

Modifikasi Sistem Hidroponik Rakit Apung pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Modification of Floating Raft Hydroponic System on Mustard Greens (*Brassica juncea* L.)

Puspitahati^{1*}, Lestari Sumaja Putri¹, Meilia Trianita¹, and Rahmad Hari Purnomo¹.

¹Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

*Email: puspitahati@fp.unsri.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi sistem hidroponik rakit apung menggunakan pipa *Deep Film Technique* (DFT) untuk menghasilkan produksi tanaman yang optimal dan perawatan yang lebih mudah. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode rancangan dan observasi untuk memodifikasi hidroponik rakit apung menggunakan pipa DFT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman dengan rata-rata batang tertinggi terdapat pada L5 (talang 5) yaitu 3,5 cm, jumlah daun rata-rata paling banyak terdapat pada L2 (talang 2) dan L4 (talang 4) yaitu 11 helai, akar rata-rata paling panjang terdapat pada L1 (talang 1) yaitu 47,6 cm, berat segar dengan rata-rata tertinggi terdapat pada L2 (talang 2) yaitu 64,4 g. Hidroponik rakit apung dengan pipa DFT ini dapat digunakan dengan baik, namun sebaiknya penambahan pompa air disarankan supaya perakaran tanaman dapat menyerap oksigen secara merata sehingga pertumbuhan tanaman dapat seragam.

Kata kunci: Hidroponik, Rakit apung, Pipa DFT, Sawi hijau (*Brassica juncea* L.).

ABSTRACT

The research aims to modify the hydroponic design of the floating raft system using Deep Film Technique (DFT) pipes so as to produce optimal plant production and easier maintenance. The research method used were design and observation method to modify floating raft hydroponics using DFT pipes. The results showed that the plant with the highest average stem were found at L₅ which was 3.5 cm, the average number of leaves were mostly found at L₂ and L₄ which were 11 leaves, the longest average root were found at L₁ which were 47.6 cm, fresh weight with the highest average were found at L₂, which were 64.4 g. Hydroponic floating rafts with DFT pipes can be used properly, but the addition of water pumps is recommended so that plant rooting can absorb oxygen evenly so that plant growth can be uniform.

Keywords: Hydroponic, Floating raft, DFT Pipe, Mustard greens (*Brassica juncea* L.).

PENDAHULUAN

Urban farming adalah upaya untuk memenuhi pangan pada area kota agar tercapainya kesejahteraan masyarakat di masa yang akan datang dalam segi produktivitas pangan tanpa keterbatasan lahan (Natalia *et al.*, 2017). Hidroponik merupakan budidaya tanaman dengan menggunakan air atau tanpa tanah (Swastika *et al.*, 2018). Terdapat beragam jenis hidroponik yang dapat diterapkan, salah satunya adalah hidroponik sistem rakit apung (*floating raft*) dan hidroponik sistem DFT (*Deep Flow Technique*).

