

BUDIDAYA SISTEM AKUAPONIK DAN PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) PADA ERA NEW NORMAL DI KELURAHAN TIRTA SIAK KECAMATAN PAYUNG SEKAKI, KOTA PEKANBARU

Aquaponics System Cultivation and Liquid Organic Fertilizer (POC) Production in the New Normal Era in Tirta Siak Subdistrict, Payung Sekaki District, Pekanbaru City

Fahrial^{1*}, Ilma Satriana Dewi¹⁾, Septina Elida¹⁾, Salmita Salman²⁾, Sri Mulyani²⁾, Mattalail Fajry Yansyah³⁾, Wanda Saputra³⁾

¹⁾Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau

³⁾Mahasiswa Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau

* Corresponding Author Email: fahrial@agr.uir.ac.id

Dikirim: 12 Mei 2025

Diterima: 14 Mei 2025

Dipublikasi: 25 Juni 2025

ABSTRACT

The community service activity consisted of a training program on vegetable cultivation using the aquaponic system and the production of liquid organic fertilizer (POC) for the residents of Tirta Siak Subdistrict. This activity aimed to introduce vegetable cultivation techniques using hydroponics that can be integrated with fish farming (aquaponics). The event was conducted face-to-face while adhering to health protocols and involved delivering materials related to the aquaponic system. The activity proceeded smoothly and successfully. The community service program was held at the Tirta Siak Subdistrict Pavilion, where the team of lecturers delivered materials related to aquaponics and POC in accordance with their respective fields of expertise. The training program on vegetable cultivation using the aquaponic system for the Tirta Siak community was successfully held on Thursday, April 8, 2021, and ran smoothly according to the planned schedule. It is hoped that the implementation of this community service activity can help residents adopt a healthier lifestyle and provide economic benefits as an alternative to improve their standard of living.

Keywords: Aquaponics, Liquid Organic Fertilizer, Vegetable Plants

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian pada masyarakat berupa pelatihan dalam kegiatan budidaya tanaman sayuran dengan sistem akuaponik dan pembuatan pupuk organik cair (POC) pada masyarakat kelurahan Tirta Siak. Kegiatan ini bertujuan untuk mengenalkan teknik budidaya sayuran hidroponik yang dapat dikombinasikan dengan kegiatan budidaya ikan (akuaponik). Acara dilaksanakan tatap muka dengan mematuhi protokol kesehatan berupa menyampaikan materi yang berkaitan dengan sistem akuaponik, berjalan dengan baik dan lancar. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Pendopo Kelurahan Tirta Siak. Tim dosen memberikan materi yang berkaitan dengan akuaponik dan POC sesuai dengan bidang ilmunya masing-masing. Program pelatihan budidaya tanaman sayuran dengan sistem akuaponik pada masyarakat kelurahan Tirta Siak telah terselenggara pada hari Kamis, tanggal 08 April 2021 terlaksana dengan baik dan berjalan lancar

sesuai dengan rencana kegiatan yang telah disusun. Dengan telah terlaksananya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diharapkan dapat membantu masyarakat untuk hidup sehat dan memberikan keuntungan sebagai alternatif dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Katakunci: Akuaponik, Pupuk Organik Cair, Tanaman Sayuran

PENDAHULUAN

Pertanian dan perikanan merupakan sektor penting dalam ketahanan pangan dan peningkatan pendapatan masyarakat, terutama di masa era new normal pasca pandemi COVID-19. Di masa ini, masyarakat dituntut untuk lebih mandiri dalam memenuhi kebutuhan pangan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada secara efisien dan ramah lingkungan (FAO, 2020). Isu pangan menjadi persoalan krusial bagi seluruh lapisan masyarakat salah satunya adalah masyarakat perkotaan yang dimana masalah utama di daerah kota adalah ketahanan pangan yang dimana kebutuhan pangan semakin lama akan meningkat tetapi lahan pertanian tidak mampu mencukupi kebutuhan tersebut (Manik dkk., 2020). Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya yang tersedia harus mampu ditangani secara optimal terutama di masa krisis seperti sekarang ini. Produk yang dihasilkan dapat dikonsumsi oleh skala rumah tangga atau dijual, namun manfaat sosial dan ekologisnya tetap dipertahankan (Sungkar, 2015).

Salah satu teknologi inovatif yang dapat menjawab tantangan tersebut adalah sistem akuaponik, yaitu integrasi budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman tanpa tanah (hidroponik) dalam satu siklus tertutup yang saling menguntungkan (Goddek et al., 2019). Maitland et al (2024); Wirza & Nazir (2021); Junge (2021); Stoyanova et al (2024), akuaponik merupakan metode pertanian inovatif yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) menjadi satu sistem terpadu. Metode ini memanfaatkan hubungan simbiosis antara ikan dan tanaman, di mana kotoran ikan menyediakan nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman, dan tanaman membantu menyaring dan membersihkan air untuk ikan.

