

EFFECTIVENESS ANALYSIS OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER MADE FROM CATFISH (*Clarias sp.*) VISCERA WASTE ON THE PRODUCTIVITY OF *Azolla microphylla*

Andika Hasyim^{1*} · Ni Nyoman Dian Martini¹ · Jasmine Masyitha Amelia¹

Received: 22 Juni 2026, Revised: 25 Juni 2026, Accepted: 26 Juni 2026

ABSTRACT Catfish (*Clarias sp.*) viscera waste has the potential to pollute the environment but contains high levels of N, P, and K nutrients. This study aimed to determine the effect of liquid organic fertilizer (LOF) made from catfish viscera waste on the productivity of *Azolla microphylla* and to identify the most effective dosage. A Completely Randomized Design (CRD) with three treatments was used: P0 (control, no LOF), P1 (dose 2.250 ml/L), and P2 (dose 2.625 ml/L), each replicated three times. LOF was produced through 14-day fermentation using *Lactobacillus spp.* probiotic. *Azolla microphylla* was cultivated in 25-liter buckets with an initial weight of 30 g for 30 days. Parameters measured included absolute weight growth and daily growth rate. ANOVA results

showed significant differences among treatments ($p=0.009$). Tukey Post Hoc test indicated that P1 and P2 differed significantly from P0 but not from each other. Treatment P1 produced the highest absolute weight growth (203.00 g), followed by P2 (173.33 g) and P0 (108.67 g). A dose of 2.250 ml/L was the most effective dosage to enhance *Azolla microphylla* productivity.

Keywords: *Azolla microphylla*, biomass productivity, catfish, fermentation, liquid organic fertilizer.

PENDAHULUAN

Ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan komoditas akuakultur air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali

* E-mail: andikahasyim@undiksha.ac.id

karena pertumbuhannya cepat dan permintaan pasar yang tinggi. Peningkatan produksi ikan lele berimplikasi langsung terhadap meningkatnya volume limbah hasil pengolahan, terutama limbah padat berupa jeroan (isi perut), kepala, dan tulang ikan. Limbah jeroan ikan lele mengandung protein, lemak, darah, serta senyawa nitrogen dan fosfor dalam jumlah tinggi, sehingga mudah mengalami pembusukan apabila tidak dikelola dengan baik (Putri *et al.*, 2019; Rahmawati *et al.*, 2020).

Pembuangan limbah jeroan ikan lele secara langsung ke lingkungan dapat menimbulkan berbagai permasalahan ekologis. Proses dekomposisi bahan organik meningkatkan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), yang pada akhirnya menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) di perairan dan mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik (Nasir *et al.*, 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa limbah jeroan ikan lele memerlukan strategi pengelolaan yang tepat dan berkelanjutan.

Di sisi lain, limbah jeroan ikan lele memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan kembali karena kandungan nutrisinya yang tinggi, khususnya nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan organisme akuatik (Suryani *et al.*, 2020; Dewi *et al.*, 2022). Pemanfaatan limbah ikan sebagai sumber nutrisi alternatif sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular.

Azolla microphylla merupakan paku air yang memiliki kemampuan unik mengikat nitrogen atmosfer melalui simbiosis dengan *Anabaena azollae*. Tanaman ini tumbuh cepat, mudah

dibudidayakan, dan mampu menyerap unsur hara langsung dari air (Riyanto & Wijaya, 2020; Lestari *et al.*, 2024). Oleh karena itu, ketersediaan nutrisi yang optimal menjadi faktor kunci dalam meningkatkan produktivitas biomassa *Azolla microphylla*.

