

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa*) DENGAN SISTEM HIDROPONIK DALAM EMBER PEMELIHARAAN IKAN LELE (*Clarias*)

*Growth and Production of Pakcoy (*Brassica rapa*) Plants with Hydroponic Systems in Catfish Rearing Buckets (*Clarias*)*

M. Darmawan^{1*}, A. Khairun Mutia², Tuti Handayani³

^{1,3)} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun
²⁾ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Teknologi Sulawesi
^{1*)} darmawanmuhammad95@gmail.com

ABSTRAK

Pakcoy adalah salah satu jenis sayuran mengandung vitamin dan mineral yang tinggi. Selain itu tanaman pakcoy juga memiliki zat besi yang tinggi. Namun kegagalan untuk memperoleh hasil tanaman pakcoy masing sangat sering mengalami kegagalan, hal ini disebabkan beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah ketersediaan unsur hara untuk mendukung pertumbuhan pada tanaman pakcoy. Salah satu teknik yang dapat meningkatkan kualitas dan produksi pakcoy adalah dengan menggunakan teknik hidroponik. Teknik ini memungkinkan dapat memadukan antara budidaya ikan dan budidaya tanaman secara bersamaan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari beberapa perlakuan yaitu I0 : kontrol (tidak ada ikan lele); I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/emper; I2 : Ikan lele sebanyak 20 ekor/emper dan I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/emper. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Perlakuan I3 dengan kepadatan 30 ekor per ember merupakan perlakuan yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.

Kata kunci: pakcoy, ikan lele, hidroponik

ABSTRACT

Pakcoy is one type of vegetable containing high vitamins and minerals. In addition, pakcoy plants also have high iron. However, failure to obtain the results of each pakcoy plant is very often a failure, this is due to several factors. One of the influencing factors is the availability of nutrients to support growth in pakcoy plants. One technique that can improve the quality and production of pakcoy is to use hydroponic techniques. This technique allows combining fish farming and plant farming simultaneously. This study used a Group Randomized Design consisting of several treatments, namely I0: control (no catfish); I1 : Catfish as many as 10 heads / bucket; I2 : Catfish as many as 20 heads/bucket and I3: Catfish as many as 30 heads/bucket. The results showed that catfish density treatment had an influence on the growth of pakcoy plants. I3 treatment with a density of 30 heads per bucket is the best treatment compared to other treatments.

Keywords: pakcoy, catfish, hydroponics

PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan salah satu produksi perikanan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Menurut Hawafirdausi (2017) 100 gram daging ikan lele mengandung 330 kkal, protein 18,4 %, zat besi 20 mg, vitamin A 1.600 SI, vitamin D sepuluh kali dari daging, asam lemak omega

3, serta fosfor dua kali dari daging dan telur. Hal tersebut menyebabkan produksi ikan lele meningkat dalam pasar lokal. Permintaan pasar yang tinggi dapat menyebabkan populasi lele di alam menurun karena sebagian besar ikan lele didapatkan dari hasil tangkapan. Hal tersebut menjadi salah satu

kendala dalam budidaya ikan lele seperti persiapan wadah dengan dasar tanah lumpur yang memerlukan berbagai bahan campuran, dan waktu yang diperlukan untuk persiapan wadah yang cukup lama, pemanenan yang kurang efisien sehingga untuk memulai pemeliharaan selanjutnya memerlukan waktu kembali, serta susahnyanya memantau perkembangan dan kelangsungan lele selama pemeliharaan. Air kotoran lele tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan (Daniel, 2017).

Sayuran merupakan sumber mineral dan vitamin. Salah satu jenis tanaman sayur yang mengandung vitamin dan zat besi karena memiliki warna hijau daun adalah tanaman pakcoy. Di Indonesia pembudidayaan pakcoy sudah lama dilakukan, namun kegagalan untuk memperoleh hasil tanaman pakcoy masih sering dialami diantaranya disebabkan oleh serangan hama dan penyakit. Selain itu, keterbatasan lahan produktif terutama di daerah-daerah yang berpenduduk padat juga menjadi masalah. Sementara itu, kebutuhan pasar akan pakcoy terus meningkat. Kemampuan pakcoy untuk dapat menghasilkan produksi yang berkualitas sangat tergantung pada interaksi antara pertumbuhan tanaman dan kondisi lingkungannya (Ernanda, 2017).

