



PASPALUM : Jurnal Ilmiah Pertanian

Vol. 9 No. 1 Bulan Maret Tahun 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v9i1.279>

Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele dengan Sistem Akuaponik

Lukito Hasta Pratopo dan Ahmad Thoriq

Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran

lukito.hasta@unpad.ac.id

(Received: 28-02-2021; Reviewed: 25-03-2021; Published: 30-03-2021)

ABSTRACT

Kale and catfish are the most popular vegetables and fish in Indonesia. The production of these two commodities can be done using an aquaponics system. This study aims to determine the growth of water spinach plants and the survival of catfish in the aquaponic system. Plant growth parameters were measured every three days which included plant height, leaf width, leaf length, number of leaves and plant weight after harvest. The development of catfish that was observed every three days included the number of dead catfish and the weight of catfish measured every nine days. The data obtained were then tabulated and processed in graphical form and analyzed descriptively. The results showed The growth rate of kale planted in the aquaponic system includes plant height, leaf length, and leaf width, respectively, 2.51 cm / three days, 0.75 cm / three days and 0.24 cm / three days, while in kale plants (control) 1.30 / three days, 0.5 cm / three days, and 0.12 cm / three days, respectively. The yield of water spinach planted with the aquaponics system weighed 350 grams / pot, while the control water spinach was only 135 grams / pot. During 30 days of maintenance there was an increase in weight of catfish as much as 11.25 grams / head with the survival rate (SR) of catfish seeds by 93%.

Keywords: kale, catfish, aquaponics.

ABSTRAK

Tanaman kangkung dan ikan lele merupakan sayuran dan ikan yang paling digemari di Indonesia. Produksi kedua komoditas tersebut dapat dilakukan dengan sistem akuaponik. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung dan kelangsungan hidup ikan lele pada sistem akuaponik. Parameter pertumbuhan tanaman diukur setiap tiga hari yang meliputi tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, jumlah daun dan berat tanaman setelah panen. Perkembangan ikan lele yang diamati setiap tiga hari meliputi jumlah ikan lele yang mati dan berat ikan lele yang diukur setiap sembilan hari. Data yang diperoleh selanjutnya ditabulasi dan diolah dalam bentuk grafik serta dianalisis secara deskriptif. Hasil artikel menunjukkan laju pertumbuhan tanaman kangkung yang ditanam pada sistem akuaponik meliputi tinggi tanaman, panjang daun, dan lebar daun secara berurutan adalah 2,51 cm/tiga hari., 0,75 cm/tiga hari dan 0,24 cm/tiga hari sedangkan pada tanaman kangkung (kontrol) secara berurutan 1,30 /tiga hari, 0,5 cm/tiga hari., dan 0,12 cm/tiga hari. Hasil panen kangkung yang ditanam dengan sistem akuaponik diperoleh berat 350 gram/pot sedangkan pada tanaman kangkung kontrol hanya 135 gram/pot. Selama 30 hari pemeliharaan terdapat pertambahan berat pada ikan lele sebanyak 11,25 gram/ekor dengan kelangsungan hidup (SR) benih ikan lele sebesar 93%.

Keywords: kangkung, ikan lele, akuaponik

PENDAHULUAN

Tanaman kangkung merupakan jenis sayuran yang paling banyak dikonsumsi penduduk Indonesia yang tinggal di perkotaan dengan rata – rata konsumsi harian yang mencapai 9,43 gram perkapita perhari (Badan Pusat Statistik, 2019). Sedangkan ikan lele merupakan salah satu jenis ikan yang digemari sebagian besar masyarakat Indonesia karena rasanya yang gurih dan kandungan gizinya yang baik untuk kesehatan (Ferdian, *et al.* 2012).

Pada umumnya budidaya kangkung dan ikan lele dilakukan terpisah. Tanaman kangkung lebih banyak diproduksi dengan teknik budidaya pada lahan pertanian sedangkan ikan lele diproduksi menggunakan kolam.