Salah satu pendekatan yang efektif dalam pemanfaatan limbah jeroan ikan lele adalah pengolahannya menjadi pupuk organik cair (POC) melalui proses fermentasi. POC merupakan hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan larutan kaya unsur hara makro dan mikro yang mudah diserap tanaman (Rahayu *et al.*, 2020; Hidayat & Wibowo, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis POC berbahan limbah jeroan ikan lele terhadap produktivitas *Azolla microphylla* dan menentukan dosis yang paling efektif.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perikanan Universitas Pendidikan Ganesha (Undiksha), Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Bali selama 4 bulan.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode kuantitatif eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat tiga perlakuan yang masing-masing diulang tiga kali: P0 (kontrol, tanpa POC), P1 (dosis 2,250 ml/L), dan P2 (dosis 2,625 ml/L). Media budi daya menggunakan ember berkapasitas 25 liter yang diisi air sebanyak 20 liter. Setiap wadah ditanami *Azolla microphylla* sebanyak 30 gram, dan POC diaplikasikan satu kali di awal

penelitian. Ember diberi aerasi selama 24 jam.



Gambar 1. Budi daya tanaman *Azolla microphylla*

Pembuatan Pupuk Organik Cair

Limbah jeroan ikan lele (lambung, usus, limpa, ginjal, hati, gonad, kantung empedu, dan pankreas) dicuci, direbus, kemudian dihaluskan menggunakan blender. Bahan halus dimasukkan ke dalam jerigen dan ditambahkan air sebanyak 7,5 liter, probiotik *Lactobacillus* spp. sebanyak 7,5 ml, dan gula merah sebanyak 150 gram. Fermentasi dilakukan selama 14 hari di tempat terhindar dari sinar matahari.



Gambar 2. Proses fermentasi POC

Tutup dibuka setiap 2-3 hari untuk melepaskan gas fermentasi. Setelah 14 hari, POC disaring untuk memisahkan ampas.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah: (1) Pertumbuhan bobot mutlak, dihitung dengan rumus $W_{mutlak} = W_t - W_0$, di mana W_0 adalah bobot awal (g) dan W_t adalah bobot akhir (g); (2) Laju pertumbuhan absolut (growth rate) per minggu, dihitung dengan rumus $GR = (W_t - W_{t-1}) / \Delta t$, di mana Δt adalah interval waktu pengamatan (7 hari). Parameter kualitas air (suhu dan pH) juga diukur selama penelitian.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, dan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) satu jalur. Apabila terdapat perbedaan signifikan, dilanjutkan dengan uji Tukey Post Hoc pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pengamatan pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan harian *Azolla microphylla* selama 30 hari disajikan pada Tabel 1.

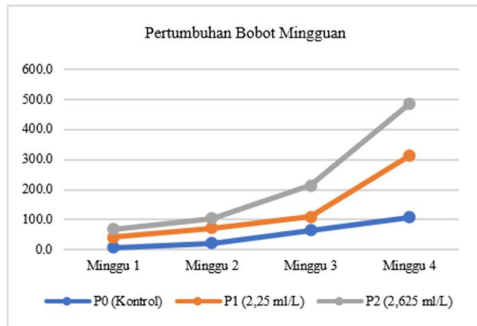
Tabel 1. Nilai Parameter Pertumbuhan *Azolla microphylla*

Parameter	P0 (Kontrol)	P1 (2,25 ml/L)	P2 (2,625 ml/L)
Bobot Mutlak (g)	108,67 ± 38,37 ^a	203,00 ± 7,94 ^b	173,33 ± 17,16 ^b
Pertumbuhan Harian (g/hari)	4,01	5,34	5,09

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

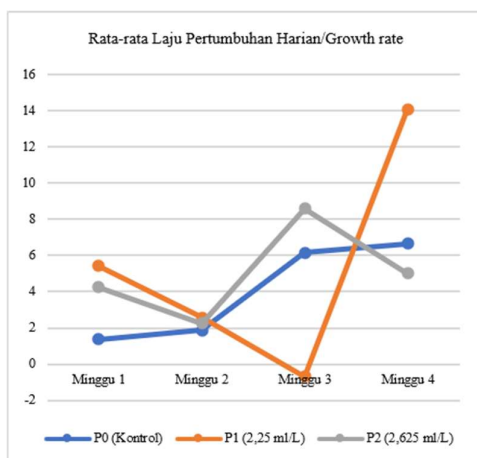
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perlakuan P0 (kontrol) tanpa pemberian POC mengalami pertumbuhan bobot mutlak sebesar 95,00 g pada ulangan 1, 79,00 g pada ulangan 2, dan 152,00 g

pada ulangan 3. Pada perlakuan P1 dengan pemberian POC dosis 2,250 ml/L, pertumbuhan bobot mutlak masing-masing sebesar 194,00 g, 209,00 g, dan 206,00 g. Perlakuan P2 dengan dosis 2,625 ml/L menunjukkan pertumbuhan sebesar 189,00 g, 176,00 g, dan 155,00 g (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik pertumbuhan bobot mingguan *Azolla microphylla*

