

Urban farming transformation through a PAR approach: Enhancing production capacity and business management

Ima Aryani, Ratnasari Nur Rohmah, Muhammad Halim Maimun, Sabrina Nur Alifah,
Inta Isnaningrum, Efri Roziaty✉

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

✉er375@ums.ac.id

doi <https://doi.org/10.31603/ce.15143>

Abstract

Urban farming serves as a strategic solution for strengthening household food security in limited areas. This community service program aims to enhance the hydroponic lettuce production capacity and business management professionalism of the Mutiara Women Farmer Group (KWT) in Surakarta. The methodology employed was Participatory Action Research (PAR), integrating participatory planning, technical cultivation training, bookkeeping mentoring, and digital marketing strategies. The results showed achievements surpassing the initial targets: hydroponic lettuce production significantly increased by 77%, rising from 45 kg to 80 kg per harvest period. Beyond quantity, the harvest quality became more uniform, meeting market standards. Regarding management, KWT members successfully implemented a simple financial recording system and began adopting digital platforms for marketing their produce. This program demonstrates that the synergy between hydroponic technology and institutional strengthening effectively enhances the sustainable economic independence of urban communities.

Keywords: Hydroponics; Women farmer group; Urban farming; Food security

Transformasi urban farming melalui pendekatan PAR: Peningkatan kapasitas produksi dan manajemen bisnis

Abstrak

Pertanian perkotaan (*urban farming*) menjadi solusi strategis dalam memperkuat ketahanan pangan keluarga di lahan terbatas. Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas produksi selada hidropnik dan profesionalisme manajemen usaha pada Kelompok Wanita Tani (KWT) Mutiara di Surakarta. Metode yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR), yang mengintegrasikan perencanaan partisipatif, pelatihan teknis budidaya, pendampingan pembukuan, dan strategi pemasaran digital. Hasil kegiatan menunjukkan capaian yang melampaui target dimana produksi selada meningkat signifikan sebesar 77%, dari 45 kg menjadi 80 kg per periode panen. Selain kuantitas, kualitas panen menjadi lebih seragam dan memenuhi standar pasar. Dari aspek manajemen, anggota KWT telah berhasil mengimplementasikan sistem pencatatan keuangan sederhana dan mulai mengadopsi platform digital untuk pemasaran hasil panen. Program ini membuktikan bahwa sinergi antara teknologi hidropnik dan penguatan kelembagaan efektif dalam meningkatkan kemandirian ekonomi masyarakat urban secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Hidropnik; Kelompok wanita tani; Pertanian perkotaan; Ketahanan pangan

Contributions to
SDGs



Article History

Received: 26/10/25

Revised: 16/12/25

Accepted: 29/12/25

1. Pendahuluan

Pertanian perkotaan saat ini berkembang sangat pesat seiring dengan semakin meningkatkan perkembangan perkotaan. Salah satu penyangga utama perekonomian perkotaan yaitu perkebunan dan pertanian. Masyarakat perkotaan saat ini sudah banyak terinspirasi model pertanian tradisional namun harus mampu diterapkan pada lahan sempit. Salah satu permasalahan di perkotaan adalah sempitnya lahan. Pertanian di lahan terbatas dan sempit tersebut salah satunya bisa dilakukan secara hidroponik (Haryanto et al., 2021). Hidroponik tidak hanya memungkinkan budidaya sepanjang tahun, tetapi juga menghasilkan produk yang higienis, berkualitas, dan bernilai ekonomi tinggi (Alridiwersah et al., 2021).

Perkembangan kawasan perkotaan berdampak pada semakin terbatasnya lahan untuk bercocok tanam. Alih fungsi lahan ke permukiman, industri, dan infrastruktur mengurangi ruang pertanian, sementara kebutuhan pangan terus meningkat. Pertanian kota dengan sistem hidroponik hadir sebagai solusi untuk memanfaatkan lahan sempit secara lebih efisien (Suryani et al., 2020). Di Kelurahan Malangjiwan, Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah, telah dilaksanakan kegiatan pertanian yang melibatkan ibu-ibu rumah tangga setempat. Pada tahap awal, sebelum menerapkan budidaya selada secara hidroponik, para ibu rumah tangga menanam berbagai tanaman palawija, seperti cabai, tomat, daun bawang, dan selada, menggunakan media tanah di pekarangan rumah masing-masing yang relatif terbatas. Keterbatasan lahan tersebut kemudian mendorong munculnya gagasan untuk mengoptimalkan lahan secara bersama-sama, yang selanjutnya diwujudkan melalui penerapan sistem budidaya tanaman dengan media air (hidroponik). Dipilih tanaman selada disebabkan karena masa pertumbuhan selada ini termasuk pendek yaitu 35 hari. Terlebih, di Kabupaten Karanganyar pertanian selada hidroponik mengalami perkembangan yang cukup pesat (Purwani & Lestari, 2022).

