

APLIKASI IRIGASI TETES BERTINGKAT DENGAN TANAMAN CABE DI PERUMAHAN PADAT PENDUDUK KOTA MATARAM HULU

I Dewa Gede Jaya Negara^{1,*}, Bambang Harianto¹, Anid Supriyadi¹, Agus Suroso¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Corresponding authors: jayanegara@unram.ac.id

Submitted: 14 October 2022, Revised: 28 January 2023, Accepted: 23 February 2023

ABSTRACT: This study aims to determine the ability of multilevel drip irrigation using a lateral pipe from a 12 mm Netafim (NTF) pipe and ½" PVC on soil media in polybags with variations of soil to compost 70%: 30%, 50%: 50%, 30%: 70%. Tests were carried out with variations in the depth of the water tower 220 cm, 120 cm, and 30 cm from the lateral drip pipe to the irrigation uniformity (CU), irrigation distribution and irrigation depth produced. The research was conducted on a residential yard measuring 1.5 m x 4 m x 2 m, the distance between the network levels was 1m and the tower height was 2.5 m. The results showed that drip irrigation with PVC and NTF pipes resulted in a deviation of irrigation volume at each level of the network of about 2 ml, with a decrease in the deviation of irrigation volume from the deviation of drip irrigation with NTF-level pipes of about 85%. Tests on NTF drip irrigation with a soil composition of 70% at various tank volumes, obtained a maximum irrigation depth of about 13 cm-20 cm and a minimum irrigation depth of 30% soil ranging from 5 cm-14 cm. For the NTF and PVC drip irrigation tests, the highest irrigation depth was obtained on 30% soil with a maximum irrigation depth of 10 cm-15 cm, while the minimum irrigation depth was obtained on 70% soil ranging from 6cm to 10cm. The average uniformity of PVC pipe multilevel drip irrigation and NTF was obtained at 95% with a more even distribution of irrigation water volume at each level.

KEYWORDS: composition; depth of irrigation; deviation; distribution.

ABSTRAK: Studi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemberian irigasi tetes bertingkat yang menggunakan pipa lateral dari pipa Netafim (NTF) 12 mm dan PVC ½", terhadap media tanah dalam polybag dengan variasi tanah terhadap kompos 70%:30%, 50%:50%, 30%:70%. Uji dilakukan dengan variasi kedalaman air tower 220 cm, 120 cm, dan 30 cm dari pipa tetes lateral terhadap keseragaman irigasi (CU), distribusi irigasi dan kedalaman irigasi yang dihasilkan. Penelitian dilakukan pada lahan pekarangan perumahan berukuran 1.5 m x 4 m x 2m, jarak antara tingkat jaringan 1 m dan tinggi tower 2.5m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa irigasi tetes dengan pipa pvc dan NTF menghasilkan deviasi volume irigasi tiap tingkat jaringan sekitar 2 ml, dengan penurunan deviasi volume irigasi dari deviasi irigasi tetes pipa NTF bertingkat sekitar 85%. Uji pada irigasi tetes NTF dengan komposisi tanah 70% pada variasi volume tangki, diperoleh kedalaman irigasi maksimum sekitar 13 cm- 20 cm dan kedalaman irigasi minimum pada 30% tanahnya berkisar 5 cm-14 cm. Untuk uji pada irigasi tetes NTF dan PVC beramiter diperoleh kedalaman irigasi tertinggi pada 30% tanah dengan kedalaman irigasi maksimum sebesar 10 cm-15 cm, sedangkan kedalaman irigasi minimum diperoleh pada tanah 70% berkisar 6 cm-10 cm. Keseragaman irigasi tetes bertingkat pipa pvc dan NTF rata-rata diperoleh sebesar 95% dengan distribusi volume air irigasi pada tiap-tiap tingkat yang lebih merata.

KATA KUNCI: komposisi; kedalaman irigasi; deviasi; distribusi.

© The Author(s) 2020. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1 PENDAHULUAN

Penurunan lahan pertanian produktif diperkotaan telah menurunkan pasokan pangan lokal untuk wilayah di perkotaan. Keamanan pangan dari tingkat keluarga sampai dengan di lingkungan permukiman yang lebih luas, seharusnya selalu tetap terjaga walaupun luas lahan tanam selalu berkurang karena pembangunan. Selain itu ketergantungan bahan pangan sedapat mungkin dikurangi dari luar daerah, agar kemandirian pangan masyarakat dapat terbina. Dan untuk mendukung pertanian di lingkungan perkotaan yang penduduknya padat, diperlukan berbagai inovasi seperti inovasi lahan, irigasi maupun cara berusahatani dari masyarakat yang produktif misalnya untuk

menanam cabe dan sayuran. Khususnya pada lahan permukiman diperkotaan yang luas lahan terbatas, juga perlu dilakukan usaha tani. Dan untuk menyikapi ketersediaan luas lahan yang kecil sebagai lahan pertanian, maka diperlukan sistem irigasi yang memadai dan efisien dengan kondisi tersebut. Dalam hal ini mungkin penggunaan media lahan *polybag* akan menjadi pilihan, bagi pertanian di lahan yang sempit. Oleh karena itu bagaimana membuat pertanian dan sistem irigasi pada lahan yang sempit, maka perlu dilakukan uji-uji sistem irigasi seperti irigasi tetes dengan rekayasa bentuk lahan, agar nanti hasilnya dapat digunakan oleh masyarakat. Dengan ketersediaan lahan diperumahan yang biasanya sempit,

maka untuk membuat luas tanam yang lebih luas perlu dibuat bertingkat-tingkat dengan *polybag*. Untuk mendukung penggunaan media tanam pada *polybag*, diperlukan campuran antara tanah dan kompos dengan komposisi tertentu sebagai media tanam sebelum dimasukkan ke *polybag*. Hal ini menjadi sangat penting diketahui karena kemampuan resapan air irigasi sampai pada kedalaman tertentu, akan berpengaruh pada efektifitas air sampai ke perakaran mendukung pertumbuhan tanaman.

Menurut Nakayama & Bucks (1986) menyatakan bahwa tujuan utama dari pengairan tetes adalah untuk mensuplai air dan hara kepada tanaman dalam frekuensi tinggi dan volume rendah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan kesuburan dan konsumtifnya.

Menurut Negara & Suwardji (2010) bahwa uji irigasi tetes dripe tipe dan true drip pada tanah pasir menunjukkan bahwa, perbandingan resapan antara arah mendatar terhadap ke dalam tanah adalah sekitar 1-2, jadi peresapan air irigasi arah mendatar 2 kali lebih besar dari pada kedalam tanah pada pipa true drip, sedangkan pada pipa driptipe peresapan air irigasi arah lateral hanya 1.5 kali kedalam resapan arah vertikal ke dalam tanah. Pola aliran tersebut mungkin akan berbeda pada lahan *polybag* karena komposisi kompos dengan tanahnya juga diperkirakan akan juga sehingga sangat perlu diketahui.

