Agroekotek View
Jurnal Penelitian Pertanian Agroekoteknologi
Vol. 8 Issue 2, Juli 2025
E-ISSN: 2715-4815

Review: Potensi Unsur Hara Limbah Kolam Lele terhadap Tanaman Sawi

Review: Potential Nutrient Elements from Catfish Pond Waste for Mustard Greens Plants

Muetia Ramadhani*, Riza Adrianoor Saputra

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia.

**e-mail pengarang korespondensi: muetiard@gmail.com*

Received: 24 April 2025; Revised: 1 Juni 2025; Approved: 15 Juli 2025

How to Cite: Ramadhani, M., & R.A. Saputra. (2025). Review: Potensi Unsur Hara Limbah Kolam Lele terhadap Tanaman Sawi. *Agroekotek View*, Vol, 33-40.

ABSTRACT

The effectiveness of using catfish pond waste for mustard plant growth still needs further investigation. The concentration of nutrients in the waste, if too high, can cause nutrient imbalances and potentially lead to toxicity for the plants. The objective of this research is to determine the effect of nutrient content in catfish pond waste on mustard plant growth, how this waste can be optimally utilized to increase plant productivity without negatively impacting the environment or harvest results. The research method used is a literature study, which is then analyzed based on Miles and Huberman's approach, consisting of data collection, data processing, data presentation, and drawing conclusions. The results show that wastewater from catfish farming has the potential to be used as liquid organic fertilizer because it contains macro and micro nutrients beneficial for plant growth. Key nutrients such as nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) play a role in improving vegetative growth, root development, and plant resilience against environmental factors. The research shows that using catfish wastewater can increase plant height, leaf count, and the fresh weight of mustard plants. Catfish wastewater can also be used in hydroponic systems as an alternative nutrient solution. Although catfish wastewater contains beneficial nutrients, the levels of nitrogen, phosphorus, and potassium are still below the standards for liquid organic fertilizer according to existing regulations. Additional processes such as fermentation or the addition of other materials are needed to optimize it as a nutrient source for plants.

Copyright © 2025 Agroekotek View. All rights reserved.

Keywords:
Catfish pond waste; Mustard plant growth; Nutrient content; Liquid organic fertilizer.

Pendahuluan

Salah satu tantangan utama dalam budidaya perikanan dan pertanian adalah kebutuhan akan lahan yang luas serta pasokan air yang melimpah. Gulo & Waruwu (2025) menyatakan bahwa kolam atau tambak memerlukan area yang cukup besar untuk mendukung pertumbuhan ikan dengan kepadatan yang ideal dalam budidaya perikanan. Sistem perikanan konvensional sering kali menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan, terutama jika tidak ada sistem pengelolaan air yang baik. Sementara itu, pertanian juga bergantung pada ketersediaan air dalam jumlah besar, baik untuk irigasi maupun pemeliharaan tanaman. Tanpa pasokan air yang stabil, hasil panen dapat

menurun drastis, terutama di daerah yang rentan terhadap kekeringan (Wulan *et al*., 2023). Penggunaan air secara berlebihan dalam pertanian konvensional juga dapat menyebabkan eksploitasi sumber daya air, menurunkan kualitas tanah, dan mempercepat degradasi lingkungan. Pengelolaan air yang efisien menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan kedua sektor ini. Solusi seperti sistem irigasi hemat air, teknologi resirkulasi dalam perikanan, serta metode pertanian modern seperti hidroponik dan akuaponik dapat membantu mengatasi keterbatasan sumber daya air, sehingga tetap mendukung produksi pangan tanpa merusak keseimbangan lingkungan.

Akuaponik ialah metode penggabungan budidaya ikan (akuakultur) dengan budidaya tanaman tanpa tanah (hidroponik) pada sebuah ekosistem yang saling menguntungkan (Yuniari & Prapti, 2024). Sistem ini dapat memproduksi ikan dan tanaman secara bersamaan dengan memanfaatkan hubungan simbiosis antara keduanya. Akuaponik menjadi model pertanian berkelanjutan yang berbasis pada siklus nutrisi, di mana limbah dari ikan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman berperan dalam menyaring dan membersihkan air yang digunakan oleh ikan. Prinsip kerja akuaponik berpusat pada sirkulasi air yang mengandung limbah organik dari ikan, terutama amoniak yang dihasilkan melalui ekskresi dan sisa pakan yang membusuk (Handayani *et al*., 2020). Jika dibiarkan menumpuk, amoniak dalam jumlah berlebih dapat menjadi zat beracun yang berbahaya bagi ikan. Namun, dalam sistem akuaponik, air yang kaya akan amoniak dan unsur hara lainnya dialirkan ke bagian hidroponik, di mana tanaman menyerap nutrisi tersebut sebagai sumber makanan bagi pertumbuhannya. Proses ini mendukung pertumbuhan tanaman dan berfungsi sebagai biofiltrasi alami, sehingga air yang telah tersaring dan bersih dapat kembali ke kolam ikan dalam kondisi lebih aman (Suhardianto & Hartari, 2023).