Hidroponik sistem rakit apung merupakan salah satu teknik budidaya berupa tanaman diletakkan pada lubang alat apung yang mengapung di permukaan larutan air dan nutrisi (Yunindanova *et al.*, 2018). Akar tanaman pada hidroponik sistem rakit apung terendam pada larutan air dan nutrisi yang tidak mengalir (Susilawati, 2019). Keunggulan hidroponik sistem rakit apung diantaranya tanaman mendapatkan suplai air dan nutrisi secara terus menerus sehingga lebih menghemat air dan nutrisi, mempermudah perawatan karena tidak perlu penyiraman dan tidak membutuhkan listrik selama 24 jam (Rasyati *et al.*, 2018). Menurut (Wulansari, 2012), bahwa sumber hara hidroponik rakit apung tidak disirkulasi sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap ketersediaan energi listrik. Budidaya dengan sistem rakit apung kebutuhan hara tanaman dapat terpenuhi meskipun tanpa menggunakan listrik (Sesanti & User, 2016). Akan tetapi menurut Susilawati (2019), pengembangan hidroponik memiliki kelemahan yaitu memerlukan kebersihan peralatan yang perlu dirawat secara intensif dan berkala. Kelemahan hidroponik rakit apung terletak pada kebersihan alat apung. Alat apung yang digunakan biasanya adalah *styrofoam*. *Styrofoam* bersifat mudah kotor dan berlumut apabila berada di air secara terus menerus dan lumut yang menempel juga sulit dibersihkan. Hidroponik sistem DFT (*Deep Flow Technique*) memiliki keunggulan pada perawatan, seperti mudah dibersihkan dan tanaman yang dihasilkan terjamin kebersihannya. Akan tetapi untuk perancangan alat sendiri memerlukan biaya yang cukup mahal karena banyaknya pipa PVC yang dibutuhkan untuk perancangan. Hidroponik DFT juga harus membutuhkan daya listrik selama 24 jam untuk mempertahankan supaya air bisa tetap mengalir. Sirkulasi aliran air yang terus menerus memerlukan biaya yang tidak sedikit (Ningrum *et al.*, 2014). Hidroponik sistem rakit apung dan hidroponik sistem DFT memiliki kelemahan yaitu sulit dibersihkan dan banyak menggunakan pipa dalam perancangannya. Oleh sebab itu, dibutuhkan modifikasi rancangan hidroponik sistem rakit apung menggunakan pipa DFT untuk mengatasi kelemahan tersebut, yaitu dengan menyusun pipa DFT yang dibelah dua. Modifikasi ini bertujuan untuk mempermudah perawatan dan menghasilkan produksi tanaman yang optimal.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Januari 2021 sampai bulan Mei 2021 di Rumah Tanaman Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya sebagai tempat pengaplikasian dan pengujian hidroponik.

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) alat tulis, 2) mesin bor, 3) gergaji, 4) higrometer, 5) TDS EC meter, 6) kamera digital, 7) mesin gerinda, 8) meteran, 9) *netpot*, 10) pH meter, 11) palu dan 12) penggaris.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) bak berukuran 161 x 76 cm dengan tinggi bak 25 cm dan tinggi tiang bak 90 cm, 2) lem pipa PVC, 3) nutrisi AB Mix untuk sayuran, 4) paku, 5) penyambung pipa L untuk pipa PVC 2" empat buah, 6) pipa PVC 2" panjang 161 cm dua buah, 7) pipa PVC 2" panjang 72 cm dua buah, 8) pipa PVC 4" panjang 150 cm tiga buah, 9) plastik terpal A5 panjang 250 cm lebar 150 cm, 10) pompa air dan 11) *rockwool*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancangan untuk memodifikasi hidroponik rakit apung menggunakan pipa DFT. Selanjutnya melakukan metode observasi untuk mengamati hidroponik tersebut kemudian mengumpulkan informasi mengenai respon tanaman dan pemeliharaan hidroponik rakit apung dengan pipa DFT.

Pendekatan Rancangan

Pendekatan rancangan sistem hidroponik dilakukan dengan dua tahap sebagai berikut:

Rancangan Fungsional :

Berikut ini rancangan alat dan sistem fungsional:

1. Pipa PVC 4" berfungsi sebagai media apung.
2. Pipa PVC 2" berfungsi sebagai pembantu apung pada media apung.
3. Serutan bambu berfungsi sebagai penyambung pipa PVC.
4. Penyambung pipa L berfungsi untuk menyambung pipa PVC yang digunakan sebagai pembantu apung.
5. Plastik terpal berfungsi sebagai lapisan bak supaya dapat menampung air.
6. Bak berfungsi sebagai wadah air dan nutrisi sekaligus media tanam.

Rancangan Struktural

Rancangan struktural dari alat adalah sebagai berikut:

1. Pipa PVC yang digunakan adalah pipa PVC 4" dan PVC 2" jenis C.
2. Penyambung pipa PVC yang digunakan adalah penyambung pipa L.
3. Plastik terpal yang digunakan adalah jenis A5.