Metode hidroponik menginspirasi ide kreatif berupa sistem akuaponik, yaitu gabungan budidaya tanaman tanpa tanah dan budidaya ikan dalam satu sistem saling mendukung. Sistem ini efisien karena memanfaatkan lahan terbatas untuk dua komoditas sekaligus (Shobihah et al., 2022). Selain itu, pupuk organik cair (POC) juga semakin diminati karena dapat menyuburkan media tanam dan meningkatkan hasil tanpa residu berbahaya (Pradita & Koesriharti, 2019). POC dari bahan organik lokal menjadi solusi berkelanjutan sekaligus mengurangi limbah organik.

Minat masyarakat terhadap perikanan dan pertanian yang terintegrasi ini mendorong penerapan teknologi akuaponik sebagai solusi pemanfaatan lahan sempit, seperti pekarangan rumah, untuk produksi ikan dan sayur secara berkelanjutan (Fauza et al., 2021). Dengan pelatihan dan pembimbingan yang tepat, masyarakat dapat menguasai teknik budidaya akuaponik dan pembuatan POC yang mendukung kesuburan tanaman secara alami, sehingga membuka peluang usaha sekaligus memenuhi kebutuhan pangan di tingkat rumah tangga.

Sistem akuaponik mampu mengoptimalkan lahan sempit, sehingga cocok diterapkan di wilayah urban maupun pinggiran kota, seperti Kelurahan Tirta Siak, Kecamatan Payung Sekaki, Kota Pekanbaru. Melalui sistem ini, limbah budidaya ikan dimanfaatkan sebagai nutrisi tanaman, dan tanaman menyaring air bagi ikan, menciptakan simbiosis yang efisien

dan ramah lingkungan (Somerville et al., 2014). Selain itu, akuaponik juga mengurangi ketergantungan pada pupuk dan bahan kimia berbahaya, sehingga hasil panen lebih sehat. Namun, masih banyak warga Tirta Siak yang belum memahami teknik akuaponik dan pembuatan pupuk organik cair (POC). Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengelola akuaponik dan memproduksi POC secara mandiri. Dengan demikian, diharapkan tercapai ketahanan pangan, diversifikasi usaha, dan peningkatan pendapatan rumah tangga di era new normal.

MASALAH

Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengembangan sistem akuaponik dan pembuatan pupuk organik cair (POC) di Kelurahan Tirta Siak adalah kurangnya informasi yang diterima masyarakat mengenai potensi dan prospek pasar dari kedua komoditas tersebut. Padahal, sistem akuaponik yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem terpadu sangat sesuai diterapkan di lahan sempit serta memiliki nilai ekonomis tinggi jika dikelola dengan baik. Selain itu, pembuatan POC dari bahan-bahan organik yang mudah ditemukan di sekitar lingkungan juga memiliki prospek sebagai produk ramah lingkungan yang dapat digunakan sendiri maupun dipasarkan.

Namun demikian, pengetahuan dan keterampilan masyarakat mengenai teknik dasar budidaya akuaponik dan pembuatan POC masih sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang tepat untuk mengenalkan teknik akuaponik dan pembuatan POC secara sederhana, praktis, dan aplikatif, sehingga masyarakat dapat menerapkannya secara mandiri. Dengan penguasaan teknologi tersebut, diharapkan masyarakat tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pangan rumah tangga secara berkelanjutan, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan ekonomi melalui pemanfaatan lahan sempit yang sebelumnya tidak produktif.

METODE

Metode pengabdian kepada masyarakat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode pelatihan partisipatif yang dilaksanakan secara bertahap. Tahapan kegiatan dimulai dengan sosialisasi program kepada masyarakat setempat, yang bertujuan untuk memperkenalkan tujuan, manfaat, serta rencana kegiatan yang akan dilakukan. Sosialisasi dilakukan melalui pertemuan warga yang difasilitasi oleh tim pengabdian bersama perangkat kelurahan.

Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan pelatihan, yang berfokus pada pemberian penjelasan mengenai sistem akuaponik sederhana (budikdamber), yaitu teknik yang memadukan budidaya ikan secara akuakultur dan penanaman sayuran secara hidroponik, serta pelatihan pembuatan pupuk organik cair dari limbah rumah tangga. Dalam sesi ini, masyarakat diberikan materi secara interaktif, diikuti dengan sesi tanya jawab untuk menggali persoalan yang dihadapi peserta dan memperdalam pemahaman mereka terhadap materi.

