknya dipilih agar durasi irigasinya tidak terlalu lama tetapi pencapaian irigasinya cepat mencapai kedalaman perakaran tertentu. Selain itu porsi halus dari media tanam yang berupa tanah juga tidak dapat terlalu kecil porsinya karena unsur hara tanaman akan tersimpan di media itu selama masa pertanian berlangsung hingga pasca panen selesai. Untuk itu perlu membuat media tanam yang sesuai agar pertumbuhan tanaman terjamin dan irigasi dapat dilakukan optimal selama masa usahatani berlangsung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan variasi diameter pipa sebagai saluran primer pada system irigasi tetes bertingkat tiga telah menghasilkan distribusi irigasi yang cukup baik pada semua level jaringan irigasi. Selain itu pada uji ini, pola irigasi dirunning bersamaan atau secara sendiri-sendiri tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil distribusi irigasinya. Komposisi tanah yang kecil yaitu

30% terhadap kompos telah memberikan pencapaian irigasi berupa Resapan sedalam 21 cm yang termasuk paling cepat yaitu selama 25menit dan pada 70% tanah terhadap kompos diperlukan waktu irigasi selama 35 menit.

Perlu dilakukan uji-uji dengan menggunakan lebih banyak variasi media tanam agar potensi tanah terhadap komposisi kompos tertentu dapat diketahui, sehingga nantinya untuk mendukung pengembangan usahatani dilingkungan perumahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamzanwadi, R. (2015). Pengaruh Variasi Kemiringan dan Waktu Penetasan Terhadap Keseragaman Tetesan Pada Sistem Irigasi Tetes. Skripsi. Fakultas Teknik Unram,Mataram Mataram.
- Julio,R.B.(2023).Pengaruh Penggunaan Variasi Diameter Pipa PVC Terhadap Kinerja Irigasi Tetes Sistem Bertingkat. Skripsi. Fakultas Teknik Unram, Mataram
- Meijer, T.K.E. (1989). Sprinkler and Trickler Irrigation. Wageningen, The Netherlands: Departement of irrigation and Civil Engineering, Wageningen Agriculture University.
- Negara, I. D. G. J., Heri, S., Supriyadi, A., Yasa, I. W., Putra, I. B. (2022). Karakteristik Distribusi Volume Irigasi dan Debit Aliran Irigasi Aktual Setiap Sistem Jaringan Irigasi Tetes pada Lahan Layanan Bertingkat. *Jurnal Ganec Swara* Vol. 16, No.1, Maret 2022. ISSN 1978-0125 (Print); ISSN 2615-8116 (Online).
- Negara, I. D. G. J., Saidah, H., Yasa, I. W., Hanifah, L., Dewi, D. P. (2022). Analisis Kemampuan Sistem Irigasi Tetes Bertingkat Dalam Pemberian Lengan Tanah Pada Polybag. *Jurnal Ganec Swara* Vol. 16, No. 2, September 2022. ISSN 1978-0125 (Print); ISSN 2615-8116 (Online).
- Negara, I. D. G. J., Saadi, Y., & Putra, I. B. G. (2014). Analisis Sistem Irigasi Tetes Terpadu Pada Lahan Kering Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur. *Spektrum Sipil*, ISSN 1858-4896. Vol. 1, No. 1: 73-80, Maret 2014.
- Prabowo, A & Hendriadi, A. (2004). Pengelolaan Irigasi Hemat Air di Lahan Kering Aplikasi Irigasi Tetes dan Curah, Banten.
- Rahayu, P., Putri, Rosalina., & Indriyani, N. (2021). Pengaruh Diameter Pipa Pada Aliran Fluida Terhadap Nilai Head Loss. *Jurnal Agitasi* Vol. 2, No. 1 (2021).
- Rai, I. B. (2010). Analisis Pemberian Air Sistem Irigasi Tetes Di Daerah Lahan Kering Akar – Akar Kabupaten Lombok Utara, Mataram.
- Suparman, Tri Andini Ariesta., (2015). Analisa Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tandon Terhadap Debit Dan Keseragaman Tetesan Pada Pipa Dalam Rangkaian Sistem Irigasi Tetes, Mataram.
- Taufiqurrahman, M., (2016). Pengaruh Variasi Diameter Dan Jarak Antar Lubang Penetes Terhadap Keseragaman Tetesan Pada Sistem Irigasi Tetes, Mataram.
- Triatmodjo, Bambang, 2003. Hidraulika II. Beta Offset. Yogyakarta.