Analisa Pemeliharaan Hidroponik

Analisa ini bertujuan untuk menganalisa pemeliharaan hidroponik rakit apung menggunakan susunan pipa DFT, yaitu menganalisa kebersihan hidroponik berupa adanya lumut yang menempel dan kotoran yang mengendap yang dilakukan setiap satu minggu sekali.

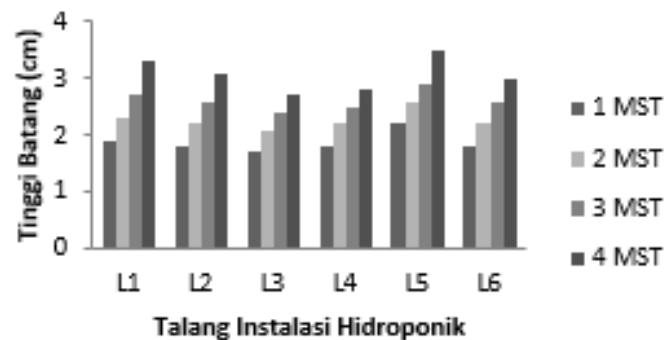
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) memiliki kelembaban udara pada saat pengamatan rata-rata nilainya adalah 75,7%. Pengamatan suhu rata-rata nilainya adalah 30,1°C. Suhu larutan untuk hidroponik umumnya lebih dari 18 atau 20°C dan kurang dari 28°C. Suhu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan

oksigen tidak tersedia apabila suhu terlalu panas. Pengamatan pH rata-rata nilainya adalah 6,22. pH untuk tanaman hidroponik yang dikehendaki adalah 5,5-7,5 (Susilawati, 2019). Nilai rata-rata pH menunjukkan telah memenuhi dengan apa yang dikehendaki.

Tinggi Batang Tanaman

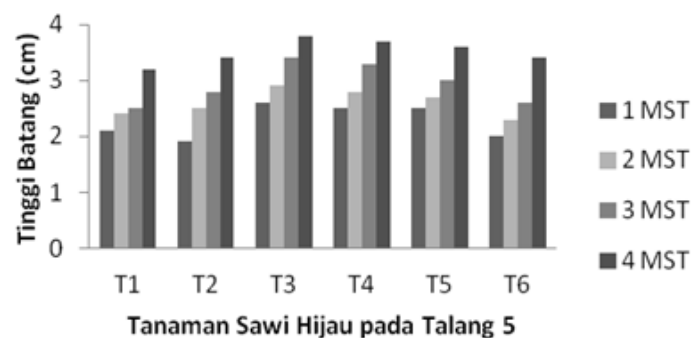
Tinggi batang tanaman sawi hijau diperoleh dengan cara mengukur dari pangkal batang hingga titik tunas batang. Pengamatan pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi hijau dihitung mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) dan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata tinggi batang tanaman sawi hijau (cm).

Keterangan : L₁ = Talang satu, L₂ = Talang dua, L₃ = Talang tiga, L₄ = Talang empat, L₅ = Talang lima, L₆ = Talang enam

Tinggi tanaman sawi hijau mengalami peningkatan dari 1 MST hingga 4 MST. Nilai tertinggi pada tinggi batang tanaman sawi hijau 1 MST hingga 4 MST terdapat pada L₅ yaitu 3,5 cm dan nilai terendah terdapat pada L₃ yaitu 2,7 cm. Tinggi batang tanaman sawi hijau dihitung mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) pada T₅ (talang 5) disajikan pada Gambar 2.



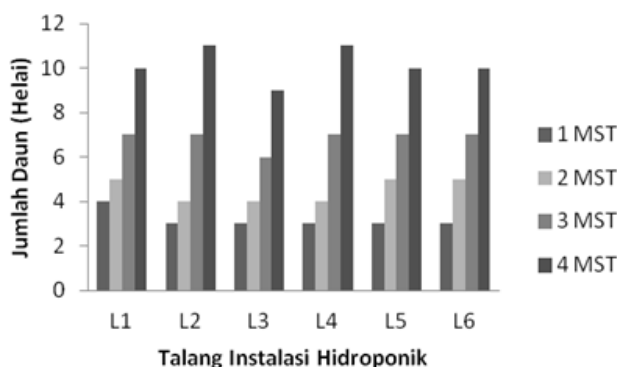
Gambar 2. Tinggi batang tanaman sawi hijau (cm) pada talang 5.