Salah satu teknik budidaya yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan produksi dari pakcoy adalah dengan teknik hidroponik. Pada teknik ini memungkinkan petani memadukan budidaya ikan dan budidaya tanaman secara bersamaan. Teknologi hidroponik merupakan salah satu metode untuk meminimasi limbah nitrogen dari sisa metabolisme ikan melalui integrasi sistem produksi tanaman sayur/ kembang/ herbal secara hidroponik (Sunarjono, 2014).

Teknologi hidroponik dapat mengkombinasi antara menanam tanaman dan budidaya ikan dalam satu wadah. Tanaman berfungsi sebagai filter dari air limbah budidaya yang dimanfaatkan kembali untuk budidaya ikan (Darmawan, *et al.*, 2020). Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh perlakuan kepadatan ikan lele terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dan untuk mengetahui perlakuan kepadatan ikan lele yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Ulanta, Kecamatan Suwawa Kabupaten Bonebolongan yang dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2023.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ember dengan ukuran 80 liter, kawat, tang, mistar, gunting, solder atau paku. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini gelas plastik, benih ikan lele ukuran 5-7 cm, benih pakcoy varietas Nauli F1.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari empat perlakuan antara lain :

I0 : kontrol (tidak ada ikan lele)

I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember

I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember

I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember

Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 16 unit percobaan. Total populasi tanaman sebanyak 128 tanaman, setiap unit percobaan terdiri dari 8 tanaman dan sampel tanaman sebanyak 5 tanaman, sehingga terdapat 80 sampel tanaman.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan persemaian yang dilakukan selama 1 minggu sebelum dipindahkan ke media hidropinik. Selanjutnya membuat media untuk hidroponik. Pertama-tama dengan mempersiapkan gelas plastik dengan cara melubangi gelas plastik sebanyak 8 buah dengan solder atau besi yang telah dipanasi. Potong kawat kurang lebih 12 cm dan dibuat

dengan model kait yang bisa dijadikan pegangan gelas di ember. Gelas plastik diisi dengan media sebanyak 60% dari ukuran gelas, sedangkan ember diisi dengan air sebanyak 60 liter, sehingga bagian bawah dari gelas terendam oleh air serta didiamkan selama 2 hari. Setelah itu masukan ikan lele sesuai dengan perlakuan. Ukuran ikan lele yang digunakan berkisar antara 5-7 cm. Setelah ikan lele dimasukkan kedalam ember kemudian gelas di atur disekitar pinggiran ember. Selanjutnya dilakukan pemasangan paranet untuk menjaga suhu air agar suhu tidak terlalu panas. Didalam ember dimasukan kerikil agar kotoran ikan dapat mengendap sehingga air tidak cepat keruh dan berubah warna.

Bibit berumur satu minggu dipindahkan kemudian hidroponik, setiap gelas hanya ditanami satu bibit pakcoy, jika ada tanaman yang mati dilakukan penyulaman sampai berumur 7 HST. Perawatan ikan lele dan pakcoy yang dibudidayakan bersama, maka ember perlu diletakkan di tempat yang terkena matahari maksimal. Untuk pakan ikan lele, bisa diberikan 2-3 kali dengan waktu yang rutin. Untuk ukuran ikan sepanjang 8-10 cm. Penggantian air dilakuan sekitar 10-14 hari sekali. Pemanenan dilakukan pada saat pakcoy berumur 25-27 HST dengan

menggantung gelas media hidroponik sehingga akar dari pakcoy tidak rusak.

Parameter pengamatan yang diamati adalah terdiri dari dua yaitu pengamatan pada tanaman dan pengamatan pada ikan lele. Adapun cara pengambilan data setiap variabel pengamatan adalah sebagai berikut :

1. Tinggi Tanaman (cm). Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mengukur tanaman dari pangkal tajuk sampai daun yang terpanjang untuk mengetahui tingkat pertumbuhan tanaman.
2. Jumlah Daun (Helai). Pengukuran jumlah daun dilakukan setiap satu minggu sekali.
3. Pengukuran Bobot Basah Total (g). Penimbangan bobot basah total tajuk dan akar tanaman contoh yang telah dipisahkan dan dibersihkan dari media tanam yang menempel saat panen
4. Bobot Akar (g). Penimbangan bobot akar dilakukan diakhir penelitian. Penimbangan bobot akar dilakukan setelah akar dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel pada saat penanaman
5. Panjang Akar (cm). Pengukuran panjang akar dilakukan pada akhir pengamatan. Pengukuran ini dilakukan dengan cara memberikan media hidroponik yang menempel pada akar pakcoy