Aplikasi irigasi tetes pipa NTF pada usahatani tanaman tomat menunjukkan bahwa, pemberian durasi irigasi 40 menit pada semua fase pertumbuhan tanaman ternyata masih kurang untuk fase generative sampai pematangan buah, sehingga pada fase tersebut masih perlu penambahan durasi (Negara et al., 2020). Sedangkan jika irigasi tetes diberikan pada *polybag* maka kemungkinan akan menunjukkan karakteristik yang berbeda dengan kejadian di lahan hamparan yang luas, sehingga pola irigasi, jenis tanah pada lahan bertingkat perlu diketahui responnya terhadap irigasi agar dapat membantu dalam aplikasi sistem irigasi lebih lanjut.

Menurut Negara, Sulistiyono, et al. (2022), uji sistem irigasi tetes bertingkat dalam kondisi pandemi Covid-19, usahatani pada lahan yang luas membutuhkan banyak interaksi manusia sehingga kurang aman bagi semua masyarakat yang terlibat. Usahatani dengan media lahan *polybag* dengan sistem irigasi tetes diperkirakan dapat membantu masyarakat dilingkungan tersebut, sehingga masyarakat tetap dapat melakukan usahatani di rumah masing-masing untuk membantu ketahanan pangan pada masa-masa pandemi. Uji yang dilakukan terhadap distribusi irigasi tetes, debit, keseragaman dan pola distribusi pada tiap tingkat lahan, pada lahan berukuran 1.5 m x 3 m x 2 m dan jarak antara tingkat 1m dengan pipa tetes pipa NTF 12 mm, diperoleh hasil dimana irigasi tetes bertingkat mampu memberi debit pada lantai 1 (Q1) = 304.4 ml/mnt, lantai 2 (Q2) = 230.8 ml/mnt dan dilantai 3 (Q3) = 147.2 ml/mnt. Debit titik tanam pada lantai 1

(q1) berkisar 12.47ml/mnt -12.89 ml/mnt, pada lantai q2 berkisar 9.5 ml/mnt-9.73 ml/mnt dan lantai q3 sebesar 6.13 ml/mnt. Keseragaman irigasi tetes tiap tingkat besarnya atas 95% termasuk sangat tinggi. Selain itu semakin tinggi tingkatan sistem irigasinya maka kemampuan distribusi irigasi tetes bertingkat semakin menurun.

Selain hal di atas uji irigasi selama 5 menit menunjukkan hasil keseragaman irigasi rata-rata di atas 98% dan deviasi volume irigasi tiap tingkat rata-rata 15 ml, pada penggunaan pipa primer pvc yang semakin kecil diameternya pada jaringan paling bawah. Lugas tanah yang dihasilkan tingkat 1, 2 dan tingkat 3 masing-masing w_1 : 13.4%, w_2 : 5.5% dan w_3 : 3.9%. Dengan kondisi tersebut maka untuk memperoleh volume irigasi yang sama setiap tingkatnya, sebaiknya irigasi tetes dilakukan secara bergiliran dengan durasi yang berbeda. Akan tetapi uji yang dilakukan diameter pipa untuk saluran primer yang sama dari tingkat 3 sampai tingkat 1, diperoleh hasil berupa debit aliran pada tingkat 1, tingkat 2 dan tingkat 3 masing-masing besarnya 822.54 cm³/dt, 107.47 cm³/dt, dan 15.39 cm³/dt. Keseragaman irigasi pada operasional irigasi TSK diperoleh 72.67% dan pada SK sekitar 51.49% sampai 89.34% (Negara, Saidah, et al., 2022). Pada hasil uji ini keseragaman irigasinya sangat rendah.

Jadi berdasarkan fakta ini bahwa dengan penggunaan diameter yang sama, terjadi perbedaan debit aliran yang besar pada masing-masing tingkat, sehingga perlu dihindari dalam sistem irigasi tetes ini. Selain hal di atas bila dilihat hasil lugas tanahnya maka lugas tanah awal sebelum pemberian irigasi pada tanah di *polybag* besarnya berkisar 14%-28% dan setelah pemberian irigasi diperoleh hasil lugas tanah pada lantai satu (w_1) berkisaran 41%-50%, pada lantai dua w_2 sekitar 31% - 45% dan pada lantai tiga (w_3) sekitar 25%-40% (Negara, Saidah, et al., 2022). Jadi dampak pemberian debit yang berbeda akan berpengaruh pada layanan irigasi yang kurang baik pada sistrm irigasi tetes bertingkat tersebut, dan perlu diperbaiki.

Menurut Negara (2008) yang menguji irigasi tetes pipa pvc seri menunjukkan hasil bahwa, pada kondisi aliran laminar ternyata irigasi tetes ini belum mampu memberikan keseragaman tetesan pada tiap-tiap lubang tetesnya. Dengan tekanan aliran yang rendah belum mampu memberikan tekanan seragam pada lubang-lubang aliran pipa, kehilangan energi akibat gesekannya belum teratur dan berpengaruh pada besarnya tetesan pada tiap-tiap lubang pipa.

Dengan adanya kelemahan penggunaan pipa pvc maupun pipa *netafim* (NTF) pada distribusi volume irigasi dan keseragamannya jika digunakan sebagai pipa tetes sistem bertingkat, maka jika ke dua jenis pipa itu dirancang secara kombinasi dalam sistem irigasi bertingkat, kemungkinan akan memberikan keandalan tertentu yang memperbaiki kinerja sistem irigasi bertingkat. Dan oleh karena itu penggunaan pipa pvc

dan NTF perlu diuji secara detail agar diperoleh distribusi irigasi lebih merata dan keseragaman irigasi sangat baik.

Irigasi tetes adalah sebuah teknik irigasi yang berguna untuk menjaga kelembaban tanah dalam kondisi optimal dengan efisiensi pemakaian air sebesar 90-95%, karena dengan menggunakan teknik ini air yang digunakan sangat minimal untuk mengurangi evaporasi, aliran permukaan dan perkolasi, masalah utama dari teknik ini adalah jadwal pemberian air dan jumlah air yang diberikan sebab kebutuhan air setiap tanaman akan berbeda. Irigasi tetes merupakan cara pemberian air dengan jalan meneteskan air melalui pipa-pipa di sekitar tanaman atau sepanjang larikan tanaman. Disini hanya sebagian dari daerah perakaran yang terbasahi tetapi seluruh air yang ditambahkan dapat diserap cepat pada keadaan kelembaban tanah rendah. Jadi keuntungan cara ini adalah penggunaan air irigasi yang sangat efisien. Nilai ekonomis air dengan menggunakan irigasi tetes lebih baik dibandingkan dengan irigasi permukaan. Menurut Widiastuti & Wijayanto (2018), karena efisien air maka kelayakan irigasi tetes pada budidaya tanaman buah naga di lahan kering dilakukan uji dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem irigasi tetes layak diterapkan pada budi daya tanaman buah naga di lahan kering. Oleh karena hal tersebut maka irigasi tetes juga diadopsi dalam irigasi tanaman dengan sistem bertingkat karena efisien terhadap penggunaan air.