Keterangan : T₁ = Tanaman satu pada talang lima, T₂ = Tanaman dua pada talang lima, T₃ = Tanaman tiga pada talang lima, T₄ = Tanaman empat pada talang lima, T₅ = Tanaman lima pada talang lima, T₆ = Tanaman enam pada talang lima.

Tanaman pada L₅ (talang 5) merupakan tanaman dengan rata-rata batang tanaman paling tinggi terdapat pada T₃ yaitu 3,8 cm dan nilai terendah terdapat pada T₁ yaitu 3,2 cm. Pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi hijau pada T₃ merupakan yang paling tinggi ini dikarenakan pada usia 1 MST T₃ juga merupakan tanaman paling tinggi hal ini disebabkan karena tanaman pada T₃ mengalami etiolasi pada saat penyemaian. Sedangkan untuk tanaman paling rendah yaitu pada T₁ meskipun T₁ memiliki tinggi batang bukan yang paling rendah pada saat usia 1 MST, akan tetapi pada usia 4 MST T₁ merupakan batang yang paling rendah, hal ini dikarenakan pertumbuhan tinggi batang T₁ tidak stabil, pada usia 1 MST hingga 3 MST mengalami pertumbuhan yang lambat akibat kurangnya kebutuhan oksigen yang diterima. Pompa air yang menghasilkan gelembung udara sebagai sumber oksigen diletakan di pinggir pertengahan bak, yang mengarah ke tengah bak. Tanaman yang terletak di tengah talang mendapatkan kebutuhan oksigen yang cukup sehingga pertumbuhannya lebih baik dan nutrisi mengalami sirkulasi yang digerakan oleh gelembung pada pompa air sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi dengan baik seperti pada T₃ dan T₄, sedangkan tanaman yang terletak di pinggir talang mengalami kekurangan oksigen akibat gelembung oksigen pada larutan nutrisi tidak merata. Oksigen terlarut yang tinggi dapat mempermudah perakaran tanaman dalam mengikat oksigen sehingga dapat menghasilkan energi dan respirasi menjadi lancar yang dapat membantu penyerapan hara lebih banyak sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik (Virha *et al.*, 2020).

Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun tanaman sawi hijau dihitung setiap minggu mulai dari 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam). Daun dihitung dari daun ketiga saat penyemaian dan helai daun yang mulai terbuka setiap minggu dan disajikan pada Gambar 3.



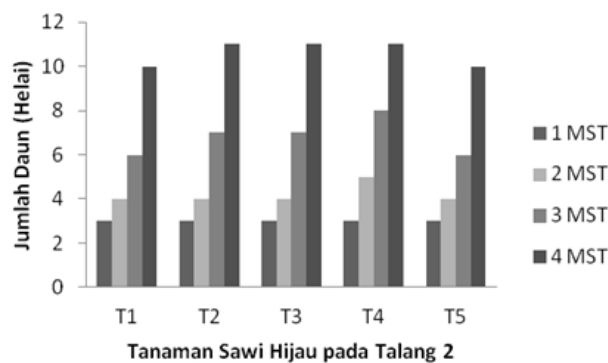
Gambar 3. Rerata jumlah daun tanaman sawi hijau (helai).

Keterangan :L₁ = Talang satu, L₂ = Talang dua, L₃ = Talang tiga, L₄ = Talang empat, L₅ = Talang lima, L₆ = Talang enam.