Faktor signifikan yang mempengaruhi produksi tanaman kangkung adalah luas lahan, benih, pupuk urea, pupuk phonska, pestisida dan tenaga kerja (Rarasati dan Prihtanti, 2020). Padahal luas lahan pertanian di Indonesia terus mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh konversi lahan menjadi industri dan perumahan (Adiyaksa *et al.* 2020). Pada budidaya kangkung dengan sistem organik, perlakuan pemberian pupuk kompos akan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Dosis optimum kompos yang perlu diberikan pada lahan pertanian untuk tanaman kangkung adalah 1,5 kg per meter persegi (Raksun, *et al.* 2020). Selain itu, ketersediaan air sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kangkung. Kekurangan air pada proses budidaya tanaman kangkung dapat menurunkan produksi hingga 64,3% (Wibowo dan Sitawati, 2017).

Pada budidaya ikan lele di kolam, faktor yang sangat menentukan keberlangsungan hidup ikan lele adalah kualitas air. Kualitas air yang tidak stabil dapat menyebabkan ikan menjadi stress bahkan mati karena tidak mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan (Agusta, 2016). Penurunan

kualitas air disebabkan oleh feces dan sisa makanan ikan yang mengendap di dasar kolam (Monalisa dan Minggawati, 2010). Parameter kualitas air yang berpengaruh signifikan terhadap keberlangsungan hidup ikan adalah oksigen terlarut dalam air dan pH (Hendrajat *et al.* 2018). Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air adalah dengan menggunakan kincir air atau aerator (Safitri, *et al.* 2020).

Salah satu teknik budidaya yang memadukan tanaman dan ikan dalam satu lingkungan yang bersifat simbiotik adalah sistem akuaponik (Sungkar dan Riawan, 2015). Sistem akuaponik merupakan sistem yang saling menguntungkan bagi tanaman dan ikan. Nutrisi tanaman dapat diperoleh dari feces dan sisa makanan ikan yang mengendap didasar kolam, sehingga dihasilkan air dengan kualitas yang memenuhi standar untuk budidaya ikan (Dauhan *et al.*, 2014; Farida *et al.*, 2017). Stabilitas oksigen terlarut dalam air akan diperoleh dari sistem resirkulasi air berupa pancuran yang menghasilkan tumbukan dengan air kolam.

Produksi tanaman yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik akan lebih baik dibandingkan dengan konvensional karena ketersediaan air yang cukup dan tambahan nutrisi yang berasal dari feces dan sisa makanan ikan (Wicaksana *et al.*, 2015; Rahmadhani *et al.*, 2020). Namun demikian masih banyak yang perlu diungkap dari budidaya tanaman dan ikan dengan sistem akuaponik terutama berkaitan dengan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan keberlangsungan hidup ikan lele selama proses budidaya.

Artikel ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung dan kelangsungan hidup ikan lele pada sistem akuaponik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi budidaya tanaman kangkung dan ikan lele dengan sistem akuaponik

METODE

Percobaan dilaksanakan di Jl. Sido Mulyo No.41, Cibeunying kaler, Sukaluyu, Kota Bandung pada Bulan Januari hingga Februari 2021.

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah benih kangkung, bibit ikan lele, pakan ikan, media tanam berupa pupuk kompos, sekam bakar, dan air. Sedangkan alat yang digunakan pada penelitian ini berupa sistem akuaponik yang terdiri atas kolam terpal dengan ukuran panjang 1,5 m, lebar 1 m, tinggi 50 cm yang dirangkai dengan konstruksi kayu dan media tanam serta sistem sirkulasi air dengan pompa submersible yang mampu mengangkat air hingga head 2,5 m. Media tanam dibuat dari botol dan gelas plastik bekas. Sirkulasi air didistribusikan menggunakan pompa submersible dengan head 2,5 m.

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain ;

1. Persiapan Konstruksi Sistem Akuaponik

Pembuatan konstruksi akuaponik diawali dengan memotong kayu kaso 4 x 6 dengan ukuran 150 cm sebanyak 16 potong, ukuran 50 cm sebanyak 8 potong dan ukuran 30 cm sebanyak 10 potong. Rangkai kayu kaso tersebut menggunakan paku 7 cm sehingga berbentuk seperti Gambar 1.



Foto : Paradita, *et al.* (2021)

Gambar 1. Konstruksi Rangka Akuaponik

Pasang terpal dengan mengikat setiap lubang terpal pada konstruksi menggunakan tali (Gambar 2) dan Isi kolam terpal dengan air sebanyak \pm 30 cm dengan menggunakan air sumur.



Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 2. Pemasangan Terpal

Potong pipa dengan bentuk ring yang berukuran 3 inchi dengan p=5 cm sebanyak 60 buah menggunakan gergaji besi dan pasang potongan pipa 3 inchi pada rangkaian konstruksi dengan jarak sumbu 15 cm (Gambar 3).



Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 3. Pemasangan Potongan Pipa

Lubangi 2 lubang untuk setiap botol aqua 1,5 L sesuai dengan ukuran gelas plastik. Kemudian cat dengan warna hitam dan lubang setiap tutup botol (Gambar 4).



Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 4. Melubangi dan Pengecatan Botol Plastik Bekas

Lubangi bagian bawah dan samping gelas plastik bekas menggunakan solder (Gambar 5).

Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 5. Melubangi Gelas Plastik Bekas

Konstruksi akuaponik yang telah siap digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.

Foto : Nugraha, *et al.* (2021)

Gambar 6. Konstruksi Akuaponik

2. Uji Coba Sistem Akuaponik

Uji coba sistem akuaponik dilakukan untuk memastikan air yang dipompa ke pipa bagian atas kolam akan mengalir pipa dan menyentuh akar tanaman sehingga tanaman dapat memperoleh nutrisi dan sekaligus menyaring kotoran pada air sehingga air dapat dikembalikan ke kolam dengan keadaan bersih.

Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 7. Sirkulasi Air Sistem Akuaponik

3. Persiapan Media Tanam

Persiapan media tanam dilakukan dengan mencampur kompos dan sekam bakar dengan perbandingan 2:1 (Gambar 8)

Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 8. Mencampurkan Kompos dan Sekam Bakar

Siram dengan sedikit air media tanam yang telah dicampur tersebut. Isilah 60 gelas plastik bekas dengan kompos yang telah dicampur sekam bakar (Gambar 9).

Foto : Wibowo, *et al.* (2021)

Gambar 9. Pengisian Gelas Plastik dengan Media Tanam

4. Persiapan dan Penanaman Benih

Tahapan proses persiapan penanaman benih adalah sebagai berikut :

- a) Rendam benih kangkung didalam air hangat.
- b) Pisahkan antara benih yang mengapung dan tenggelam.
- c) Bungkus benih yang tenggelam menggunakan kain dan simpan di tempat yang gelap selama 24 jam.
- d) Tanam benih kangkung pada media tanam yang telah disiapkan, di mana setiap 1 media tanam berisi 5 benih kangkung (Gambar 10)



Foto : Wibowo, et al. (2021)

Gambar 10. Penanaman Benih Kangkung Pada Media Tanam

5. Penebaran Benih dan Pemberian Pakan Ikan Lele

Benih ikan yang digunakan adalah ikan lele (*Clarias sp.*) berukuran 5-8 cm dengan padat tebar 100 ekor. Ikan diaklimatisasi dan dipuasakan selama 2 hari terlebih dahulu agar dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Pemberian pakan dilakukan pada pagi dan sore hari dengan dosis sebanyak 5% dari berat tubuh ikan. Dosis pemberian pakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Dosis Pemberian Pakan Ikan Lele 100 ekor

Hari Setelah Tebar	Jenis pakan	Jumlah Pemberian
1	Pakan benih	tidak diberi
2	Pakan benih	tidak diberi
3-5	Pakan benih	7,5 gram
6-7	Pakan benih	15 gram
8-9	Pakan benih	20 gram
10-30	Pakan ikan	40 gram
31-60	Pakan ikan	80 gram
61-75	Pakan ikan	100 gram

Sumber : Dinas Perikanan Kabupaten Pamengkasan (2020)

6. Panen Kangkung dan Ikan Lele

Pemanenan tanaman kangkung dapat dilakukan secara serentak pada hari ke-30 setelah tanam. Sedangkan panen ikan dilakukan setelah hari ke-75 setelah tebar, namun pada kegiatan penelitian ini pemanenan ikan dilakukan bersamaan dengan panen kangkung.

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi: Tinggi tanaman (cm), lebar

daun (cm), jumlah daun, panjang daun (cm) diamati setiap tiga hari sekali sedangkan berat tanaman ditimbang saat panen (30 hari setelah tanam). Perkembangan ikan lele yang diamati meliputi tingkat kematian, dan berat ikan lele yang diukur setiap Sembilan hari sekali.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya ditabulasi dan diolah dalam bentuk grafik serta dianalisis secara deskriptif. Hubungan pertumbuhan tanaman berdasarkan hari setelah tanam dianalisis secara regresi linier sesuai dengan persamaan 1.