Nilai keseragaman tetesan (*emission uniformity*) dapat dihitung dengan persamaan Christiansen (1942) dalam Negara & Suwardji (2010)

Table 1. Kriteria Tingkat Keseragaman Tetesan Sistem Irigasi Tetes menurut ASAE

Kriteria	Statistical Uniformity (SU)	Coefficient of Uniformity (CU)
Sangat Baik	95%-100%	94%-100%
Baik	85%-90%	81%-87%
Cukup Baik	75%-80%	68%-75%
Jelek	65%-70%	56%-62%
Sangat Jelek	<60%	<50%

Negara et al. (2021) telah meneliti pengaruh kemiringan lereng lahan yang diwakili oleh kemiringan pipa transmisi irigasi tetes dengan beberapa variasi kemiringan, terhadap koefisien keseragaman irigasi tetes. Penelitian yang menggunakan jaringan irigasi tetes PVC, jarak lubang tetes 60 cm dengan diameter 0,5 mm, serta pipa jaringan transmisi menggunakan PVC Ø1/2-inci. Variasi kemiringan (α) pipa transmisi ujinya 10°, 20°, 30° dan 40° dan variasi tinggi air dalam tangki 20 cm, 30cm, dan 40cm, dengan waktu uji tetesnya 1, 3 dan 5 menit. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa pada kemiringan lereng pipa transmisi 10°-20° dan head 30cm-40cm diperoleh performa terbaik dari jaringan irigasi tetes tersebut, dengan koefisien keseragaman irigasi tetes di atas 80%. Selain itu grafik regresi antara variasi lereng pipa transmisi dan distribusi aliran irigasi tetes memiliki regresi polynomial hubungan dengan nilai R rata-rata 0.6–0.99.

Berdasarkan hasil uji tersebut bahwa pada uji irigasi tetes bertingkat belum mengarah pada kondisi pipa lateral yang berlereng, sehingga untuk pengembangan lebih lanjut pada lahan yang terbatas masih memungkinkan pada tingkat uji.

Menurut Yanto et al. (2014) pengujian kinerja irigasi tetes menggunakan emitter tipe tongkat untuk mengatur emitor sebanyak 315 dalam mengairi kembang kol yang dibudidayakan pada rumah kaca. Hasil ujinya menunjukkan bahwa keseragaman emisi yang diperoleh pada sistem tersebut hanya 64.49% untuk aliran gravitasi, dan 61.46% untuk aliran pemompaan. Dimana nilai tersebut masih dibawah rekomendasi yaitu 75% - 86%. Jadi pada sistem irigasi tetes tipe tongkat keseragaman emisi yang diperoleh dalam sistem masih lebih rendah dari hasil uji irigasi tetes bertingkat yang pernah dilakukan.

Selain itu Adhiguna & Rejo (2018), penerapan teknologi irigasi tetes dalam mengoptimalkan efisiensi penggunaan air lahan pertanian, menunjukkan bahwa pengendalian air secara otomatis pada irigasi tetes dapat dilakukan karena sector elektrikal dan penggunaan sensor pada kondisi aktual dapat memerintahkan pompa untuk menyedot dan mendorong air dari sumber air ke zone perakaran. Pengendalian air secara otomatis pada irigasi tetes dapat sebagai terobosan baru untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air pada zone perakaran tanaman melalui kondisi aktual level kelengasan tanah pada lahan pertanian.

Menurut Ridwan (2013), uji model irigasi tetes berbasis bahan lokal untuk pertanian lahan sempit menunjukkan hasil bahwa jaringan irigasi yang diuji mempunyai kinerja baik dengan nilai keseragaman 85.88% dan dengan biaya jauh lebih murah sekitar 56.70% dari irigasi tetes berbahan standar pabrik. Penggunaan irigasi ini layak dan potensial diterapkan pada lahan pertanian kurang dari 1000 m², dengan pola irigasi bergiliran.

Untuk irigasi tetes bertingkat, luas lahan yang digunakan sangat sempit yaitu sekitar 10 m² dengan pola irigasi dapat bergiliran atau bersamaan tergantung pola tanam yang digunakan.

Menurut Idrus (2013), telah menguji rancangan sistem irigasi tetes tipe orifice tanpa pompa untuk salad (*lactuca sativa l.*) dengan sistem hidroponik pada rak tanaman, dan (2) menguji kinerja efisiensi irigasi tipe irigasi tetes tanpa *orifice* tanpa pompa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa irigasi tetes tipe *orifice* tanpa pompa memberikan efisiensi distribusi nutrisi air

sebesar 87.26%, efisiensi penggunaan nutrisi air sebesar 75.61%, dan rata-rata produksi salad sebesar 130.31 g/tanaman, dan produktivitas nutrisi air. Jadi sistem irigasi tersebut di atas mempunyai kemiripan dengan sistem irigasi tetes bertingkat karena menggunakan sistem rak dan hasilnya terbukti memberikan keseragaman yang baik dan efisien dalam penggunaan nutrisinya.

Menurut Witman (2021) bahwa teknik irigasi tetes 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.

Menurut Negara & Saidah (2021) yang telah menguji irigasi pengaruh variasi jarak pipa lateral tetes pada jaringan irigasi tetes lahan datar pada variasi jarak pipa tetes lateral 0.3 m; 0.5 m, 0.7 m, dan 1 m terhadap keseragaman irigasi tetes dengan durasi irigasi 5 menit. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil koefisien keseragaman irigasi berkisar 94%-100% dan termasuk kategori baik. Koefisien keseragaman irigasi tertinggi diperoleh pada jarak antar pipa lateral tetes 0.3 m dan dengan debit aliran 0.46 l/dt yaitu sebesar 97.6%. Sedangkan pada jarak pipa lateral tetes 1m dan dengan debit aliran 0.30 l/dt diperoleh hasil nilai koefisien keseragaman irigasi sebesar 94.6%. Selain itu semakin besar jarak pipa lateral, semakin besar debit yang dibutuhkan untuk mencapai CU jumlah 95% ke atas.

Jadi berdasarkan hasil kajian tersebut bahwa jarak antara pipa lateral tetes sangat berpengaruh pada keseragaman distribusi irigasi tetes. Oleh karena itu pada uji irigasi tetes sistem bertingkat variasi jarak antara pipa lateral tidak dapat dilakukan karena terbatasnya ruang yang tersedia. Oleh karena itu ketersediaan ruang akan menjadi pembatas pembuatan jaringan irigasi tetes bertingkat.