Selanjutnya, dilakukan demonstrasi langsung oleh tim mahasiswa, yang memperlihatkan tahapan pembuatan sistem budikdamber menggunakan ember sebagai media pembesaran ikan lele dan gelas plastik sebagai tempat penanaman sayuran kangkung. Demonstrasi juga mencakup proses pembuatan pupuk organik cair dari sisa bahan makanan rumah tangga.

Setelah pelatihan dan demonstrasi, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan dan monitoring, di mana tim pengabdian melakukan kunjungan berkala ke rumah peserta untuk memantau perkembangan dan memberikan arahan teknis jika ditemukan kendala. Tahap akhir adalah evaluasi kegiatan, yang dilakukan melalui diskusi terbuka untuk mengetahui tingkat pemahaman, kepuasan, dan rencana tindak lanjut dari peserta terhadap program yang telah dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Kelurahan Tirta Siak, Kecamatan Payung Sekaki, Kota Pekanbaru, memperoleh respons positif dari masyarakat setempat. Program ini terdiri atas dua sesi utama, yaitu: (1) pelatihan dan demonstrasi sistem budidaya akuaponik sederhana berbasis rumah tangga, dan (2) pelatihan pembuatan pupuk organik cair (POC) yang bersumber dari limbah dapur rumah tangga. Kegiatan dilaksanakan pada hari Kamis, 8 April 2021, mulai pukul 14.00 WIB, bertempat di Pendopo Kelurahan Tirta Siak. Lokasi kegiatan dapat dijangkau dalam waktu kurang lebih 30 menit menggunakan transportasi darat dari pusat kota.



Gambar 1. Tim Pengabdian dan Mitra Kegiatan Pengabdian

Warga Kelurahan Tirta Siak telah berkumpul di tempat kegiatan dan menyambut dengan baik tim pengabdian. Kegiatan ini dihadiri oleh 22 orang warga. Awal kegiatan di buka oleh Ibu Neneng Faridah, S.IP selaku Sekretaris Lurah. Acara dibuka dengan doa bersama agar kegiatan dapat berjalan lancar dan di ridhoi Allah SWT. Selanjutnya, moderator memberikan kesempatan kepada tim dosen untuk menyampaikan materi sesuai bidang keahlian yang berkaitan dengan tema yang telah diusung. Sesi pelatihan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar sistem akuaponik, manfaatnya, serta potensi ekonominya. Masyarakat sangat antusias, terutama karena sistem ini memungkinkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu unit terintegrasi yang hemat tempat dan air. Konsep Budikdamber (budidaya ikan dalam ember) dijadikan model karena kesesuaiannya untuk diterapkan di lingkungan pekarangan sempit.

Materi disampaikan dalam bentuk power point dan dipresentasikan kepada warga. Setelah selesai pemberian materi, kegiatan dilanjutkan dengan sesi tanya jawab. Warga

cukup aktif dan antusias memberikan pertanyaan terkait sistem akuaponik karena berdasarkan informasi yang diterima bahwa warga belum mengetahui mengenai sistem ini. Selanjutnya demonstrasi dilakukan dengan memanfaatkan ember bekas sebagai kolam ikan lele dan penggunaan gelas plastik bekas yang dilubangi pada bagian bawah dan diberi kain flanel untuk menyerap air. Masing-masing cup diisi dengan arang dan dikaitkan disekeliling permukaan ember dengan menggunakan kawat besi. Air hasil budidaya lele yang mengandung limbah nitrogen menjadi sumber nutrisi bagi tanaman. Sebaliknya, tanaman membantu menyaring air, menciptakan siklus yang efisien sebagaimana disampaikan oleh Somerville et al. (2014). Peserta diberikan kesempatan langsung untuk merakit unit budikdamber, yang mendorong mereka lebih memahami teknik secara praktis.

Pada sesi kedua, dilakukan pelatihan pembuatan POC berbahan dasar limbah organik rumah tangga seperti sisa sayuran, kulit buah, dan air cucian beras. Peserta dikenalkan pada prinsip dasar fermentasi dan pentingnya mikroorganisme lokal dalam proses dekomposisi. Proses ini sejalan dengan pendekatan pengelolaan sampah berbasis sumber dan mendukung pertanian berkelanjutan (Pradita & Koesriharti, 2019).