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Dimana :

Y = parameter pertumbuhan tanaman

X = hari setelah tanam

a = konstanta

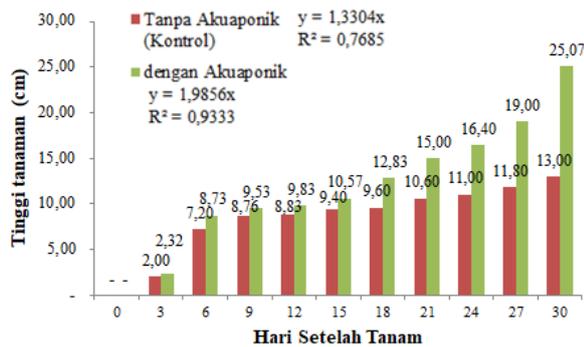
b = kemiringan garis regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Pertumbuhan Kangkung

Dalam sistem akuaponik, tanaman kangkung dan ikan lele yang dibudidayakan saling berkaitan untuk menghasilkan produk yang optimal. Limbah budidaya ikan lele berupa kotoran dan sisa pakan pelet diresirkulasi menuju subsistem hidroponik yang ditanami sayuran kangkung.

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati selama pelaksanaan kegiatan antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun. Data yang diamati dibandingkan dengan tanaman kangkung yang tidak ditanam dengan sistem akuaponik (kontrol). Perkembangan tinggi tanaman kangkung dapat dilihat pada Gambar 11.

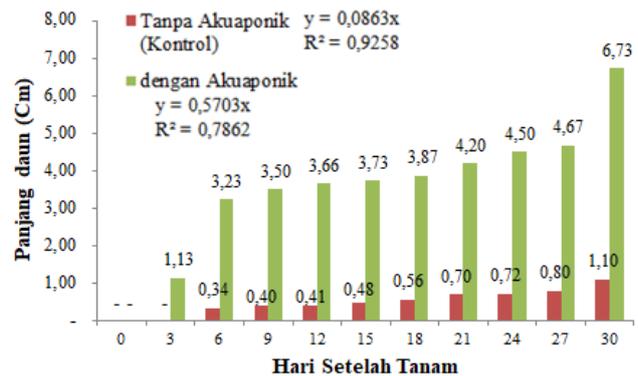


Sumber : diolah dari Wibowo, dkk (2021)
Gambar 11. Tinggi Tanaman Kangkung Pada Sistem Akuaponik

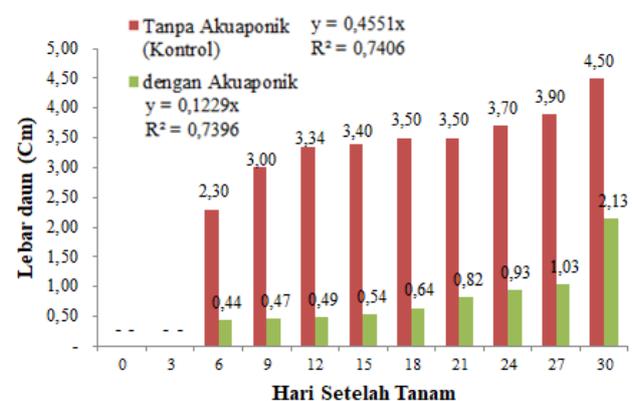
Berdasarkan Gambar 11 diketahui bahwa laju pertumbuhan tinggi tanaman kangkung yang ditanam pada sistem akuaponik adalah 2,51 cm pertiga hari sedangkan pada tanaman kangkung (kontrol) hanya 1,30 cm pertiga hari. Penambahan tinggi tanaman disebabkan akibat dari hasil metabolisme tanaman yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan di daerah penanaman seperti air, sinar matahari dan nutrisi.

Pertumbuhan yang ditanam dengan sistem akuaponik menunjukkan hubungan linier dengan hari setelah tanam hal tersebut berarti tinggi tanaman kangkung akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu.