Selain itu penggunaan pipa pvc untuk irigasi tetes pada lahan kering Pringgabaya menunjukkan hasil keseragaman irigasi tetes 72% dengan debit sistem irigasi tetes yang digunakan sebesar 0.0452 m³/menit Negara et al. (2013). Akan tetapi aplikasi irigasi tetes pipa NTF pada usahatani tanaman tomat di lahan kering Desa Salut dengan durasi 40 menit untuk fase pertumbuhan tanaman sudah cukup sedangkan untuk fase pematangan buah, masih diperlukan penambahan durasi yang lebih dari 40 menit (Nurrahmawati, 2018), jadi jika aplikasi pipa NTF pada *polybag* mungkin akan menunjukkan karakteristik yang berbeda, karena dilahan kering klimatologinya

berbeda dengan daerah perumahan sehingga juga perlu menjadi bahan pertimbangan dalam aplikasi tetes.

Kaitannya dengan tanah untuk lahan tanam jaringan irigasi tetes bertingkat, maka dalam penggunaan *polybag* tentunya perlu dilakukan penyiapan kompos dan tanah dengan komposisi tertentu sebagai pengisi media tanam. Oleh karena itu pola penyiapannya akan berbeda dengan di lahan kering hamparan. Pada penyiapan lahan tanam pada *polybag* diperlukan komposisi tanah terhadap kompos sebagai penyediaan unsur hara tanaman dan sebagai bahan kajian sebatas kemampuan peresapan air irigasi sebagai informasi awal pada sistem irigasi tetes bertingkat.

Selain itu berkaitan dengan resapan air irigasi tetes pada lahan berupa tanah pada *polybag*, hal ini akan terkait erat dengan ketersediaan lengas tanah yang bisa diberikan oleh sistem irigasi tetes. Kalau pada kondisi lahan berupa hamparan lahan kering Pringgabaya Lombok Timur perlu digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penyiapan lahan tanam berupa *polybag*.

Menurut Negara et al. (2014) uji yang dilakukan pada lahan berukuran 4 m x 12 m, sistem irigasi menggunakan pipa pvc 1" dilengkapi flow meter dan elevasi muka air dari lahan sekitar 5 m. Jarak titik amiter irigasi tetes sebesar 60 cm dan jarak antara pipa tetes 70 cm. Ukuran lahan penelitian 5m x 5 m dan pipa untuk jaringan irigasi dengan diameter 1", 1/2" dan 3/4". Pengujian irigasi dilakukan dengan durasi 10 menit, 15 menit, 25 menit dan 45 menit. Uji yang dilakukan menghasilkan data debit keluaran irigasi, keseragaman tetes, perubahan lengas tanah dan tinjauan kedalaman basahan, menunjukkan hasil irigasi yang dapat memberikan kelengasan tanah lebih besar dari lengas tanah lapangan yaitu sebesar 28%, dengan kelengasan tanah sebelum diberi irigasi yang berkisar 23%-27% pada kedalaman tanah 10 cm, kelengasan sebesar 16.8%-24.3% pada kedalaman tanah 20 cm dan kelengasan sebesar 20.8%-25.6% pada kedalaman 30 cm. Lengas tanah capaian setelah irigasi tetes besarnya beragam yaitu pada kedalaman tanah 10 cm diperoleh 36%-42.3%, pada kedalaman tanah 20 cm diperoleh lengas tanah 37.8%-42.3% dan kedalaman 30 cm diperoleh lengas 33.7%-43.62%. Besarnya penambahan lengas setelah diberi irigasi untuk masing-masing kedalaman yang ditinjau adalah untuk kedalaman 10 cm diperoleh penambahan terhadap SP sebesar 12%-15% , untuk kedalaman 20 cm diperoleh sekitar 13.4%-25.5% dan untuk kedalaman 30 cm diperoleh 7.85%-23 %. Perubahan lengas tanah yang terjadi terhadap perubahan durasi yang diberikan masih menunjukkan nilai yang rendah dan sangat variatif.

Jadi dengan hasil uji di atas untuk kedalaman tanah pada *polybag* yang sangat dangkal dibandingkan dengan kondisi di hamparan, maka perlu dibuat rancangan komposisi tanah terhadap kompos sebagai cadangan nutrisi tanaman dalam penggunaan irigasi

tetes bertingkat. Karena besarnya lengas tanah yang dapat diberikan irigasi atau yang menjadi capaian irigasi sangat tergantung pada komposisi campuran tanah dari *polybag* tersebut.

2 METODOLOGI

2.1 Bahan Penelitian

Tahap penelitian ini mencakup persiapan material pipa pvc 1/4", pipa NTF 12 mm, bambu, *polybag* 35 cm, drum kapasitas 200 liter, pipa NTF, konektor pipa NTF dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan pada Gambar 2 adalah amiter untuk pipa tetes pvc.



Gambar 1. Pipa NTF dan Konektor

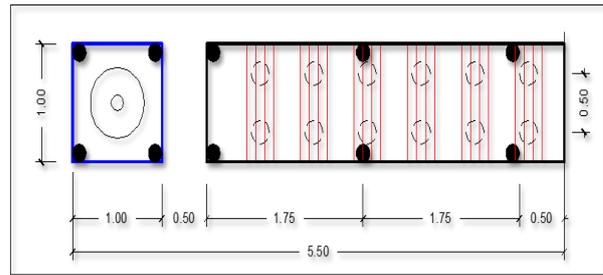


Gambar 2. Amiter

Spesifikasi amiter yang digunakan pada pipa tetes pvc, kepala driper bisa diputar, dripe putar 8 lubang, dapat diputar sesuai kebutuhan, tekanan 1-2.5 bar, debit air sebesar 0.5 -1.5 l/m, radius 0.5 – 2 meter, siramnya 360 drajat.

2.2 Rancangan Irigasi Tetes Bertingkat

Rancangan irigasi tetes terdiri dari jaringan irigasi pembawa primer dan 3 sekunder. Irigasi tetes disambungkan ke pipa tersier sebanyak 2 buah. Penyambungan pipa NTF ke jaringan tersier menggunakan konektor dan jarak lubang tetes 60 cm. Gambar denah jaringan irigasi tetes bertingkatnya ditunjukkan pada Gambar 3, dengan visualnya pada Gambar 4.



Gambar 3. Jaringan Irigasi Tetes Tampak Atas



Gambar 4. Visual Jaringan Irigasi Tetes

Rangka tower tingginya sekitar 3.5 m dan memanfaatkan air sumur warga dan PDAM yang ada. Visual irigasi tetes tampak atas ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Visual Tetes PVC Tampak Atas

2.3 Komposisi tanah pada *polybag*

Bahan pengisi *polybag* sebagai media tanam digunakan campuran tanah dengan kompos dengan perbandingan 70% tanah dan 30% kompos, ke dua 50% tanah dan 50% kompos dan komposisi ke tiga 30% tanah dan 70% kompos. Komposisi tersebut diperlukan agar kemampuan resapan air irigasi pada tanah dengan durasi, untuk tertentu mendukung pemberian irigasi tanaman.