Secara umum, perlakuan dengan pemberian POC menunjukkan pertumbuhan biomassa yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Perlakuan P1 (2,250 ml/L) menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi, diikuti oleh P2 (2,625 ml/L), sedangkan P0 menunjukkan pertumbuhan terendah (Gambar 4).



Gambar 4. Rata-rata laju pertumbuhan absolut (g/hari)

Pembahasan Pengaruh POC terhadap Produktivitas *Azolla microphylla*

Berdasarkan hasil analisis pertumbuhan bobot mutlak dan uji lanjut Tukey Post Hoc, pemberian pupuk organik cair (POC) limbah ikan lele memberikan pengaruh nyata terhadap produktivitas *Azolla microphylla*. Perlakuan P1 (2,250 ml/L) menghasilkan rata-rata pertumbuhan tertinggi sebesar 203,00 g, diikuti oleh P2

(2,625 ml/L) sebesar 173,33 g, sedangkan perlakuan kontrol (P0) menunjukkan pertumbuhan terendah sebesar 108,67 g. Hasil uji Tukey Post Hoc menunjukkan bahwa P1 dan P2 tidak berbeda nyata satu sama lain, namun keduanya berbeda nyata dibandingkan kontrol.

Peningkatan produktivitas pada perlakuan dengan POC menunjukkan bahwa kandungan unsur hara dalam pupuk organik cair, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), berperan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif *Azolla microphylla*. Nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein, sedangkan fosfor berperan dalam proses metabolisme energi dan pembelahan sel. Ketersediaan unsur hara yang cukup mempercepat proses fotosintesis sehingga meningkatkan akumulasi biomassa. Warna dan kondisi fisik *Azolla microphylla* dapat digunakan sebagai indikator visual untuk menilai kecukupan unsur hara, terutama komposisi N, P, K pada media tumbuh. Tanaman yang sehat umumnya berwarna hijau segar, sedangkan kekurangan nutrisi dapat ditandai dengan daun yang menguning, berwarna kemerahan, atau tampak tipis dan kerdil (BAMS, 2025) Pada *Azolla*,

perubahan warna menjadi kuning mengindikasikan kekurangan nutrisi, sedangkan daun yang tipis dan pucat juga menunjukkan kondisi hara yang kurang memadai (BAMS, 2025). Dengan demikian, respons morfologis *Azolla* dapat dipakai sebagai petunjuk tidak langsung untuk mengevaluasi kecukupan unsur N, P, dan K dalam media budidaya (BAMS, 2025; UMS, 2024).

Namun demikian, peningkatan dosis dari 2,25 ml/L menjadi 2,625 ml/L tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa dosis 2,25 ml/L telah berada pada kisaran optimal untuk mendukung pertumbuhan, sementara penambahan dosis yang lebih tinggi tidak lagi meningkatkan produktivitas secara signifikan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya batas efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman.

Meskipun pemberian POC secara umum meningkatkan pertumbuhan biomassa *Azolla microphylla*, penurunan pertumbuhan yang teramati pada perlakuan P2 (2,625 ml/L) dibandingkan P1 (2,25 ml/L) mengindikasikan bahwa pemberian nutrisi dalam konsentrasi berlebih justru bersifat kontraproduktif. Fenomena ini sejalan dengan prinsip hukum minimum Liebig dan konsep toksisitas nutrisi, di mana konsentrasi unsur hara yang melampaui ambang batas optimum dapat menghambat aktivitas fisiologis tanaman. Pada kondisi kelebihan nitrogen, proses fiksasi N_2 oleh *Anabaena azollae* cenderung tertekan karena simbiosis ini bersifat fakultatif ketika nitrogen eksternal tersedia melimpah, aktivitas nitrogenase menurun dan keseimbangan fisiologis antara inang dan simbiosis

terganggu (Thepsilvisut *et al.*, 2024). Selain itu, kelebihan fosfor dalam media dapat memicu akumulasi bahan organik yang mempercepat laju respirasi dan menurunkan efisiensi fotosintesis netto, sehingga akumulasi biomassa secara keseluruhan menjadi lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan dosis yang lebih moderat (Prabhu *et al.*, 2019).