Pertambahan tinggi tanaman tersebut diikuti dengan panjang daun pada tanaman yang ditanam dengan sistem akuaponik rata-rata 0,75 cm pertiga hari sedangkan pada tanaman kangkung (kontrol) hanya 0,5 cm pertiga hari (Gambar 12). Bertambahnya panjang daun akan menyebabkan semakin bertambahnya lebar daun. Laju pertumbuhan lebar daun pada tanaman kangkung yang ditanam dengan sistem akuaponik akan bertambah sebanyak 0,24 cm pertiga hari sedangkan pada tanaman kontrol hanya bertambah 0,12 cm pertiga hari (Gambar 13)



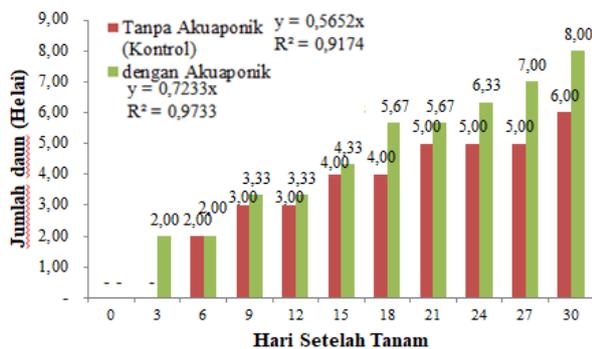
Sumber : diolah dari Wibowo, dkk (2021)
Gambar 12. Panjang Daun Tanaman Kangkung Pada Sistem Akuaponik



Sumber : diolah dari Wibowo, dkk (2021)
Gambar 13. Lebar Daun Tanaman Kangkung Pada Sistem Akuaponik

Pada saat pemeliharaan, pertumbuhan kangkung tidak tumbuh maksimal dalam 30 hari pemeliharaan diakibatkan kurang asupan cahaya matahari pada tanaman diakibatkan cuaca yang mendung setiap harinya. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi adanya aktifitas fotosintesis. Aktifitas fotosintesis yang terhambat dapat membuat tanaman menjadi kerdil pada semua bagian dari tanaman. Menurut Somerville *et al.* 2014, suhu air pada sistem akuaponik tidak hanya berpengaruh terhadap jenis ikan yang dipelihara, akan tetapi berpengaruh juga terhadap pertumbuhan tanaman dan kinerja bakteri nitrifikasi.

Selama 30 hari pemeliharaan dengan sistem akuaponik akan diperoleh akan diperoleh jumlah daun tanaman kangkung sebanyak 8 helai pertanaman dengan berat 350 gram/pot tanaman sedangkan pada tanaman kangkung (kontrol) akan diperoleh jumlah daun sebanyak 6 helai dengan berat 135 gram/pot (Gambar 14). Pembentukan daun oleh tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara nitrogen dan fosfor pada medium dan yang tersedia bagi tanaman (Rahmah *et al.* 2014).



Sumber : diolah dari Wibowo, dkk (2021)

Gambar 14. Jumlah Daun Tanaman Kangkung Pada Sistem Akuaponik

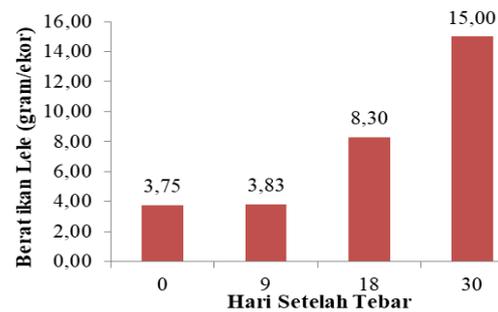
Berdasarkan Gambar 14 terlihat bahwa kedua sistem budidaya tersebut menunjukkan hubungan yang linier seiring dengan pertambahan hari setelah tanam.

Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Selain berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman kangkung, sistem akuaponik juga berpengaruh positif terhadap kelangsungan hidup ikan lele yang dibudidayakan. Hasil pengamatan yang dilakukan selama 30 hari, terdapat pertambahan berat pada ikan lele sebanyak 11,25 gram/ekor dengan kelangsungan hidup (SR) benih ikan lele sebesar 93% (Gambar 15).

Kematian sebagian ikan dikarenakan ikan terserang bakteri *Aeromonas hydrophila*. Infeksi *Aeromonas hydrophila* dapat terjadi akibat perubahan kondisi lingkungan, stres, perubahan temperatur air yang terkontaminasi dan ketika host (inang) tersebut telah terinfeksi

oleh virus, bakteri atau parasit lainnya (infeksi sekunder) (Dooley *et al.*, 1985).