2.4 Tahap Pengujian

2.4.1 Volume irigasi

Pengujian volume irigasi dilakukan dengan cara menampung aliran air yang keluar dari pipa distribusi masing-masing tingkat dengan ember penampung sampai penuh dan waktunya dicatat. Pengukuran volume aliran irigasi digunakan alat berupa sebuah ember seperti pada Gambar 6, dengan ukuran diameter atas 17 cm dan bawah 15 cm seperti berikut:



Gambar 6. Dimensi Alat Penampung Aliran

Dari pengukuran dimensi ember penampung didapatkan diameter 17 cm dengan tinggi 21 cm. Kemudian volume dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot h \dots\dots\dots (1)$$

dengan, D = diameter ember, h=tinggi ember.

Pengukuran satu data volume aliran masing-masing jaringan tingkat, dilakukan uji sebanyak tiga kali uji, kemudian volume yang diperoleh dirata-ratakan dan diambil satu data sebagai data hasil uji.

2.4.2 Pengukuran debit aliran

Uji debit aliran jaringan pipa dari masing-masing tingkat juga dilakukan tiga kali pengujian tiap pengujian dan kemudian diambil nilai rata-ratanya sebagai satu data hasil uji. Pengujian debit dilakukan dengan membagi volume aliran tertampung dengan waktu penampungan, dengan satuan volume persatuan waktu. Untuk menghitung kecepatan aliran yang terjadi didalam pipa digunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 2012):

$$V = Q/A \dots\dots\dots (2)$$

dengan, V : volume wadah (m³), Q : debit aliran (m³/det), A : luas penampang pipa (m²).

2.4.3 Uji keseragaman irigasi (CU)

Setelah jaringan siap kemudian aliran air dari tangki irigasi dijalankan, dan dilanjutkan dengan pemasangan gelas plastik di bawah titik lubang tetes untuk penampung aliran irigasi tetes. Kemudian jika gelas penampung aliran irigasi tetes ada yang terisi penuh air, maka aliran irigasi tetes dihentikan. Kemudian volume air tetes yang tertampung diukur dengan gelas ukur dan data yang diperoleh dicatat sebagai data irigasi. Uji ini dilakukan sebanyak 3 kali

pengujian dan volume yang diperoleh diambil rata-ratanya dan kemudian dihitung besarnya CU yang diperoleh dengan rumus Christiansen (1942) untuk mengetahui besarnya koefisien keseragaman irigasi tetes, dengan persamaan:

$$Cu = 100 - \left(1 - \frac{\sum^{i=n} |Xi - X|}{X.n}\right) \dots\dots\dots (3)$$

dengan, CU =koefisien keseragaman (%), Xi =data hasil tampungan air irigasi (ml), X = nilai rata-rata hasil tampungan air irigasi, n= jumlah titik observasi.

Demikian seterusnya dilakukan untuk pengujian keseragaman irigasi tetes pada masing-masing tingkat.

2.4.4 Uji kedalaman resapan irigasi tetes.

Uji resapan irigasi dilakukan terhadap semua variasi tanah yang diuji, untuk mengukur kedalaman irigasi yang dicapai oleh irigasi tetes pada durasi tertentu. Uji dilakukan dengan menancapkan pipa pvc 0.5” kedalam tanah pada *polybag* yang telah diberi irigasi dengan durasi tertentu, kemudian pipa di cabut dan kemudian diukur kedalaman resapan air irigasi sepanjang pipa tersebut. Besarnya kedalaman resapan yang diperoleh merupakan ukuran kedalaman irigasi yang capai irigasi tetes dengan durasi tertentu. Uji kedalaman resapan irigasi tetes dilakukan sebanyak tiga kali uji tiap-tiap variasi tanah, hingga mencapai kedalam tanah maksimum pada *polybag*.

2.4.5 Analisis Data

Data-data yang dianalisis dalam tahap ini adalah data keseragaman irigasi, kedalaman resapan irigasi dan volume irigasi. Hasil analisis dipresentasikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dibahas dan dikaitkan dengan pustaka dalam pengambilan kesimpulan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Irigasi Tetes NTF dan PVC Sistem Bertingkat

Uji irigasi tetes adalah untuk mengetahui distribusi volume air irigasi pada tiap-tiap titik tetes, gunanya adalah untuk memastikan distribusi air irigasinya sama pada tiap-tiap lubang tetes pada tiap-tiap tingkat. Selanjutnya hasil uji distribusi aliran irigasi tetea pada tiap-tiap tingkat jaringan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil uji irigasi tetes pipa NTF sistem bertingkat dapat dilihat pada Tabel 1, dan berdasarkan hasil uji tersebut diketahui bahwa masih terjadi perbedaan hasil distribusi air irigasi yang diperoleh oleh masing-masing tingkat lahan dan besar perbedaannya sekitar 20 ml seperti Tabel 2. Perbedaan volume irigasi yang diperoleh tersebut menunjukkan tidak samanya hasil irigasi pada tiap-tingkat dan perlu ditekan sekecil, agar irigasi dapat membrikan air irigasi dengan jumlah yang sama pada semua titik tanam. Oleh karena itu perlu sistem irigasi harus mampu memberikan volume yang sama pada tiap-tiap tingkat

lahan untuk mendukung pemberian irigasi ke tanaman menjadi efisien.

Tabel 2. Distribusi Irigasi Tetes NTF Rata-Rata

Vol Tangki (lt)	Vol L1 (ml)	Vol L2 (ml)	Vol L3 (ml)
200	70	50	30
150	60	40	20
100	50	30	15
50	45	25	10

Memperhatikan kelemahan penggunaan pipa NTF pada sistem irigasi tetes bertingkat dimana semakin tinggi tingkatan sistem irigasinya maka distribusi irigasinya semakin menurun dengan deviasi sekitar 2.5 ml/mnt-3.5 ml/mnt (Negara, Sulistiyono, et al., 2022). Selanjutnya untuk memperbaiki kemampuan irigasi bertingkat tersebut maka dilakukan uji yang menggunakan kombinasi antara pipa pvc dan NTF dimana pipa pvc untuk irigasi pada lantai 3 menggunakan emitter, dan pipa NTF pada lantai 1 dan lantai 2. Kemudian dalam hasil uji sistem irigasi tersebut diperoleh hasil seperti Tabel 3.