Hal ini menjelaskan mengapa pola pertumbuhan pada minggu ketiga menunjukkan laju negatif pada perlakuan P1 tertentu, yang dapat diinterpretasikan sebagai respons adaptif tanaman terhadap fluktuasi konsentrasi nutrisi di media budidaya. Pemberian POC dengan dosis berlebih juga berimplikasi terhadap kualitas air media budidaya. Peningkatan konsentrasi bahan organik dari POC menyebabkan peningkatan nilai BOD (*biological oxygen demand*) dan COD (*chemical oxygen demand*) akibat aktivitas dekomposisi mikroba yang meningkat, yang pada gilirannya menurunkan kadar oksigen terlarut (DO) dalam air.

Kondisi DO rendah dapat menghambat respirasi akar *Azolla microphylla* dan mengganggu aktivitas simbiosis *Anabaena azollae* yang memerlukan kondisi aerobik untuk fiksasi nitrogen (Wulandari *et al.*, 2023). Di samping itu, akumulasi nutrisi berlebih terutama nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3) yang bersifat toksik pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan perubahan pH air secara drastis dan memicu stres osmotik pada jaringan tanaman (Sood *et al.*, 2016). Kondisi ini juga berpotensi memicu eutrofikasi skala mikro dalam wadah budidaya, di mana pertumbuhan mikroalga kompetitor dapat meningkat dan bersaing dengan *A. microphylla*

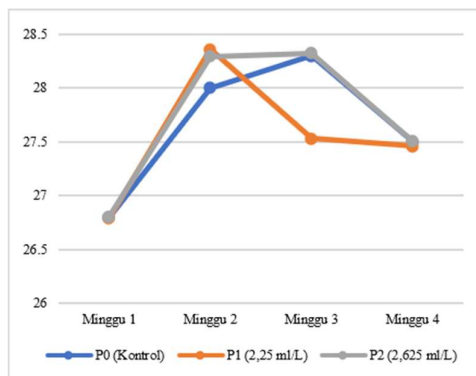
dalam pemanfaatan cahaya dan ruang permukaan air, sehingga secara tidak langsung menekan laju pertumbuhan biomassa (Ting *et al.*, 2022). Dengan demikian, penetapan dosis optimal POC dalam budidaya *A. microphylla* tidak hanya penting dari sisi produktivitas biomassa, tetapi juga krusial untuk menjaga stabilitas kualitas air sebagai media tumbuh yang berkelanjutan

Kualitas Air Selama Penelitian

Selain pemberian perlakuan pupuk organik cair, kondisi kualitas air selama penelitian juga diamati karena dapat memengaruhi pertumbuhan *Azolla microphylla*. Parameter yang diukur meliputi suhu dan pH air. Data hasil pengukuran kualitas air selama penelitian disajikan pada Gambar 5 dan 6.

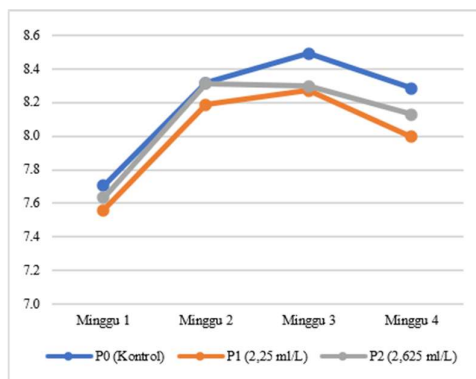
Suhu air selama penelitian berada pada kisaran 20,0–33,6°C dengan rata-rata sekitar 27,42°C. Kisaran ini secara umum masih berada dalam rentang optimal pertumbuhan *Azolla microphylla*. Beberapa penelitian terbaru melaporkan bahwa *Azolla* tumbuh optimal pada suhu 22–30°C, dengan produktivitas biomassa tertinggi terjadi pada suhu sekitar 25–28°C (Sood *et al.*, 2016; Brouwer *et al.*, 2018).