Akuaponik menjadi salah satu inovasi pertanian modern yang menggabungkan sistem budidaya ikan dan tanaman dalam suatu ekosistem yang saling menguntungkan (Dita *et al*., 2025). Inovasi ini dianggap sebagai metode pertanian yang ramah lingkungan karena tidak memerlukan penggunaan pupuk kimia serta memiliki sistem pengelolaan limbah yang lebih sederhana dibandingkan dengan metode pertanian konvensional. Sistem akuaponik memanfaatkan kotoran ikan yang mengandung berbagai unsur hara yakni nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) untuk diubah bakteri menjadi nutrisi yang dimanfaatkan tanaman dengan cara diserap. Maka, tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup tanpa perlu tambahan pupuk kimia, sementara air yang telah disaring oleh akar tanaman menjadi lebih bersih dan dapat kembali digunakan dalam sistem budidaya ikan. Proses ini menciptakan siklus tertutup yang dapat mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Menurut Romadloni & Azizah (2024) akuaponik memiliki potensi besar mencapai 90% dalam menghemat air dibandingkan metode pertanian berbasis tanah yang membutuhkan irigasi.

Jenis ikan yang banyak dibudidayakan menggunakan sistem akuaponik dalam penelitian ini adalah lele (*Clarias* sp.). Ikan lele dipilih karena memiliki ketahanan tubuh kuat dalam menghadapi lingkungan yang sering berubah-ubah, pertumbuhan yang cepat, serta sistem pemeliharaan yang relatif mudah. Selain itu, lele juga mampu mengonsumsi berbagai jenis pakan, termasuk limbah organik, sehingga dapat berkontribusi dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuaponik. Menurut Alfahnum (2024), sisa pakan dan kotoran ikan lele menghasilkan limbah yang kaya akan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan optimal misalnya nitrogen, fosfor, dan kalium.

Adapun jenis tanaman yang cocok untuk dibudidayakan dalam sistem akuaponik salah satunya adalah sawi (*Brassica juncea*). Sawi merupakan sayuran bernilai ekonomi tinggi yang memiliki waktu panen relatif singkat, sehingga dapat memberikan hasil yang cepat bagi petani atau pembudidaya akuaponik (Listyowati *et al*., 2024). Tanaman ini

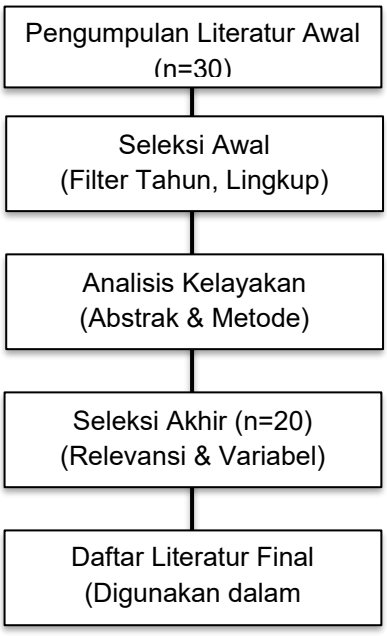
membutuhkan berbagai unsur hara, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium, yang diperoleh dari limbah ikan dalam sistem akuaponik. Budidaya sawi dalam sistem akuaponik dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan membantu meningkatkan produktivitas pertanian dengan cara yang lebih berkelanjutan. Tanaman sawi dapat tumbuh dengan baik karena mendapatkan suplai nutrisi yang cukup dari air yang sudah terfilter melalui sistem biofiltrasi dalam sistem akuaponik (Leiwakabessy *et al*., 2023). Hal ini mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia yang umumnya digunakan dalam pertanian konvensional, yang sering kali dapat mencemari tanah dan air serta merusak ekosistem.