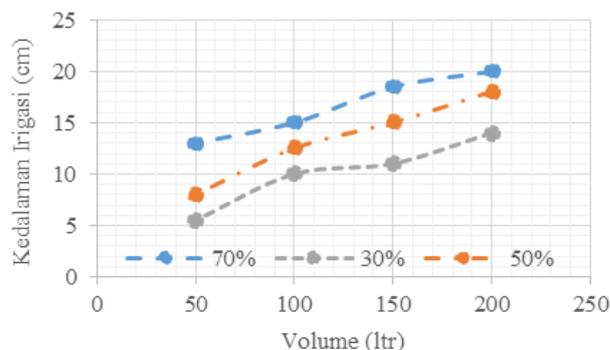
Tabel 3. Irigasi Tetes Pipa PVC dan NTF

Vol (lt)	Vol L1 (ml)	Vol L2 (ml)	Vol L3 (ml)
200	70	68.47	68.19
150	60	58.75	59.17
100	50	48.33	48.75
50	45	43.33	43.75

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 3, diketahui adanya peningkatan distribusi air irigasi yang sangat besar dalam penggunaan pipa pvc pada jaringan irigasi tetes bertingkat, dibandingkan dengan hasil uji pada pipa NTF Tabel 2. Penurunan deviasi irigasi atara tingkat jaringan irigasi tetes akibat penggunaan pipa pvc yang pada masing-masing tingkat kisarannya sebesar 2 ml-3 ml saja dari 20 ml. Jika deviasi 20 ml ini dikurangi dengan 2 ml saat penggunaan pvc ber amiter maka diperoleh selisih 18 ml, dan jika nilai tersebut dipersentasekan terhadap 20 ml maka diperoleh peningkatan volume irigasi sekitar 85% pada tiap tingkat. Dengan hasil tersebut maka penggunaan pipa pvc ber emitter dapat meningkatkan kemampuan irigasi tetes bertingkat. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian amiter pada pipa tetes pvc sangat diperlukan pada sistem irigasi tetes bertingkat, agar penggunaan pipa NTF pada sistem irigasi tetes bertingkat dapat memberikan layanan optimal pada tanaman.

3.2 Kedalaman Irigasi Tetes Pipa NTF

Kedalaman irigasi merupakan poin penting dalam pemberian irigasi tetes, khususnya untuk irigasi lahan kering apalagi menggunakan media tanam *polybag*. Oleh karena itu pada Gambar 7 dapat dilihat kedalaman capaian irigasi yang diperoleh pada uji tiga variasi tanah dalam *polybag*.



Gambar 7. Hubungan Kedalaman Irigasi NTF terhadap Volume Tangki

Berdasarkan hasil analisis di atas diketahui bahwa ada pengaruh variasi tanah dan kompos terhadap kedalaman resapan irigasi, dimana jika porsi tanah semakin besar maka resapan irigasi yang dihasilkan semakin besar dalam. Kemudian ditinjau terhadap semua variasi volume tangki yang diuji diketahui bahwa resapan irigasi tertinggi diperoleh pada komposisi tanah 70% terhadap kompos pada semua variasi volume tangki, dengan nilai 13cm, 15cm, 17cm dan 20 cm. Sedangkan pada 30% komposisi tanahnya diperoleh kedalaman resapan irigasi yang paling rendah yaitu 5 cm, 10 cm, 12 cm, dan 14 cm. Jadi untuk semua variasi tanah menunjukkan bahwa semakin besar volume tangkinya maka ke dalaman resapan yang dicapai akan semakin besar.

Jika dibandingkan dengan hasil uji (Negara & Suwardji, 2010) dan dianggap kemampuan resapan mendatarnya 1.5 kali dari resapan arah vertikalnya ini pada tanah pasiran, jika pada kasus pengujian di lahan *polybag* diasumsikan sama dengan hasil uji tersebut maka pada kedalaman resapan 5 cm akan terjadi resapan horisontalnya sebesar 7.5 cm. Dan jika dianggap resapan mendatarnya terjadi 2 kalinya terhadap ke dalam tanah, maka untuk resapan hasil uji ini 5 cm besar diperoleh resapan mendatarnya 10 cm. Kondisi ini menggambarkan bahwa pada resapan tercapai 10 cm sampai 15 cm, dimana permukaan tanah pada *polybag* telah terbasahi seluruhnya dan pada kondisi ini akan terjadi resepan optimal dari irigasi tetes.

3.3 Kedalaman Irigasi Tetes Pipa PVC dan NTF

Ujui kedalaman irigasi pada penggunaan pipa NTN dan PVC dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tabel tersebut ditunjukkan hasil uji kedalaman irigasi atau

kedalaman resapan pemberian irigasi tetes pada lahan berupa *polybag* dengan tiga variasi campuran tanah 70%, 50% dan 30% tanah dengan campuran kompos 30%, 50% dan 70%. Hasil uji resapan yang dicapai irigasi pada lantai 1 (L1) lantai 2 (L2) dan pada lantai 3(L3) untuk jaringan irigasi tetes pipa NTF dan pipa pvc beramitter dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil uji tersebut pada volume tangki 200 ltr diperoleh kedalaman irigasi maksimum pada 70% tanah kedalam 10 cm, pada 50% tanah diperoleh kedalaman irigasi 12 cm dan pada 30% tanah diperoleh sebesar 15 cm. Sedangkan kedalaman irigasi minimumnya pada komposisi tanah 70%, 50% dan 30% diperoleh hasil pada masing-masing komposisi besarnya 6 cm, 7.5 cm dan 10 cm.

Tabel 4. Kedalaman Irigasi Tetes Pipa NTF dan PVC

Vol (lt)	Lantai 1 NTF (70:30)	Lantai 2 NTF (50:50)	Lantai 3 PVC (30:70)
200	10	12	15
150	8	9.5	13
100	8	9	12
50	6	7.5	10

Berdasarkan hasil uji pada tabel di atas diketahui bahwa kedalaman resapan yang paling besar diperoleh pada pipa tetes PVC dengan amiter, sedangkan pada pipa tetes NTF besar resapannya masih lebih rendah. Selain itu pengaruh variasi volume tangki juga memberi pengaruh pada hasil kedalaman resapan irigasi tetes, dimana pada volume tangki yang semakin besar diperoleh kedalaman resapan irigasi semakin besar dan semakin menurun jika volume tangkinya semakin berkurang. Kedalaman irigasi tertinggi diperoleh pada penggunaan campuran tanah dengan kompos perbandingan 30%:70% kompos, sedangkan pada penggunaan 70% tanah dan 30% kompos kedalaman irigasi yang dicapai paling rendah. Jadi dengan demikian campuran tanah dan kompos sangat berpengaruh pada kedalaman irigasi, dimana semakin besar porsi tanahnya yang digunakan pada *polybag* maka kemampuannya meresap kedalam tanah dari air irigasi tetes akan semakin rendah dan sebaliknya jika porsi komposnya semakin tinggi maka kemampuan resapan air irigasi tetes yang diberikan akan semakin besar ke dalam tanah. Walaupun demikian dalam mendukung pertumbuhan tanaman dalam *polybag*, tentunya porsi tanah minimal yang diperlukan perlu diketahui, sedangkan pada uji ini belum meninjau sampai sejauh itu karena uji ini hanya merupakan gambaran awal tentang resapan yang terjadi pada tiga variasi campuran tanah dengan kompos. Perbedaan kedalaman irigasi yang dihasilkan antara lantai 1 sampai lantai 3 sekitar 3 cm termasuk cukup besar untuk ukuran lahan tanam pada *polybag*, sehingga

perlu diperbaiki. Untuk memperoleh kedalaman irigasi yang mendekati sama, kemungkinan aliran air pada lantai 3 perlu diatur amiternya sehingga keluarnya air dapat diturunkan untuk menghasilkan kedalam irigasi yang sama. Jadi dengan adanya amiter hal tersebut masih dapat dilakukan dalam sistem irigasi bertingkat.