Demonstrasi pembuatan dilakukan dengan mencampurkan bahan organik dengan gula merah sebagai sumber energi bagi mikroorganisme, kemudian difermentasi selama 1–2 minggu dalam wadah tertutup. Setelah masa fermentasi, cairan hasilnya dapat digunakan sebagai pupuk untuk sayuran. Beberapa peserta mencatat dan merekam proses ini sebagai panduan untuk replikasi di rumah. Manfaat langsung dari POC yang dihasilkan adalah peningkatan kesuburan tanaman serta pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia, sesuai dengan temuan Manik dkk. (2020) mengenai pentingnya alternatif pupuk ramah lingkungan dalam budidaya urban.



Gambar 2. Tim Pengabdian dan Peserta Kegiatan Pengabdian

Setelah pelatihan, peserta menunjukkan ketertarikan tinggi untuk mencoba sistem ini di rumah masing-masing. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan literasi teknologi budidaya terpadu di kalangan masyarakat urban, sebagaimana diungkapkan oleh Fauza et al. (2021) bahwa sistem akuaponik memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan skala rumah tangga. Dari total 22 peserta pelatihan, sebagian besar peserta juga memberikan umpan balik positif atas metode penyampaian yang aplikatif dan bahan yang mudah dijangkau. Pendekatan berbasis praktik langsung dinilai sangat membantu pemahaman, terutama bagi peserta yang belum memiliki latar belakang di bidang pertanian atau perikanan.

Pembinaan akuaponik dinilai berpotensi diberikan kepada masyarakat di era new normal ini. Sebagaimana dalam laporan budidaya gabungan ikan dan sayuran melalui metode akuaponik di desa Serut, kecamatan Panti, kabupaten Jember oleh Dewanti (2019), dijelaskan bahwa sistem akuaponik dipilih sebagai bagian dari program pemberdayaan desa karena dianggap memiliki potensi yang sangat besar dalam pengembangan budidaya sayuran secara hidroponik. Potensi tersebut dilihat dari aspek tata letak wilayah yang mendukung, tingkat kepedulian serta semangat kemandirian masyarakat yang cukup tinggi, serta adanya jiwa kewirausahaan yang tumbuh di tengah warga desa tersebut. Karakteristik ini menjadikan teknologi akuaponik tidak hanya sekadar metode budidaya, tetapi juga sebagai sarana untuk meningkatkan ekonomi lokal secara berkelanjutan. Shobihah et al (2022), dengan pendekatan yang sederhana dan partisipatif, masyarakat dapat diberdayakan untuk memanfaatkan pekarangan rumah menjadi sumber pangan dan pendapatan tambahan

Sementara itu, dalam kegiatan penyuluhan akuaponik pada masa pandemi COVID-19 di RT. 003, RW. 006 Desa Kabasaran, sebagaimana disampaikan oleh Febrianti et al. (2020), disebutkan bahwa kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan baru serta meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai sistem akuaponik, yang dipandang sebagai solusi alternatif dalam menciptakan peluang usaha baru selama masa pandemi. Melalui kegiatan edukasi ini, masyarakat didorong untuk mengembangkan kemampuan dalam mengelola sistem akuaponik secara mandiri sebagai bentuk adaptasi terhadap situasi krisis, sekaligus mendukung ketahanan pangan dan ekonomi rumah tangga.

Untuk memastikan efektivitas program, dilakukan monitoring dan evaluasi melalui observasi langsung serta wawancara singkat kepada peserta setelah kegiatan berlangsung. Hasil monitoring menunjukkan adanya peningkatan minat masyarakat untuk mempraktikkan sistem akuaponik di lingkungan rumah masing-masing. Sementara itu, evaluasi kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta merasa terbantu dengan materi yang diberikan dan menyatakan adanya peningkatan pemahaman serta motivasi untuk mencoba sistem tersebut secara mandiri. Dengan demikian, kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap mitra, khususnya dalam mendorong kemandirian dan inovasi di bidang pertanian rumah tangga selama masa pandemi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari program pelatihan budidaya tanaman sayuran dan ikan dengan sistem akuaponik serta pembuatan pupuk organik cair (POC) bagi warga Kelurahan Tirta Siak yang dilaksanakan di Pendopo Kelurahan Tirta Siak adalah bahwa kegiatan pengabdian ini telah terselenggara dengan baik dan lancar. Kelancaran pelaksanaan didukung oleh