Suhu yang melebihi 32–35°C dapat meningkatkan laju respirasi dan menurunkan efisiensi fotosintesis, sehingga berpotensi menekan pertumbuhan apabila berlangsung dalam waktu lama. Dalam penelitian ini, meskipun terdapat beberapa nilai suhu mendekati 33°C pada siang hari, rata-rata suhu harian tetap berada dalam kisaran optimal, sehingga tidak menjadi faktor pembatas utama produktivitas *Azolla microphylla*.



Gambar 5. Suhu air rata-rata

Parameter pH selama penelitian berada pada kisaran 5,0–9,0 dengan rata-rata sekitar 8,09. Secara umum, *Azolla microphylla* tumbuh baik pada pH 5,5–7,5, namun masih mampu mentoleransi kondisi sedikit basa (pH hingga ± 8) tanpa penurunan pertumbuhan yang signifikan (Sood *et al.*, 2016; Rai & Singh, 2020).



Gambar 6. Rata-rata pH air selama penelitian

Pada pH netral hingga sedikit basa, unsur hara seperti nitrogen dan fosfor umumnya tersedia dalam bentuk yang cukup stabil untuk diserap tanaman. Namun, pada pH yang terlalu tinggi (>8,5), ketersediaan fosfor dapat menurun akibat pengendapan dalam bentuk yang kurang larut. Dalam penelitian ini, meskipun terdapat

fluktuasi pH hingga 9,0, nilai rata-rata yang masih berada pada kisaran sedikit basa menunjukkan bahwa kondisi media tetap relatif mendukung pertumbuhan.

Secara keseluruhan, parameter suhu dan pH selama penelitian masih berada dalam batas toleransi fisiologis *Azolla microphylla* menurut literatur terkini. Oleh karena itu, perbedaan produktivitas yang terjadi antar perlakuan lebih besar kemungkinan disebabkan oleh variasi dosis pupuk organik cair dibandingkan oleh faktor kualitas air. Stabilitas relatif kondisi lingkungan ini memperkuat interpretasi bahwa respons pertumbuhan terutama dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan: (1) Pemberian POC limbah jeroan ikan lele memberikan pengaruh nyata terhadap produktivitas *Azolla microphylla*; perlakuan P1 (2,250 ml/L) menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi (203,00 g) dan berbeda nyata dengan kontrol P0 (108,67 g); (2) Dosis 2,250 ml/L merupakan dosis paling efektif dalam meningkatkan produktivitas *Azolla microphylla* sekaligus mendukung prinsip pengelolaan limbah berbasis ekonomi sirkular.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ni Nyoman Dian Martini, S.Pi., M.P. dan Jasmine Masyitha Amelia, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing, kepada Laboratorium Perikanan Undiksha atas fasilitas penelitian, serta kepada orang tua dan rekan-rekan

Program Studi Akuakultur angkatan Pinctada Maxima atas dukungan dan semangat yang diberikan.

PUSTAKA

- Amri, F., Cokrowati, N., & Scabra, A. R. (2023). Effect of catfish culture waste (*Clarias sp.*) on the growth of silk worms (*Tubifex sp.*). *Jurnal Media Akuakultur Indonesia*, 3(2): 80-93.
- Dewi, R., Lestari, D., & Puspitasari, N. (2022). Pemanfaatan limbah ikan sebagai bahan baku pupuk organik cair. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1): 35-41.
- Hidayat, R., & Wibowo, A. (2021). Pemanfaatan limbah ikan sebagai pupuk organik cair melalui proses fermentasi EM4. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, 9(1): 45-52.
- Hossain, M. Z., Sengupta, A., & Das, M. (2017). Growth and nutrient response of *Azolla* under varying phosphorus concentrations. *Aquatic Botany*, 140: 1-6.
- Jumirah, J., Jati, A. W. N., & Yulianti, L. I. M. (2018). Kualitas pupuk cair organik dengan kombinasi limbah ampas jamu dan limbah ikan. *Biota*, 3(2): 53-61.
- Lestari, D., Kusuma, R., & Hartanto, A. (2024). Potential of *Azolla microphylla* as a nitrogen-fixing aquatic fern for sustainable agriculture. *Jurnal Tanaman dan Sumberdaya Alam*, 13(1): 45-55.
- Nasir, A., Rahman, A., & Fitriani, D. (2021). Analisis beban pencemar dari limbah pengolahan ikan di industri kecil menengah. *Jurnal Sumberdaya Alam dan*