Efektivitas penggunaan limbah kolam lele terhadap pertumbuhan tanaman sawi masih perlu dikaji lebih lanjut. Konsentrasi unsur hara dalam limbah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, bahkan berpotensi menimbulkan toksisitas bagi tanaman. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh unsur hara dalam limbah kolam lele terhadap pertumbuhan sawi menjadi penting untuk menentukan sejauh mana limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal dalam meningkatkan produktivitas tanaman tanpa memberikan efek negatif terhadap lingkungan dan hasil panen.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode kepustakaan atau studi literatur, yaitu pendekatan penelitian yang dikerjakan dengan menelaah berbagai sumber referensi yang relevan dengan topik yang diteliti. Studi literatur yang diterapkan dalam penelitian ini secara sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyusun hasil penelitian yang relevan. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah, buku referensi, serta laporan penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian.

Penelitian ini mengumpulkan 20 jurnal sebagai sumber utama literatur. Jurnal-jurnal tersebut dipilih berdasarkan kredibilitasnya yang berasal dari database bereputasi seperti Scopus, Google Scholar, Research Gate dan jurnal lain terakreditasi. Literatur yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada publikasi dalam rentang waktu 10 tahun terakhir. Proses seleksi literatur dilakukan melalui beberapa tahapan (Gambar 1).



Gambar 1. Seleksi Literatur

Setelah data dari daftar literatur final berhasil dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap informasi yang diperoleh. Analisis dilakukan dengan mengacu pada topik utama penelitian. Dalam proses analisis ini, penelitian mengacu pada metode pengolahan data penelitian kualitatif yang dikemukakan oleh Miles dan Huberman (dalam Ahmad, 2021), yang mencakup 4 tahap utama yaitu pengumpulan data, pengolahan data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Limbah kolam lele memiliki beragam unsur hara mikro dan makro yang dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman, termasuk tanaman sawi. Unsur hara yang terkandung dalam limbah kolam lele, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman sawi, terutama dalam meningkatkan pertumbuhan daun dan perkembangan akar. Menurut Nurrasyida *et al*. (2024), air limbah dari budidaya ikan lele mengandung berbagai unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan utama meliputi Nitrogen (N), Fosfor (P), Amonia (NH_3), Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), dan karbon organik (C-organik), dengan pH berkisar antara 7 hingga 8. Penelitian menunjukkan bahwa air limbah kolam lele kaya akan unsur hara penting. Sejalan dengan penelitian tersebut, Putri *et al*. (2023) juga menyatakan bahwa air limbah lele ini mengandung nitrogen, fosfor, amonia (NH_3), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan karbon organik, dengan pH berkisar antara 7–8.

Wahyuningsih *et al*. (2020) menambahkan amonia merupakan bentuk nitrogen yang paling beracun bagi ikan dan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta gangguan kesehatan ikan jika konsentrasinya tinggi. Jika tidak dikelola dengan baik, nitrogen dalam air limbah juga dapat menyebabkan eutrofikasi ketika dibuang ke badan air alami, yang mengarah pada pertumbuhan alga berlebihan dan penurunan kadar oksigen dalam air (Ritonga, 2024).

Kandungan unsur hara yang terkandung dalam air limbah kolam budidaya lele, seperti Nitrogen, Fosfor, Amonia, dan Karbon Organik, menjadikannya sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair yang kaya akan nutrisi penting. Pemanfaatan air limbah lele sebagai pupuk ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhan tanaman, karena unsur hara tersebut dapat mendukung proses fotosintesis, memperbaiki kualitas tanah, serta meningkatkan daya serap air dan nutrisi oleh akar tanaman.

Nitrogen (N) adalah unsur hara yang memiliki peran penting dalam mendorong pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, seperti daun dan batang. Nitrogen juga berkontribusi dalam membentuk senyawa penting bagi tanaman, termasuk protein, klorofil, dan asam nukleat, yang semuanya berperan dalam proses fotosintesis dan perkembangan sel tanaman agar dapat tumbuh secara optimal. Sementara itu, fosfor (P) memiliki fungsi utama dalam mendukung perkembangan sistem perakaran tanaman, sehingga membantu tanaman menyerap air dan nutrisi lebih efektif. Selain itu, fosfor berperan dalam merangsang pembentukan bunga, mempercepat pematangan buah, serta meningkatkan produksi biji. Tak hanya itu, unsur ini juga memiliki peranan dalam mekanisme penyimpanan serta distribusi energi di dalam sel tanaman, yang sangat penting bagi kelangsungan berbagai proses metabolism. Sedangkan, kalium (K) berfungsi dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman dengan memperbaiki sistem transportasi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman. Kalium juga berperan dalam mengatur mekanisme pembukaan dan penutupan stomata, yang membantu mengurangi kehilangan air melalui transpirasi. Selain itu, unsur ini berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai faktor lingkungan (Salsabila, 2023).