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisa dengan sidik ragam dan apabila terdapat perlakuan yang berbeda nyata atau sangat nyata dilanjutkan dengan uji lanjut dengan menggunakan uji lanjut BNJ (Beda nyata jujur) 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam parameter tinggi tanaman pakcoy menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan ikan berbeda nyata pada pengamatan 2 MST sampai 4 MST. Rata-rata tinggi tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele

Perlakuan	1MST	2 MST	3 MST	4 MST
I0	3.40	4.75 a	6.08 a	7.30 a
I1	3.23	5.23 a	6.30 ab	7.68 b
I2	3.30	5.33 a	6.88 c	8.33 c
I3	2.28	6.43 b	8.25 d	9.38 d
BNJ 1%	tn	0.93	0.74	0.24

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf BNJ 1%. I0 : kontrol (tidak ada ikan lele), I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember, I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember, I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember, MST : Minggu Setelah Tanam. tn : tidak Nyata.

Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan kontrol pada pengamatan 2 MST, 3 MST dan 4 MST. Perlakuan I3 merupakan perlakuan yang terbaik dengan rata-rata tinggi tanaman pada akhir pengamatan (4 MST) 9,38 cm. Hal ini disebabkan karena semakin banyak

jumlah ikan pada ember maka semakin besar jumlah amoniak yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan tanaman pakcoy. Gumelar dan Nurruhwati (2017) menyatakan amoniak dalam bentuk NH₄⁺ (ammonium) sebagian langsung dimanfaatkan oleh tanaman dan sebagian diuraikan dalam bentuk nitrat melalui proses nitrifikasi sebelum dimanfaatkan oleh tanaman. Nitrogen yang diserap oleh tanaman hamper seluruhnya berbentuk ammonium dan nitrat.

Astuti dan Wenda (2019) tanaman sayuran daun membutuhkan pupuk dengan unsur hara nitrogen yang cukup tinggi agar sayuran dapat tumbuh dengan baik, segar dan enak dimakan. Selain itu N merupakan pembentuk protein, asam nukleat dan klorofil yang berguna untuk proses pertumbuhan. Penggunaan unsur hara N pada tanaman pakcoy dapat menambah zat hijau daun yang digunakan untuk pembentukan asam amino dan protein. Sedangkan tanaman pakcoy yang kekurangan atau tidak mendapatkan unsur hara N, tanaman tetap kecil dan daun lebih cepat berubah menjadi kuning, karena N yang tersedia tidak cukup untuk membentuk protein dan klorofil sehingga menyebabkan kemampuan tanaman menjadi tumbuh menjadi berkurang dan produksi karbohidrat

berkurang (Mahanani, 2003 dalam Daniel, 2017)

Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam parameter jumlah daun pakcoy menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan ikan berbeda nyata pada pengamatan 3 MST dan 4 MST. Rata-rata jumlah daun tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun dengan perlakuan kepadatan ikan lele

Perlakuan	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
I0	3.75	4.50	5.75 a	7.25 a
I1	3.50	4.50	5.50 a	8.75 ab
I2	3.75	4.25	7.50 b	9.75 bc
I3	3.50	4.25	8.00 b	11.00 c
BNJ 1%	tn	tn	1.82	1.93

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf BNJ 1%. I0 : kontrol (tidak ada ikan lele), I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember, I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember, I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember, MST : Minggu Setelah Tanam. tn : tidak Nyata.

Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan 3 MST dan 4 MST. Perlakuan I3 dengan kepadatan 30 ekor per ember menunjukkan jumlah daun yang terbanyak dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Pembentukan daun dipengaruhi oleh nutrisi yang diperoleh oleh tanaman. Terpenuhinya nutrisi tanaman akan memaksimalkan pertumbuhan daun pada tanaman. Pemberian nitrogen yang optimal dapat meningkatkan laju pertumbuhan, pembentukan klorofil dan ratio pucuk akar

tanaman, Pemberian nitrogen pada dosis yang tepat akan meningkatkan metabolisme tanaman, pembentukan protein, karbohidrat, akibatnya pertumbuhan dan produksi tanaman menjadi meningkat. Lebih lanjut Fauzi (2019) daun merupakan tempat berlangsungnya fotosintesis yang menghasilkan produk glukosa, kemudian ditranslokasikan ke sel-sel yang membutuhkan untuk mengaktifkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Apabila fotosintat tersedia dalam jumlah yang cukup maka aktivitas jaringan meristem untuk membela dan memperbesar sel semakin cepat sehingga pertumbuhan tanaman semakin besar termasuk pertumbuhan jumlah daun.

Bobot Panen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan bobot panen. Rata-rata bobot panen tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan I3 dengan jumlah ikan 30 ekor per ember menunjukkan hasil

yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 3. Rata-rata bobot panen tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele

Perlakuan	Bobot Panen
I0	9.08 a
I1	10.09 b
I2	13.50 c
I3	16.01 d
BNJ 1%	0.90

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf BNJ 1%. I0 : kontrol (tidak ada ikan lele), I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember, I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember, I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember, MST : Minggu Setelah Tanam. tn : tidak Nyata

Hal ini disebabkan karena jumlah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tercukupi yang berasal dari kotoran ikan. Menurut Wijayanti, *et al.*, (2019) bobot basah dan bobot kering dari suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara N yang cukup untuk membantu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga berpengaruh terhadap berat segar tanaman. Jumlah daun yang tinggi akan memberikan pengaruh terhadap bobot panen yang diperoleh. Jumlah daun yang tinggi menyebabkan tanaman memiliki jumlah klorofil tinggi sehingga laju fotosintesis meningkat, semakin banyak pula karbohidrat yang dihasilkan oleh tanaman. Karbohidrat dan air dibutuhkan oleh tanam dalam melakukan pemanjangan, pembelahan, dan diferensiasi sel tanaman. Sehingga dapat diasumsikan bahwa semakin banyak jumlah

daun yang dimiliki oleh tanaman membuat banyak pula jumlah karbohidrat yang dihasilkan oleh tanaman (Rokhman, dkk., 2014).

Bobot Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan bobot akar. Rata-rata bobot akar tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Rata-rata bobot akar dengan perlakuan kepadatan ikan lele

Perlakuan	Bobot Akar	
I0	6.83	a
I1	6.68	a
I2	7.38	ab
I3	8.05	b
BNJ 1%	1.07	

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf BNJ 1%. I0 : kontrol (tidak ada ikan lele), I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember, I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember, I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember, MST : Minggu Setelah Tanam. tn : tidak Nyata

Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan I3 yaitu 30 ekor/ember memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah ikan dalam ember mengakibatkan jumlah kotoran ikan yang mengandung unsur hara semakin meningkat. Kotoran ikan tersebut mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga semakin bertambah juga

bobot keseluruhan tanaman Idris (2018) mengatakan bahwa kandungan unsur hara yang rendah akan mempengaruhi penyerapan bibit tanaman, sehingga nutrisi yang tersimpan akan lebih sedikit diserap. Jarak tanam juga memberikan ruang bagi akar untuk menyerap air dengan optimal. Akar yang memiliki berat segar tinggi merupakan indikator tercukupinya kebutuhan air. Selain itu limbah kotoran ikan mengandung mikroorganisme dan kandungan bahan organik terlarut yang tinggi yang berperan penting dalam menunjang tajuk dan perakaran terutama pertumbuhan akar (Delaide, *et al.*, 2016).

Panjang Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol pada pengamatan panjang akar. Rata-rata panjang akar tanaman pakcoy dengan perlakuan kepadatan ikan lele adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Rata-rata panjang akar dengan perlakuan kepadatan ikan lele

Perlakuan	Panjang Akar	
I0	20.15	a
I1	19.90	a
I2	22.78	b
I3	23.88	b
BNJ 1%	1.81	

Ket: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf BNJ 1%. I0 : kontrol (tidak ada ikan lele), I1 : Ikan lele sebanyak 10 ekor/ember, I2: Ikan lele sebanyak 20 ekor/ember, I3 : Ikan lele sebanyak 30 ekor/ember, MST : Minggu Setelah Tanam. tn : tidak Nyata