Sumber : diolah dari Wibowo, dkk (2021)

Gambar 15. Pertambahan Berat Ikan Lele

Menurut Suwedi (2015) kematian massal terjadi pada saat hujan dengan intensitas tinggi. Penurunan suhu air akibat hujan dengan intensitas tinggi menyebabkan kondisi benih lemah. Benih lele yang berukuran kecil memiliki peluang mortalitas yang besar.

Pengobatan ikan yang terserang penyakit dengan pemberian ekstrak daun pepaya. Hal ini telah dibuktikan oleh Haryani *et al.*, (2012) bahwa pemberian larutan daun pepaya pada ikan yang terserang bakteri *Aeromonas hydrophila* mampu memberikan nilai kelangsungan hidup sebesar 73,33 %.

Menurut Siregar *et al.* (2013), tingkat kelangsungan hidup ikan dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar ikan. Faktor dalam terdiri dari umur dan kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan. Faktor luar terdiri dari kondisi abiotik antara lain ketersediaan makanan dan kualitas media hidup. Menurut Saptarini (2010) dengan adanya akuaponik dalam sistem resirkulasi membuat kualitas air dapat dipertahankan dan memberi peluang untuk bakteri dapat tumbuh dan berkembang mengurai bahan-bahan organik dan anorganik yang berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan. Dengan kata lain, menjaga kualitas media dengan sistem akuaponik dalam proses perbaikan kualitas air dapat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup benih ikan lele.

KESIMPULAN

Pertumbuhan tanaman kangkung yang ditanam dengan sistem akuaponik lebih baik dibandingkan dengan tanaman kangkung yang ditanam pada polibag (kontrol). Berat rata-rata tanaman kangkung yang dihasilkan dengan sistem akuaponik adalah 350 gram/pot sedangkan tanaman kangkung yang ditanam pada polibag (kontrol) adalah 135 gram/polibag.

Berat ikan lele selama 30 hari pemeliharaan meningkat sebanyak 11,25 gram per-ekor dengan kelangsungan hidup sebesar 93%. Kematian ikan lele selama pemeliharaan dengan sistem akuaponik dipengaruhi oleh faktor cuaca dengan intensitas hujan yang tinggi menyebabkan menurunnya pH air kolam dan ikan yang terserang bakteri *Aeromonas hydrophila*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset Pengabdian kepada Masyarakat dan Inovasi Universitas Padjadjaran atas bantuan biaya kegiatan pengabdian pada masyarakat terintegrasi kuliah kerja nyata mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyaksa, F., dan Djojomartono, P.N. (2020). Evaluasi alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan industri di kabupaten kendal tahun 2014 – 2018. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(1) : 71 – 78, <https://doi.org/10.22146/jgise.55519>
- Augusta, T.S. (2016). Kualitas air terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 5(1) : 41 - 44
- Badan Pusat Statistik. (2019). Pengeluaran untuk Konsumsi Penduduk Indonesia; Berdasarkan Hasil Survei Susenas Maret 2019. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Dauhan, R.E.S., Efendi E, & Suparmono. (2014). Efektivitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekayasa Budidaya Perairan*, 3 (1) : 297 – 301
- Dinas Perikanan Kabupaten Pamengkasan. (2020). Mari Mengenal Teknik Budidaya Lele Tingkat Dasar. Tersedia pada <https://perikanan.pamekasankab.go.id/mari-mengenal-teknik-budidaya-lele-tingkat-dasar.html>
- Dooley J.S.G, R. Lallier, D.H. Shaw, dan T.J. Trust. (1985). Electrophoretic and Immunochemical Analyses of the Lipopolysaccharides from Various Strains of *Aeromonas hydrophila*. *Journal Bacteriol*, 164: 263-269.
- Farida, N.F., Abdullah S.H., & Priyati A. (2017). Analisis kualitas air pada sistem pengairan akuaponik. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5 (2) : 385 - 394
- Ferdian, F., Maulina, I., & Rosidah. (2012). Analisis permintaan ikan lele dumbo konsumsi di Kecamatan Losarang Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4) : 93 - 98
- Haryani, A., R. Grandiosa, I. D. Buwono, dan A. Santika. (2012). Uji efektivitas daun pepaya (*carica papaya*) untuk pengobatan infeksi bakteri *aeromonas hydrophila* pada ikan mas koki (*carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3 (3): 213-220
- Hendrajat, E.A., Ratnawati, E. and Mustafa, A. (2018). Determination of effect of soil and water quality to total production of polyculture white shrimp and milk fish ponds in Lamongan Regency, East Java Province ; Through Path Analysis Application. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10 (1) ; 179-195, DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.21675>
- Monalisa, S.S, & Minggawati I. (2010). Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis sp.*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5(2): 526 – 530
- Nugraha, N.A.M., Hermawan, M.F., Putri, L.A., Octaviola, E., & Shafa, P.A. (2021). Produksi sayuran dan ikan melalui sistem akuaponik di Pagermaneuh, Bandung Barat. Laporan Akhir Kuliah Kerja Nyata Mahasiswa (tidak dipublikasi). Bandung : Universitas Padjadjaran.
- Paradita, A.R., Bigwanto, A.K., Nadhira, A., Elisabeth, P., & Akbar, S.(2021) Produksi sayuran dan ikan lele melalui sistem