Jumlah daun tanaman sawi hijau mengalami peningkatan dari 1 MST hingga 4 MST. Nilai tertinggi pada jumlah daun tanaman sawi hijau terdapat pada L₂ dan L₄ memiliki rata-rata yang sama yaitu 11 helai. Nilai terendah pada L₃ yaitu rata-rata 9 helai. Pada L₁, L₅ dan L₆ juga memiliki rata-rata jumlah daun yang sama yaitu 10 helai.

Jumlah daun tanaman sawi hijau pada L₂ dan L₄ mengalami rata-rata paling tinggi dengan nilai yang sama yaitu 11, pada kedua talang tersebut penambahan jumlah daun mengalami peningkatan yang baik dikarenakan tanaman tersebut menerima kebutuhan oksigen yang cukup, pada L₃ mengalami rata-rata paling rendah dikarenakan terdapat tanaman yang disulam karena layu dan kekurangan kebutuhan nutrisi.

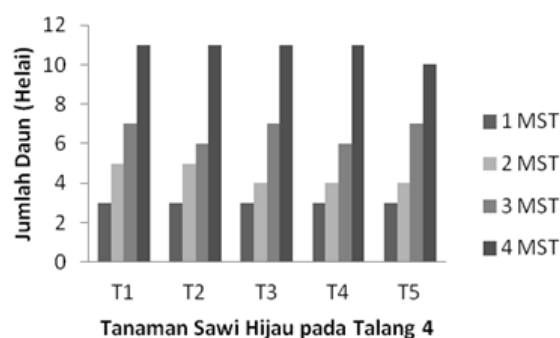
Jumlah daun tanaman sawi hijau dihitung mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) pada L₂ (talang 2) disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Jumlah daun tanaman sawi hijau (helai) pada talang 2.

Keterangan : T₁ = Tanaman satu pada talang dua, T₂ = Tanaman dua pada talang dua, T₃ = Tanaman tiga pada talang dua, T₄ = Tanaman empat pada talang dua, T₅ = Tanaman lima pada talang dua, T₆ = Tanaman enam pada talang dua.

Jumlah daun tanaman sawi hijau dihitung mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) pada L₄ (talang 4) disajikan pada Gambar 5.



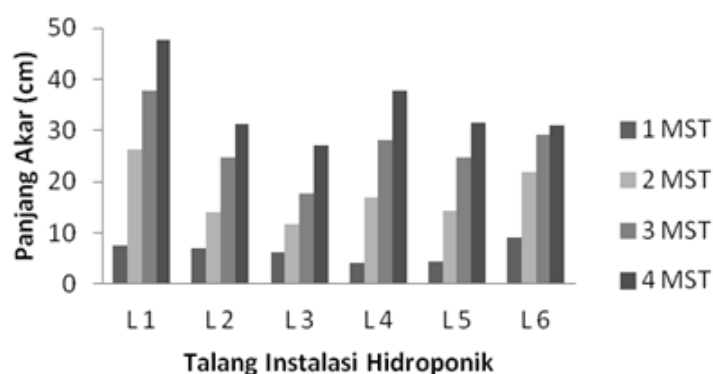
Gambar 5. Jumlah daun tanaman sawi hijau (helai) pada talang 4.

Keterangan : T₁ = Tanaman satu pada talang empat, T₂ = Tanaman dua pada talang empat, T₃ = Tanaman tiga pada talang empat, T₄ = Tanaman empat pada talang empat, T₅ = Tanaman lima pada talang empat, T₆ = Tanaman enam pada talang empat

Oksigen dan larutan nutrisi yang tidak merata pada hidroponik mengakibatkan pertumbuhan jumlah daun yang tidak seragam, tanaman akan memperebutkan ketersediaan oksigen dan larutan nutrisi. Oksigen hanya tersedia di tengah bak sehingga hanya tanaman yang berada di tengah yang terpenuhi kebutuhannya sedangkan tanaman yang tidak terkena oksigen secara langsung mengalami pertumbuhan yang lambat. Kebutuhan oksigen yang cukup menghasilkan pertumbuhan yang baik seperti pada T₂, T₃ dan T₄, dan kebutuhan oksigen yang kurang mengakibatkan pertumbuhan yang lebih lambat seperti T₁ dan T₂.