3.4 Kedalaman Irigasi Tetes Pipa NTF

Hasil uji kedalaman irigasi atau kedalaman resapan irigasi tetes pada penggunaan pipa tetes NTF dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji pada tabel tersebut, diketahui adanya kecenderungan hasil kedalaman irigasi yang berbeda kaitannya dengan komposisi campuran tanah dengan kompos. Secara umum dapat disimpulkan bahwa kedalaman irigasi pada 70% tanah dan 30% kompos diperoleh kedalaman irigasi yang paling tinggi sebesar 10 cm. Kedalaman irigasi yang diperoleh akan semakin menurun jika porsi tanah pada *polybag* semakin berkurang seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kedalaman Irigasi Tetes NTF

Vol (lt)	Lantai 1 (70:30) (cm)	Lantai 2 (50:50) (cm)	Lantai 3 (30:70) (cm)
200	10	8	7
150	8.5	7	6
100	8	6	5
50	6	4	3

Kedalaman irigasi yang dihasilkan pipa tetes NTF pada kondisi volume tangki 200 liter hanya 10 cm dan kedalaman irigasi pada volume 50 liter nilainya sebesar 3 cm. Jadi kalau dibandingkan dengan hasil uji pipa tetes PVC beramiter maka hasil uji pipa NTF termasuk masih jauh lebih rendah, baik pada volume tangki tertinggi maupun terendah. Dengan hasil uji tersebut telah menunjukkan bahwa penggunaan amiter pada pipa PVC dapat memperbaiki kinerja irigasi tetes bertingkat pipa NTF.

3.5 Keseragaman Irigasi Tetes NTF dan PVC

Hasil analisis keseragaman irigasi tetes pvc dan NTF yang dianalisis menggunakan Persamaan 2, ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai CU Irigasi Tetes NTF dan PVC

Lantai 1 (%)	Lantai 2 (%)	Lantai 3 (%)
100	94.27	96.47
100	91.78	93.93
80.84	91.97	94
100	91.02	86.1

Berdasarkan hasil analisis data keseragaman irigasi tetes di atas, maka nilai rata-rata keseragaman irigasi CU untuk tiap-tiap lantai diperoleh sebagai berikut. Untuk jaringan irigasi pada lantai 1 diperoleh CU 95.21%, pada lantai 2 sebesar 92.26% dan pada lantai 3 sebesar 92.62%. Sedangkan besarnya keseragaman irigasi tetes secara keseluruhan diperoleh sebesar 93.36% dan termasuk sangat baik. Dengan kondisi tersebut maka sistem irigasi ini sangat layak digunakan untuk irigasi tanaman karena keseragamannya maupun besarnya volume irigasi yang terdistribusi pada masing-masing tingkat kemampuannya sangat baik dengan deviasi sangatlah kecil sekitar 2 ml saja (Tabel 3), dengan demikian sistem irigasi yang diujisebanarnya sudah dapat digunakan untuk uji pada tanaman. Jika dibandingkan dengan hasil uji sistem irigasi bertingkat menggunakan pipa NTF pada (Tabel 2) bahwa keseragaman yang diperoleh sangat tinggi yaitu 98% ke atas untuk setiap tingkat jaringan irigasinya, seperti pada Tabel 7.

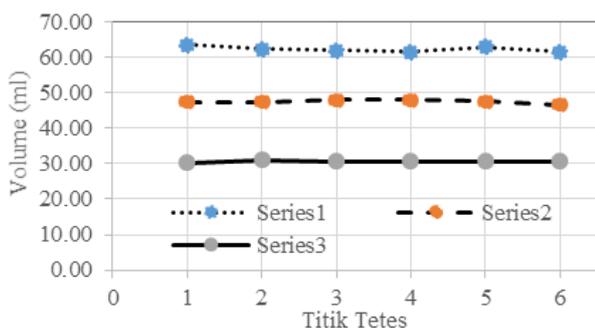
Tabel 7. CU Irigasi Tetes Pipa NTF

Posisi Lantai	Tanpa Kran (%)	Kran (%)
1	98.96	98.07
2	98.73	98.46
3	98.76	98.9

Akan tetapi kalau ditinjau besar distribusi volume air irigasinya pada tiap tingkat jaringannya deviasinya masih tinggi yaitu sekitar 20 ml, dan kondisi ini yang harus dihindari dalam irigasi tetes karena air irigasi harus dapat diberikan dalam jumlah yang sama pada tiap titik tetes dan dalam waktu yang sama di semua jaringannya.

3.6 Volume Irigasi Tetes

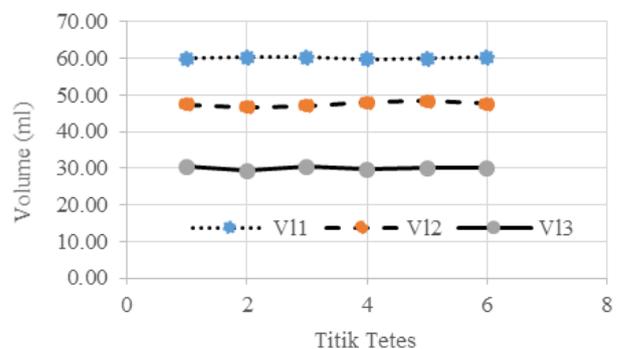
Distribusi irigasi tetes NTF dengan penggunaan pipa PVC tanpa amiter pada jaringan tingkat 3, menunjukkan hasil seperti Tabel 3. Untuk mengetahui distribusi air irigasi pada tiap tingkat lahan polanya dapat ditunjukkan seperti pada grafik Gambar 8.



Gambar 8. Distribusi Irigasi Tetes Bertingkat

Untuk kondisi irigasi pengalirannya yang diatur kran menunjukkan ada perbedaan volume hasil irigasi pada masing-masing titik tetes yang masih tinggi, dengan volume rata-rata paling tinggi diperoleh pada lokasi lantai 1 sebesar diatas 60 ml dan posisi jaringan irigasinya paling bawah dan dengan tekanan air tangkinya paling besar. Sedangkan pada lantai 2 dan lantai 3 dimana tekanan airnya lebih rendah diperoleh volume irigasi sekitar 30 ml dan 50 ml. Berdasarkan kondisi tersebut deviasi volume irigasi rata-rata masing-masing lantai diperoleh sekitar 16 ml termasuk masing tinggi.