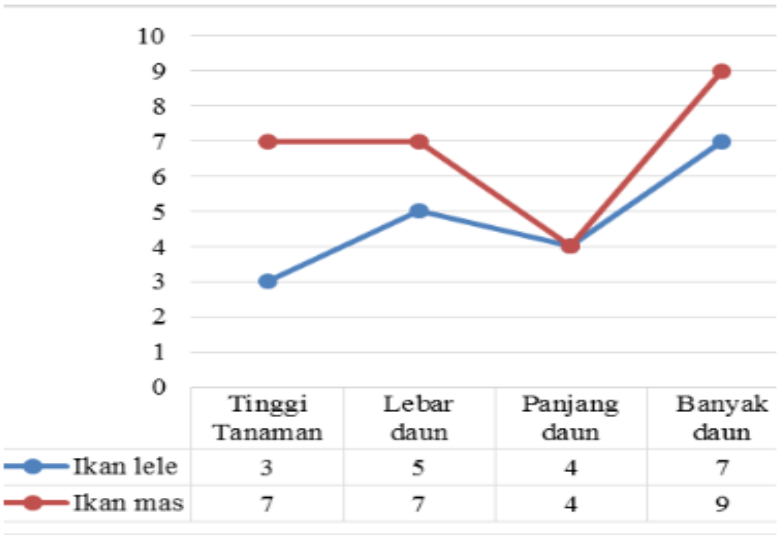
Hasil penelitian oleh Noer *et al*. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan air limbah dari budidaya ikan lele memiliki dampak yang signifikan terhadap berbagai aspek pertumbuhan tanaman. Perlakuan P5 dengan volume 300 ml mampu membuat tanaman tumbuh lebih optimal daripada perlakuan lainnya, termasuk P0 (kontrol/0 ml), P1 (100 ml), P2 (150 ml), P3 (200 ml), dan P4 (250 ml). Pengaruh ini terlihat pada parameter seperti peningkatan jumlah daun, tinggi tanaman, luas permukaan daun, serta bobot basah dan bobot kering tanaman. Limbah air dari kolam lele mengandung berbagai mineral yang berguna bagi tanaman, sehingga dapat memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa air limbah dari budidaya ikan lele berpotensi menjadi pupuk organik cair yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sawi.

Hasil eksperimen oleh Suhardianto & Hartari (2023) menunjukkan bahwa air kolam lele bioflok yang dicampur dengan larutan AB mix dalam perbandingan 1:1 dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi dalam sistem hidroponik untuk budidaya sawi. Air kolam lele bioflok berpotensi menjadi alternatif pengganti larutan AB mix komersial dalam hidroponik untuk ketiga jenis tanaman tersebut. Hal ini dibuktikan dengan hasil pertumbuhan sawi yang serupa atau bahkan lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang dikembangkan dengan memanfaatkan cairan hidroponik komersial.

Hasil penelitian oleh Antu *et al*. (2021) menunjukkan bahwa pada minggu pertama, pertumbuhan tanaman sawi di kedua sistem masih menunjukkan kemiripan (Gambar 2). Namun, pada minggu kedua, perbedaan mulai terlihat lebih jelas (Gambar 3). Tanaman sawi dalam sistem akuaponik dengan ikan lele memiliki tinggi 3 cm, sedangkan dalam sistem akuaponik dengan ikan mas mencapai 7 cm. Lebar daun pada tanaman di sistem akuaponik ikan lele tercatat 5 cm, sedangkan pada akuaponik ikan mas mencapai 7 cm. Meskipun panjang daun di kedua sistem tetap sama, terdapat perbedaan dalam jumlah daun, yaitu 7 helai pada akuaponik ikan lele dan 9 helai pada akuaponik ikan mas. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa sistem akuaponik dengan ikan mas mengalami pertumbuhan yang lebih pesat daripada penggunaan ikan lele. Hal ini terjadi karena perbedaan kandungan unsur hara dalam air limbah dari masing-masing jenis ikan, yang berpengaruh terhadap ketersediaan nutrisi bagi tanaman sawi.