Panjang Akar

Pengamatan panjang akar tanaman sawi hijau dihitung setiap minggu mulai dari 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) dan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rerata panjang akar tanaman sawi hijau (cm).

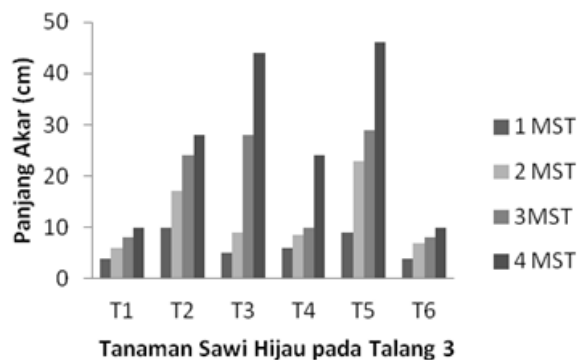
Keterangan : L₁ = Talang satu, L₂ = Talang dua, L₃ = Talang tiga, L₄ = Talang empat, L₅ = Talang lima, L₆ = Talang enam.

Panjang akar tanaman sawi hijau mengalami peningkatan dari 1 MST hingga 4 MST. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada L₁ mengalami penambahan akar rata-rata paling panjang yaitu 7,6 cm hingga 47,6 dan pada L₃ merupakan akar rata-rata paling pendek yaitu 6,5 hingga 27 cm.

Panjang akar pada L₁ merupakan paling panjang dan L₃ lebih pendek yang disebabkan oleh penyulaman tanaman, dilihat bahwa rata-rata setiap minggu pada 1 MST yaitu 6,5 cm, 2 MST yaitu 11,4 cm, 3 MST yaitu 17,5 cm dan pada 4 MST yaitu 27 cm. Peningkatan panjang akar sangat lambat dibandingkan dengan tanaman pada L₁, L₂, L₄, L₅ dan L₆.

Tanaman pada L₁ (talang 1) merupakan tanaman dengan rata-rata akar paling panjang. Panjang akar tanaman sawi hijau mengalami peningkatan dari 1 MST hingga 4 MST. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada T₃ mengalami penambahan akar paling panjang yaitu 7,5 cm hingga 85 cm, pada T₁ merupakan akar paling pendek yaitu 5 hingga 33 cm. Pertumbuhan akar tanaman sawi hijau tidak seragam selama pertumbuhan 1 MST hingga 4 MST.

Panjang akar tanaman sawi hijau dihitung mulai 1 MST (Minggu Setelah Tanam) hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) pada L₃ (talang 3) disajikan pada Gambar 7.

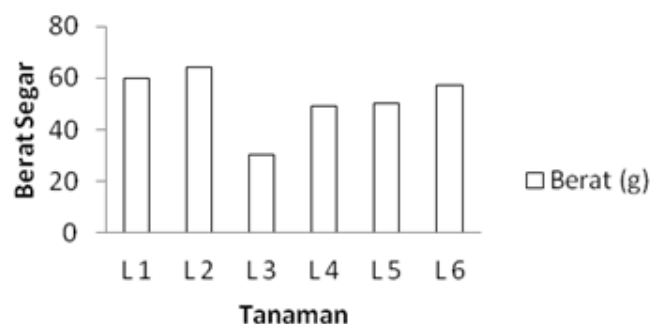


Gambar 7. Panjang akar tanaman sawi hijau (cm) pada talang 3.

Keterangan : T₁ = Tanaman satu pada talang tiga, T₂ = Tanaman dua pada talang tiga, T₃ = Tanaman tiga pada talang tiga, T₄ = Tanaman empat pada talang tiga, T₅ = Tanaman lima pada talang tiga, T₆ = Tanaman enam pada talang tiga

Berat Segar

Berat tanaman dipengaruhi oleh lebar daun dan jumlah daun karena sebagai media fotosintesis mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Sagita, 2019). Berat segar tanaman dihitung dengan menimbang setelah tanaman dipanen atau ketika kadar air dalam tanaman belum berkurang dan disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rerata berat segar tanaman sawi hijau (gram).