partisipasi aktif dari para dosen, mahasiswa, serta warga yang menjadi peserta pelatihan. Kegiatan ini juga berhasil membantu masyarakat dalam memahami dan melihat peluang bisnis dari prospek pasar sistem akuaponik dan pembuatan POC, khususnya di wilayah Kelurahan Tirta Siak, Kecamatan Payung Sekaki. Selain itu, pelatihan ini telah berhasil mengenalkan teknik budidaya akuaponik sederhana serta cara pembuatan POC kepada masyarakat, sehingga diharapkan mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, serta potensi ekonomi warga secara berkelanjutan. Adapun saran yang dapat diberikan untuk perbaikan ke depannya antara lain perlunya dilakukan persiapan yang lebih detail terkait sarana dan prasarana guna menunjang kelancaran kegiatan, sehingga tujuan pelatihan dapat tercapai secara lebih optimal. Selain itu, disarankan adanya kegiatan lanjutan berupa pelatihan sejenis, baik dengan sistem yang berbeda maupun dengan sistem yang sama, namun dilaksanakan di lokasi lain agar manfaat dari program ini dapat dirasakan oleh masyarakat yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Riau yang telah memberikan dukungan pendanaan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Kegiatan ini dibiayai melalui Skema Pengabdian Internal LPPM Universitas Islam Riau, sesuai dengan Kontrak Pengabdian Nomor: 90/PkM/KONTRAK/LPPM-UIR/12-2020. Dukungan ini sangat membantu dalam mewujudkan program pemberdayaan masyarakat secara nyata. Semoga hasil dari kegiatan ini dapat memberikan dampak positif dan berkelanjutan bagi mitra serta lingkungan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewanti, P., Sigit Soepardjono., Didik Pudji Restanto., Bambang Sugiharto. (2019). Budidaya Terpadu Ikan Dan Sayuran Melalui Metode Akuaponik Di Desa Serut Kecamatan Panti Kabupaten Jember. *Warta Pengabdian*, 13(4), 155-164. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v5i1.1398>
- Fauza, N., Wardana, A. A., Pratiwi, A., Winalda, B., Putri, D. M., Tihanum, D., Dwindi, D. A., Anika, H. J., Bramuli, J., Hafiz, M. F., & Fernando, M. R. (2021). Akuaponik Sebagai Sarana Pemberdayaan Masyarakat Labuhbaru Barat Dalam Konsep Urban Farming. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 17(2), 269-278. <https://doi.org/10.20414/transformasi.v17i2.3778>
- Febrianti, D., Putra, G., Handayani, S., & Masykur, M. (2020). Membangun Bangsa Dari Desa Melalui Sistem Akuaponik Ditengah Pandemi Covid 19. *LOGISTA-Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), 450-456.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). *The state of food security and nutrition in the world 2020*. <https://www.fao.org/publications/sofi/2020/en/>
- Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B., & Burnell, G. (2019). *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*. Springer Cham. Switzerland.
- Junge, R. (2021). Aquaponic Systems. *Nature-Based Solutions for Wastewater Treatment: A Series of Factsheets and Case Studies*, pp. 316-319.

- Maitland, D.M., Savidov, N.A., Shultz, R.C., Colombo, S.M. (2024). Aquaponics systems: a holistic, ecosystem approach to food production. *Future Food Systems: Exploring Global Production, Processing, Distribution and Consumption*, pp. 147-160. <https://DOI:10.1016/B978-0-443-15690-8.00024-2>
- Manik, C. D., Effendy, A. A., Rahayu, R. S., Noviyanti, I., & Farida, S. I. (2020). Penyuluhan Akuaponik Dalam Masa Pandemi Covid-19 di RT. 003, RW. 006 Desa Kabasiran. *Jurnal Abdimas Tri Dharma Manajemen*, 1(3), 103-110. DOI: <https://doi.org/10.32493/ABMAS.v1i3.p103-110.y2020>
- Pradita, N., & Koesriharti. (2019). Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Sistem NFT. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(4), 706–712.
- Shobihah, H. N., Yustiati, A., & Andriani, . (2022). Produktivitas Budidaya Ikan Dalam Berbagai Konstruksi Sistem Akuaponik (Review). *Jurnal Akuatika Indonesia*, 7(1), 34-41. <https://jurnal.unpad.ac.id/akuatika-indonesia/article/view/39441>
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. FAO. Rome.
- Stoyanova, S., Sirakov, I., Velichkova, K. (2024). Sustainable Production: Integrating Medicinal Plants with Fish Farming in Aquaponics—A Mini Review. *Sustainability (Switzerland)*, 16 (15), art. no. 6337. <https://DOI:10.3390/su16156337>
- Sungkar, M. (2015). *Akuaponik Ala Mark Sungkat*. Pertama. edited by A. D. S. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Wirza, R., Nazir, S. (2021). Urban aquaponics farming and cities- a systematic literature review. *Reviews on Environmental Health*, 36 (1), pp. 47-61. <https://DOI:10.1515/reveh-2020-0064>