- Lingkungan*, 8(2): 145-153.
- Pageh, I. M., & Aryana, I. G. M. (2018). Solusi strategis penanganan masalah sampah dengan mengolah sampah dapur menjadi pupuk organik cair (POC). *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, 4(2): 175-180.
- Parwata, I. P., Ayuni, N. P. S., Widana, G. A. B., & Suryaputra, I. G. N. A. (2021). Pelatihan pengolahan sampah organik menjadi eco enzyme bagi pedagang buah dan sayur. *Proceeding Senadimas Undiksha 2021*: 631-639.
- Prabhu, P. A. J., Schrama, J. W., & Kaushik, S. J. (2019). Mineral requirements of fish: A systematic review. *Reviews in Aquaculture*, 11(3): 641-661.
- Putri, I., Dewi, R., & Ardiansyah, M. (2019). Komposisi kimia dan kandungan nutrisi limbah pengolahan ikan lele. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, 29(1): 55-62.
- Rahayu, S., Hidayati, N., & Sulistiyani, R. (2020). Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik cair dengan penambahan EM4. *Jurnal Abdi Teknik Pertanian*, 1(2): 55-62.
- Rahmawati, L., Prasetyo, E., & Zulfikar, R. (2020). Komposisi kimia limbah ikan dan potensinya sebagai sumber unsur hara. *Jurnal Agroindustri*, 15(2): 73-80.
- Riyanto, B., & Wijaya, M. (2020). Budidaya *Azolla microphylla* sebagai sumber pakan dan pupuk hijau. *Cybex Pertanian*, 8(1): 20-27.
- Suryani, E., Hidayah, N., & Ramadhan, R. (2020). Pemanfaatan limbah ikan lele untuk pembuatan pupuk organik cair. *Jurnal Bioteknologi Tropis*, 7(1): 22-29.
- Thepsilvisut, O., Boonyanuphong, P., & Mongkolsuk, S. (2024). Developing guidelines for *Azolla microphylla* production: Cultivation, environmental factors, and biomass quality. *Resources*, 13(11): 158.
- Ting, P. L., Yee, L. S., & Othman, R. (2022). Nutrient and mineral composition of *Azolla spp.* cultivated under different water conditions. *Journal of Aquatic Plant Science*.
- USDA Plants Database. (2024). *Azolla microphylla* Classification. United States Department of Agriculture.
- Wardana, A., Mulyani, Y., & Saputra, D. (2024). Efektivitas pemberian pupuk organik cair limbah ikan patin terhadap biomassa *Azolla microphylla* pada media pemeliharaan ikan nila. *Jurnal Perikanan*, 15(2): 45-52.
- Wulandari, L., Fatimah, I., Handayani, T., & Yulintine. (2023). Phytoremediation of catfish (*Clarias gariepinus*) aquaculture waste using aquatic plants. *Jurnal Akuakultur Sebatan*, 4(2): 1-9.
- Yusuf, A. (2019). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dari limbah ikan lele dumbo terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam hijau dan sawi hijau. *Jurnal Agronomi*, 18(1): 33-41.

Kontribusi Penulis: Hasyim, A. mengambil data lapangan, analisis data, menulis manuskrip; Martini, N. N.

D., Amelia, J. M.: verifikasi data, Indriyanto: menulis interpretasi hasil evaluasi hasil, dan revisi naskah; dan peninjauan akhir