Keterangan :L₁ = Talang satu, L₂ = Talang dua L₃ = Talang tiga, L₄ = alang empat, L₅ = Talang lima, L₆ = Talang enam

Hasil pengamatan berat segar tanaman sawi hijau selama 4 MST menunjukkan bahwa rata-rata berat segar paling tinggi terletak pada L₂ yaitu 64,4 g, sedangkan rata-rata berat segar paling rendah adalah pada T₃ yaitu 30,36 g. Berat tanaman sawi hijau juga dipengaruhi oleh banyaknya tanaman yang dihitung berdasarkan jumlah lubang netpot. seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Ahmad *et al.*, (2019) yang merancang hidroponik DFT dengan panjang 130 cm dan jarak tanam 25 cm, dan menghasilkan jumlah lubang netpot sebanyak 5 lubang, sehingga untuk panjang pipa DFT 150 cm dapat menghasilkan 6 lubang.

Nilai EC pada nutrisi menunjukkan unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi dengan indikator penghantar listrik. Nilai EC untuk tanaman sayuran adalah 2,5

mS/cm atau 2500 μ S/cm (Sesanti & User, 2016). Sedangkan nilai EC untuk tanaman sawi adalah 1,5-2,0 mS/cm atau 1500-2000 μ S/cm (Rakhman *et al.*, 2015).

Pemberian nutrisi secara berlebihan berdasarkan umur tanaman akan mengakibatkan tanaman kerdil (Hamli *et al.*, 2015). Berdasarkan hasil pengukuran nutrisi tanaman sawi hijau setiap minggu bahwa kebutuhan nutrisi pada 1 MST adalah 100-200 ppm, pada 2 MST adalah 300-400 ppm, pada 3 MST adalah 500-600 ppm dan pada 4 MST adalah 700-800 ppm.

Evaluasi

Hasil pengamatan kebersihan hidroponik terlihat bahwa keadaan hidroponik rakit apung kebersihannya sama setiap minggu. pada minggu pertama hidroponik rakit apung sudah terdapat lumut dan endapan kotoran pada bak hidroponik rakit apung meskipun kotoran tersebut tidak sebanyak kotoran pada minggu kedua, ketiga dan keempat. Kotoran dan lumut terjadi akibat tidak ada sirkulasi air pada hidroponik rakit apung sehingga mengendap. Pemilihan bahan alat apung menggunakan pipa didasari untuk mempermudah dalam membersihkan instalasi hidroponik.

Hasil pengamatan kondisi hidroponik terlihat bahwa tidak terdapat kerusakan pada hidroponik rakit apung dari minggu pertama hingga minggu ke empat, tidak terdapat susunan pipa yang terlepas. Pipa yang digunakan adalah pipa PVC 4 inchi tipe C. Sambungan pipa dibuat dengan menggunakan bambu petung, Bambu petung termasuk awet apabila digunakan di dalam air meskipun tanpa penggunaan bahan kimia pengawet kayu (Maulizar & Hidayat, 2021). Selain itu warna pipa juga dipilih dengan warna yang netral (Sandria, 2017).