Selanjutnya pada Gambar 9 ditunjukkan grafik distribusi volume irigasi yang operasionalnya tidak diatur menggunakan kran. Kecenderungan distribusi irigasinya hampir serupa dan hanya saja distribusinya pada tiap-tiap titik tetes lebih merata, jika dibandingkan dengan yang diatur kran.



Gambar 9. Distribusi Volume Irigasi Tanpa Kran.

Untuk kondisi pengaliran irigasi nya yang dilakukan bersamaan antara lantai 1 sampai lantai 3, menunjukkan volume hasil irigasi pada masing-masing titik tetes, dan rata-rata volume paling tinggi diperoleh pada lokasi lantai 1 paling bawah dan pada lantai 2 dan 3 dengan besar volumenya semakin menurun. Deviasi volume irigasi rata-rata yang diperoleh antara tingkat sekitar 15 ml, jadi terdapat ketimpangan pemberian air irigasi diantara masing-masing lantai lahan irigasi.

Berdasarkan Gambar 8 dan 9 dapat diketahui terdapat perbedaan volume irigasi yang dihasilkan pada tiap-tiap tingkat jaringan irigasi tetes yang sangat besar, sehingga dalam aplikasinya jaringan irigasi perlu dilengkapi dengan amiter pada pipa tetes PVC agar distribusi volume irigasinya dapat ditekan sekecil mungkin.

4 KESIMPULAN

Irigasi tetes pvc dan NTF dapat menurunkan deviasi volume irigasi tiap tingkat jaringan menjadi 2 ml dari 20 ml dengan peningkatan volume irigasi tiap tingkat sekitar 85%. Pada irigasi tetes NTF dan komposisi tanah 70%, di peroleh kedalaman irigasi maksimum sekitar 13cm- 20cm dan kedalaman irigasi minimum pada 30% tanahnya berkisar 5cm -14cm.

Untuk uji pada irigasi tetes NTF dan PVC beramiter diperoleh kedalaman irigasi tertinggi pada 30% tanah sebesar 10 cm-15 cm, sedangkan kedalaman irigasi minimum diperoleh pada tanah 70% berkisar 6 cm-10 cm. Keseragaman irigasi tetes bertingkat pipa pvc dan NTF diperoleh rata-rata 95% dengan distribusi volume irigasi yang lebih merata. Perlu dilakukan uji irigasi tetes bertingkat dengan beberapa jenis tanaman. Perlu penerapan pola irigasi yang berbeda untuk jenis tanaman masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiguna, R. T., & Rejo, A. (2018). Teknologi Irigasi Tetes dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018*.
- Idrus, M. (2013). Disain Irigasi Tetes Tipe Orifis Tanpa Pompa Untuk Tanaman Slada Secara Hidroponik Pada Rak-Rak Bertingkat. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 5(1), 46–54.
- Nakayama, F. S., & Bucks, D. A. (1986). Trickle irrigation for crop production. In *Development in agricultural engineering* 9. Elsevier.
- Negara, I. D. G. J. (2008). Pengaruh Jarak Lubang Pipa Terhadap Keseragaman Aliran pada Sistem Irigasi Tetes Pipa Seri. *Jurnal Rekayasa*, 9(1).
- Negara, I. D. G. J., Budianto, M. B., Supriyadi, A., & Saidah, H. (2020). Analisis Kebutuhan Air Tanaman Dengan Metode Caoli Pada Tanaman Tomat dengan Irigasi Tetes di lahan Kering Lombok Utara. *GANEC SWARA*, 14(1), 419–425. <https://doi.org/10.35327/gara.v14i1.116>
- Negara, I. D. G. J., & Saidah, H. (2021). True drip Irrigation performance on discharge variation and distance of lateral pipes. *Proceeding ICST*, 363–371.
- Negara, I. D. G. J., Saidah, H., Sulistiyono, H., Supriyadi, A., & Dwiamoro, F. R. (2021). Analysis of The Effect of Transmission Pipe Slope to PVC Pipe Drip Irrigation Flow. *The 2nd International Seminar on Civil and Environmental Engineering (2nd ISCEE) 2021*, 6–8.
- 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. *GANEC SWARA*, 16(2), 1608–1615. <https://doi.org/10.35327/gara.v16i2.326>
- Negara, I. D. G. J., Saidi, Y., & Putra, I. B. G. (2013). *Pemanfaatan Energi Matahari Dalam Pemompaan Air Tanah Untuk Pengembangan Irigasi Tetes terpadu Di Daerah Aliran Sungai Lahan Kering Kabupaten Lombok Timur*.
- Negara, I. D. G. J., Saidi, Y., & Putra, I. B. G. (2014). Karakteristik Perubahan Lengan Tanah Pada Pemberian Irigasi Tetes Pipa Pvc Di Lahan Kering Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur. *Spektrum Sipil*, 1(2), 179–189.
- Negara, I. D. G. J., Sulistiyono, H., Supriyadi, A., Putra, I. B. G., & Yasa, I. W. (2022). Karakteristik Distribusi Volume dan Debit Aliran Irigasi Aktual Setiap Sistem Jaringan Irigasi Tetes pada Lahan Layanan Bertingkat. *GANEC SWARA*, 16(1), 1370–1377. <https://doi.org/10.35327/gara.v16i1.275>
- Negara, I. D. G. J., & Suwardji. (2010). Pengaruh Irigasi Tetes terhadap Pembasahan Tanah di Lahan Kering Pasiran, Desa Akar Akar, Lombok Utara, NTB. *Jurnal Spektrum Sipil*, 1(1), 57–64.
- Nurrahmawati, A. (2018). *Efisiensi Air Irigasi Tetes di Desa Salut, Kabupaten Lombok Utara*. Universitas Mataram.
- Ridwan, D. (2013). Model jaringan irigasi tetes berbasis bahan lokal untuk pertanian lahan sempit. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 90–98.
- Triatmodjo, B. (2012). *Hidrolika I*. Beta Offset.
- Widiastuti, I., & Wijayanto, D. S. (2018). Implementasi teknologi irigasi tetes pada budidaya tanaman buah naga. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(1), 1–8.
- Witman, S. (2021). Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air di Lahan Kering. *JURNAL TRITON*, 12(1), 20–28. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.152>
- Yanto, Y., Tusi, A., & Triyono, S. (2014). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Pada Tanaman Kembang Kol (Brassica Oleracea Var. Botrytis L. Subvar. Cauliflora DC) dalam Greenhouse. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(1), 141–154.