	Tinggi Tanaman	Lebar daun	Panjang daun	Banyak daun
Ikan lele	3	1	1	4
Ikan mas	3	1	1	5

Gambar 2. Pertumbuhan Sawi Minggu ke-1 (Antu *et al*., 2021)



	Tinggi Tanaman	Lebar daun	Panjang daun	Banyak daun
Ikan lele	3	5	4	7
Ikan mas	7	7	4	9

Gambar 3. Pertumbuhan Sawi Minggu ke-2 (Antu *et al*., 2021)

Hasil penelitian oleh Firman & Farida Aryani (2020) menjelaskan kombinasi antara konsentrasi dan waktu aplikasi air limbah budidaya lele tidak membuktikan adanya pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman maupun waktu munculnya bunga. Namun, terdapat pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun dan pengaruh yang sangat signifikan terhadap berat berangkasan basah tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Pemberian pupuk dengan konsentrasi 5 gram per liter setiap lima hari sekali menghasilkan jumlah daun terbanyak serta berat berangkasan basah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Air limbah yang dihasilkan dari budidaya ikan lele memiliki tingkat keasaman (pH) yang berkisar antara 7 hingga 8 serta memuat beragam unsur hara mikro dan makro yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan utama dalam limbah ini meliputi 1,32% nitrogen (N), 2,64% fosfor (P), 0,35% kalium (K), serta 0,63% karbon organik (C-organik). Berdasarkan komposisi nutrisi tersebut, air limbah dari budidaya lele berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC) yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen tanpa harus bergantung sepenuhnya pada pupuk kimia sintetis. Namun, meskipun air limbah ini mengandung unsur hara bagi tanaman, kadar nitrogen, fosfor, kalium, dan karbon organiknya masih berada di bawah standar yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 70 Tahun 2011 mengenai persyaratan pupuk organik cair. Sebaliknya, tingkat pH yang dimiliki air limbah ini telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam regulasi tersebut (Andriyeni *et al*., 2017). Oleh karena itu, meskipun dapat digunakan sebagai sumber nutrisi alternatif bagi tanaman, air limbah budidaya ikan lele mungkin perlu diperkaya dengan bahan tambahan atau difermentasi lebih lanjut agar memenuhi standar pupuk organik cair yang berlaku.

Kesimpulan

Air limbah dari budidaya ikan lele memiliki potensi dijadikan pupuk organik cair. Hal ini disebabkan karena air limbah dari budidaya ikan lele memiliki unsur hara mikro maupun makro yang digunakan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Unsur hara yang terdapat di dalamnya yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berperan dalam

meningkatkan pertumbuhan vegetatif, perkembangan akar, serta ketahanan tanaman terhadap faktor lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air limbah lele dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat berangkasan tanaman sawi. Air limbah lele juga dapat digunakan dalam sistem hidroponik sebagai alternatif larutan nutrisi. Namun, dalam sistem akuaponik, tanaman yang menggunakan air limbah ikan mas menunjukkan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan air limbah ikan lele, mengindikasikan adanya perbedaan kandungan nutrisi antar jenis ikan.

Daftar Pustaka

Ahmad, A., & Muslimah, M. (2021). Memahami teknik pengolahan dan analisis data kualitatif. In *Proceedings of Palangka Raya International and National Conference on Islamic Studies (PINCIS)* (Vol. 1, No. 1).

Alfahnum, M., Masitha Astriani, M., & Haryo Basuki, K. (2024). Edukasi Ternak Lele Dalam Ember dan Pemanfaatan Airnya Sebagai Pupuk Tanaman. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (JPMN)*, *4*(2), 257–263. https://doi.org/10.35870/jpmn.v4i2.3426

Andriyeni, A., Firman, F., Nurseha, N., & Zulkhasyni, Z. (2017). Study of macro nutrient potential from catfisth waste water as a source for organic fertiliser. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan*, 15(1), 71-75.

Antu, E. S., Djafar, R., & Saliko, F. (2021). Identifikasi pengaruh perkembangan tanaman terhadap dua jenis ikan menggunakan sistem akuaponik. *JTPG (Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo)*, 6(2), 41-45. https://doi.org/10.30869/jtpg.v6i2.791

Dita, F., Astuti, R., Prihartono, W., & Hamonangan, R. (2025). Pengoptimalan Pertumbuhan Tanaman dan Ikan dengan Teknologi Internet of Things pada Sistem Aquaponik. *Informasi Interaktif: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 10(1).