Hidroponik dibuat dengan warna yang netral untuk mengurangi gangguan serangga, karena serangga menyukai warna kontras atau cerah. Warna netral terdiri dari warna hitam, warna putih, warna abu, warna crem, dan warna coklat. Rakit apung juga tidak mengalami kebocoran selama penelitian karena bak dilapisi dengan plastik terpal dengan ketebalan yang sesuai yaitu jenis A5 sehingga dapat menampung air dengan baik. Pada minggu pertama hingga ke empat rakit apung juga tidak mengalami masalah, rakit apung masih mengapung dengan baik meskipun bobot tanaman bertambah hingga minggu keempat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dapat disimpulkan bahwa tanaman dengan rata-rata batang tertinggi terdapat pada L5 (talang 5) yaitu 3,5 cm, jumlah daun rata-rata paling banyak terdapat pada L2 (talang 2) dan L4 (talang 4) yaitu 11 helai, akar rata-rata paling panjang terdapat pada L1 (talang 1) yaitu 47,6 cm dan beerat segar dengan rata-rata tertinggi terdapat pada L2 (talang 2) yaitu 64,4 g. Hidroponik rakit apung dengan pipa DFT ini dapat digunakan dengan baik, namun dibutuhkan oksigen yang merata pada hidroponik rakit apung karena tidak adanya sirkulasi air, dengan demikian penambahan pompa air sangat disarankan supaya perakaran tanaman dapat menyerap oksigen secara merata sehingga pertumbuhan tanaman dapat seragam.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. ., Lutfi, L. ., & Herwati, F. . (2019). Pengaruh EC (Electron Conductivity)

- dari Limbah Cair (Slurry) dan Warna Pipa Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada Romain (Lettuce Romain) pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 7(1), 27–42.
- Hamli, I., Lenganjang, I. ., & Yusuf, R. (2015). Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Secara Hidroponik Terhadap Komposisi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair. *Jurnal Agrotekbisnis*, 3(3), 260–269.
- Maulizar, S., & Hidayat, M. (2021). Budidaya Pakcoy (Brassica rapa L.) Dengan Menggunakan Teknik Hidroponik Sistem Nutrient Films Technique (Nft). *KENANGA: Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(1), 50–56.
- Natalia, C., Kusumarini, Y., & Poillot, J. F. (2017). Perancangan Interior Fasilitas Edukasi Hidroponik di Surabaya. *Intra*, 5(2), 97–106.
- Ningrum, D. Y., Triyono, S., & Tusi, A. (2014). Pengaruh lama aerasi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (Brassica juncea L.) pada hidroponik DFT (Deep flow technique). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 3(1), 83–90.
- Rakhman, A., Lanya, B., Rosadi, R. A. B., & Kadir, M. Z. (2015). Pertumbuhan tanaman sawi menggunakan sistem hidroponik dan akuaponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 245–254.
- Rasyati, D., Daningsih, E., & Marlina, R. (2018). Pengembangan Media Praktikum Hidroponik Rakit Apung Dan Rasio Nutrisi Yang Berbeda Untuk Pertumbuhan Selada. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 7(12), 1–13.
- Sagita, Y. A. (2019). Pengaruh Beberapa Sistem Hidroponik Kultur Air Dan Jumlah Tanaman Per Netpot Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (Lactuca Sativa L.). *Jurnal Kalitbangan*, 8(6), 594–600.
- Sandria, I. V. (2017). *Desain Sarana Vertikultur Hidroponik Sistem Alir Semi Otomatis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sesanti, R. N., & User, S. (2016). Pertumbuhan dan Hasil Pakchoi (Brassicca rapa L.) Pada Dua Sistem Hidroponik dan Empat Jenis Nutrisi. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 4(01), 1–9.
- Susilawati. (2019). *Dasar Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. UPT.Penerbit dan Percetakan.
- Swastika, S., Yulfida, A., & Sumitro, Y. (2018). Buku Petunjuk Teknis Budidaya Sayuran Hidroponik (Bertanam Tanpa Media Tanah). In *Riau (ID): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Balitbangtan Riau, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian*.
- Virha, F. A., Bastamansyah, B., & Bayfurqon, F. M. (2020). Pengaruh Sistem Aerasi Dan Pemangkasan Akar Terhadap Produksi Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) Pada Hidroponik Rakit Apung. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 82–92.
- Wulansari, A. N. D. (2012). *Pengaruh Macam Larutan Nutrisi Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Baby Kailan (Brassica Oleracea Var. Alboglabra) Jurusan/Program Studi Agronomi*. UNS (Sebelas Maret University).
- Yunindanova, M. B., Darsana, L., & Putra, A. P. (2018). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman seledri terhadap nutrisi dan naungan menggunakan sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Agroteknologi*, 9(1), 1–8.