- akuaponik di Sukaluyu, Kota Bandung. Laporan Akhir Kuliah Kerja Nyata Mahasiswa (tidak dipublikasi). Bandung : Universitas Padjadjaran.
- Rahmadhani, L.E., Widuri L.I., & Dewanti P. (2020). Kualitas mutu sayur kasepak (kangkung, selada, dan pakcoy) dengan sistem budidaya akuaponik dan hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14 (1) : 33 - 43
- Rahmah, A., Izzati, M., and Parman, S. (2014). Pengaruh pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih (*brassica chinensis* L.) terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22 (1) : 65-71, <https://doi.org/10.14710/baf.v22i1.7810>
- Raksun, A., Zulkifli, L., & Mahrus. (2020). Pengaruh dosis dan waktu pemberian kompos terhadap pertumbuhan kangkung darat effect of dose and time on the provision of compost fertilizer in growth of kangkung darat (*Ipomoea Reptans*). *Jurnal Pijar MIPA*, 15(2) : 171 – 176, DOI: 10.29303/jpm.v15i2.1516
- Rarasati, D., dan Prihtanti, T.M. (2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi risiko produksi usahatani kangkung darat di Waru, Mranggen, Kabupaten Demak. *Ziraa'ah*, 45 (2) : 141-149
- Safitri, N.M., M.F. Murtadlo, A.J. Shodiq, B. Shofiyah. 2020. Kesesuaian kualitas air tambak banden dan vaname desa manyar sidomukti, gresik. *Jurnal Perikanan Pantura*, 3 (1) : 38 - 41
- Saptarini, P. 2010. Efektivitas teknologi akuaponik dengan kangkung darat (*Ipomoea reptans*) terhadap penurunan amonia pada pembesaran ikan mas (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Siregar, H. R., Sumono, Daulay, S. B., dan Edi, S. (2013). Efisiensi saluran pembawa air dan kualitas penyaringan air dengan tanaman mentimun dan kangkung pada budidaya ikan gurami berbasis teknologi akuaponik. *Jurnal. Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3 (3) : 60-66.
- Somervilla C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, dan Lovatelli A. (2014). Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589: Small-Scale Aquaponic Food Production Integrated Fish and Plant Farming. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Sungkar, M & Riawan N. (2015). *Akuaponik ala Mark Sungkar*. Jakarta : PT. Agromedia Pustaka.
- Suwedi, N., Alamsyah, A.T., Sutjningsih, D., & Garno, Y.S. (2015). Kematian massal ikan di waduk cirata pada januari 2013. *LIMNOTEK*, 22 (1) : 22 - 31
- Wibowo, H.Y., dan Sitawati. (2017). Respon tanaman kangkung darat dengan interval penyiraman dengan pipa vertikal. *Plantropica : Journal of Agricultural Science*, 2(2) : 148 - 154
- Wicaksana, .N., Hastuti S., & Arini E. (2015). Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dengan sistem biofilter akuaponik dan konvensional. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4) : 109 – 116
- Wibowo, M.R., Halimah, D., Ramadhan, R., Nitisuari, H.M., & Pitaloka, F.A. (2021). Produksi sayuran dan ikan melalui sistem akuaponik di Desa Sukapura, Kecamatan Bojongsoang, Kabupaten Bandung. Laporan Akhir Kuliah Kerja Nyata Mahasiswa (tidak dipublikasi). Bandung : Universitas Padjadjaran