Firman & Farida Aryani. (2020). RESPON SAWI (Brassica juncea L) TERHADAP POC AIR LIMBAH BUDIDAYA LELE PLUS (ALBL PLUS). *Jurnal Agriculture*, 15(2), 27-32. https://doi.org/10.36085/agrotek.v15i1.1300

Leiwakabessy, I. M., Yanti, D. I. W., Tabalessy, R. R., & Palemba, J. (2023). Upaya Meningkatkan Jiwa Kewirausahaan Melalui Usaha Aquaponik di Kelurahan Makbusun Disrtik Mayamuk Kabupaten Sorong. *JCES (Journal of Character Education Society)*, 6(2), 305-315. https://doi.org/10.31764/jces.v6i2.9085

Listyowati, E., Anjaini, J., Syakuri, H., Ekasanti, A., Nugrayani, D., Simangunsong, T., & Purnomo, W. H. (2024). Optimalisasi Pemanfaatan Lahan dan Sumber Air melalui Kombinasi Budidaya Dalam Ember dan Akuaponik untuk Peningkatan Gizi Masyarakat Desa Serayu Larangan, Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(4), 1616-1623. 10.29303/jpmpi.v7i4.9823

Gulo, B., & Waruwu, I. (2025). Pengaruh Desain Kolam Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Ikan Nila pada Sistem Budidaya Intensif. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan,* 3(1), 01-10. https://doi.org/10.62951/manfish.v3i1.103

Handayani, M., Vikasari, C., & Prasadi, O. (2020). Akuaponik sebagai sistem pemanfaatan limbah budidaya ikan lele di Desa Kalijaran. *JTRM (Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur),* 2(1), 41-50. https://doi.org/10.48182/jtrm.v2i1.21

Noer, M. N. K., Pratiwi, A. H., Abidin, Z., Setiawan, A., & Cahyani, D. N. A. (2025). Pengaruh Pemberian Air Limbah Budidaya Ikan Lele terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.). *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 13(1), 1-6. https://doi.org/10.33005/plumula.v13i1.238

Nurrasyida, F. U., Kasmiyati, S., & Sucahyo, S. (2024). Efektivitas Tumbuhan Mata Lele (Lemna minor L.) dengan Kombinasi Probiotik dalam Menurunkan Kadar Amonia dan Fosfat pada Air Kolam Budidaya Ikan Lele. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1108-1113. https://doi.org/10.14710/jil.22.5.1108-1113

Putri, D. S., Miranti, S., Wulandari, R., Muzahar, M., Irawan, H., & Bakkara, O. R. (2023). Pemanfaatan Limbah Buangan Air Ikan Lele sebagai Pupuk Cabai Rawit pada Kelompok Pembudidaya Ikan di Desa Resun Kabupaten Lingga. *Aquana: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), 117-121. https://doi.org/10.20527/aquana.v4i2.65

Ritonga, Y. S. (2024). Reduksi Amonia Pada Air Kolam Ikan Lele Dengan Menggunakan Ekoenzim Dan Saccharomyces Cerevisiae (Doctoral dissertation, UIN Sumatera Utara Medan).

Romadloni, S. R., & Azizah, N. A. (2024). Pendampingan Pemanfaatan Akuaponik untuk Kemandirian Ekonomi di Masyarakat Kampung Besaran. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 10-13. https://doi.org/10.62734/ipm.v1i1.246

Salsabila, R. K. (2023). Pengaruh Pemberian Ekoenzim sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica rapa L.). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, *12*(1), 50-59. https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n1.p50-59

Suhardianto, A., & Hartari, A. (2023). Potensi Air Kolam Lele Bioflok sebagai Pengganti Larutan Hidroponik Komersial pada Budidaya Tanaman Sawi. *SAINTEKES: Jurnal Sains, Teknologi Dan Kesehatan*, *2*(3), 417-423. https://doi.org/10.55681/saintekes.v2i3.133

Wahyuningsih, S., Gitarama, A. M., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112-125. https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929

Wulan, Z. S., Laapo, A., & Howara, D. (2023). Tingkat Ketergantungan Petani terhadap Air Irigasi pada Padi Sawah di Kecamatan Sirenja Kabupaten Donggala. *Jurnal Pembangunan Agribisnis (Journal of Agribusiness Development)*, 2(3), 373-380. https://doi.org/10.22487/jpa.v2i3.1995

Yuniari, S. H. Y., & Prapti, K. P. P. (2024). Pemanfaatan Pekarangan Rumah Sebagai Akuaponik untuk Ketahanan Pangan Menghadapi New Normal Di Pantai Rejo, Banyuwangi. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 14-18. https://doi.org/10.62734/ipm.v1i1.247