Hasil analisis statistik menunjukkan perlakuan I2 (20 ekor ikan lele per ember) dan P3 (30 ekor ikan lele/ember) memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Semakin banyak jumlah ikan dalam satu ember maka akan meningkatkan panjang akar pada tanaman pakcoy. Hal ini terjadi karena unsur hara yang terkandung di air sangat memadai sehingga mendorong pertumbuhan akar pada tanaman. Damanik, *et al.*, (2011) menyatakan bahwa akar adalah salah satu bagian terpenting dalam proses pertumbuhan tanaman. Semakin panjang suatu akar tanaman, semakin banyak pula nutrisi yang diserap oleh tanaman tersebut. Akar merupakan organ vegetatif utama untuk pertumbuhan dan perkembangan. Dilihat dari konsep keseimbangan fungsional, akar berperan menyerap unsur hara untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman. Hal ini juga didukung oleh kebutuhan hara yang cukup oleh suatu tanaman, sehingga penyerapan akar bisa optimal. Perkembangan akar tanaman sangat dirangsang oleh kondisi media yang baik, sehingga kesempatan akar untuk lebih dekat dengan unsur hara lebih besar. Demikian juga dengan dengan aliran massa untuk keperluan transpirasi diperlukan air dan pada waktu bersamaan juga akan mengangkut unsur hara ke akar dari daerah yang jauh dari jangkauan akar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan kepadatan ikan lele memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dan perlakuan I3 dengan kepadatan 30 ekor per ember merupakan perlakuan yang terbaik dibandingkan.

Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah sebaiknya dalam budidaya tanaman pakcoy dengan system hidroponik dalam ember sebaiknya menggunakan kepadatan ikan lele sebaiknya menggunakan perlakuan 30 ekor per ember.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti S dan Wenda A. (2019). Respon tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa*) terhadap larutan hara (kotoran ikan) pada sistem akuaponik. *Jurnal Konservasi Hayati*. 10 (1): 10-15.
- Daniel A. (2017). *Produktivitas Pakcoy (Brassica rapa L.) dan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) pada Sistem Aquaponik di Telaga Mata Indra, Desa Girisuko, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul*. [Skripsi]. Program Studi Biologi Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta.
- Damanik M, Hasibuan B, Fauzi, Sarifuddin, Harun. (2011). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan
- Darmawan M, Irmawati, Asmuliani R. (2020). Pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa*) dan ikan lele (*Clarias*) dengan sistem akuaponik. *Jurnal Ilmu Pertanian Agrium*. 22 (3): 157-161
- Delaide B, Goddek S, Gott J, Soyeurt H, Jijakli M. (2016). Lettuce (*Lactuca sativa L. var Sucrine*) growth performance in

- complemented aquaponic solution outperforms hydroponics. *Water*. 8 (10): 467.
- Ernanda, Y.M. (2017). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.) Terhadap Pemberian Pupuk organik Kandang Ayam dan Pupuk Organik Cair (POC) Urin Sapi*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Medan.
- Fauzi R. (2019). Respon tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) terhadap pemberian pupuk organik cair limbah perikanan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 10 (2): 94-101.
- Gumelar dan Nurruhwati. (2017). Pengaruh penggunaan tiga varietas tanaman pada sistem akuaponik terhadap konsentrasi total amonia nitrogen media pemeliharaan ikan koi. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 8 (2): 36-42.
- Hawafirdausi. (2017). *Berapa Kepadatan Ideal Ikan Lele di Kolam*. Web: <http://efishery.com/efishery-university/siar/berapa-kepadatan-ideal-ikan-dikolam/>. Diakses 10 April 2023
- Idris L. (2018). Uji pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan pemberian pupuk organik cair pada system hidroponik. *Jurnal Agrifor*. 16 (1): 65-74.
- Rokhmah N, Ammatillah C, Sastro Y. (2014). Vertiminaponik mini akuaponik untuk lahan sempit di perkotaan. *Buletin Pertanian Perkotaan*. 4 (2): 14-22.
- Sunarjono, H.H. (2014). *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wijayanti P, Hastuti E, Haryati S. (2019). Pengaruh masa inkubasi pupuk dari air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 4 (1): 21-28.