Selada merupakan salah satu komoditas hortikultura dengan siklus tanam singkat dan permintaan pasar stabil, sehingga potensial untuk dikembangkan dalam skala rumah tangga maupun kelompok (Amalia et al., 2020). KWT Mutiara memiliki potensi besar dalam pengembangan selada hidroponik, namun menghadapi keterbatasan pengetahuan teknis, produktivitas yang rendah, dan manajemen usaha yang belum tertata (Hidayati et al., 2019). Oleh karena itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan untuk meningkatkan produksi selada hidroponik sekaligus memperkuat kapasitas manajemen usaha kelompok, guna mendukung ketahanan pangan lokal dan kemandirian ekonomi perempuan perkotaan (Thomas et al., 2025).

2. Metode

Kegiatan ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) yang menekankan keterlibatan aktif anggota KWT Mutiara dalam setiap tahapan (Nubatonis et al., 2024). Langkah-langkah kegiatan meliputi: 1) identifikasi permasalahan melalui diskusi kelompok; 2) pelatihan teknis hidroponik termasuk pembuatan instalasi *Nutrient Film Technique* (NFT), penyemaian, pemberian nutrisi AB Mix, pemeliharaan, dan panen; 3) pendampingan produksi selama satu siklus tanam; 4) pelatihan manajemen usaha berupa pencatatan pembukuan sederhana, analisis biaya, dan strategi pemasaran; dan 5) monitoring dan evaluasi hasil panen serta implementasi manajemen

usaha. Tahapan ini dilaksanakan untuk mengatasi permasalahan mitra secara komprehensif.

2.1. Sosialisasi

Tahap awal dari kegiatan dimulai dengan sosialisasi program kegiatan kepada mitra yaitu anggota KWT Mutiara, perwakilan Dinas Pertanian setempat, tokoh masyarakat dan perangkat desa lainnya. Sosialisasi ini bertujuan untuk menyampaikan bentuk, tujuan, dan manfaat kegiatan yang mendukung pengembangan ekonomi usaha kecil dan menengah di kawasan anggota KWT Mutiara, Colomadu, Karanganyar.

2.2. Pelatihan

Pelatihan akan difokuskan pada pengembangan produksi selada hidroponik. *Pertama*, pelatihan peningkatan produksi tanaman hidroponik yaitu selada (Kisnawaty et al., 2023; Zahra et al., 2023). *Kedua*, pelatihan aplikasi penghitungan yaitu Microsoft Excel untuk membantu pencatatan keuangan (Kisnawaty et al., 2023). *Ketiga*, pelatihan platform *digital marketing e-commerce* untuk peningkatan produksi selada hidroponik (Maimun et al., 2022) yang melibatkan tim ahli dari kampus dan praktisi. Terakhir, pendampingan pembuatan produk camilan sehat keripik selada sisa panen.

2.3. Penerapan teknologi

Penerapan teknologi yang akan dilakukan antara lain: (1) instalasi hidroponik berupa rangkaian media penanaman selada hidroponik beserta drum air dan peralatan pendukung lainnya; (2) pembimbingan aplikasi Microsoft Excel untuk keperluan peningkatan kapasitas ekonomi manajemen di internal anggota KWT Mutiara; dan (3) penerapan pemasaran digital (*e-commerce*).

2.4. Evaluasi kegiatan

Evaluasi pelaksanaan program pengabdian masyarakat di KWT Mutiara mengenai budidaya tanaman hidroponik dilakukan melalui beberapa aspek, yaitu ketercapaian tujuan, efektivitas pelatihan, partisipasi anggota, serta dampak terhadap keberlanjutan usaha hidroponik di komunitas tersebut. Evaluasi dilakukan dengan metode wawancara, kuesioner, dan observasi langsung untuk mengetahui pemahaman serta keterampilan anggota dalam menerapkan teknik hidroponik yang telah diajarkan (Ferby et al., 2023).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam produksi dan manajemen KWT Mutiara. Produksi selada hidroponik meningkat dari 45 kg menjadi 80 kg, melampaui target 60 kg yang telah ditetapkan kelompok. Kualitas panen lebih seragam dengan daun yang segar, hijau, dan tahan simpan lebih lama. Anggota KWT Mutiara menjadi lebih terampil dalam merakit instalasi hidroponik, mengatur nutrisi, dan mengendalikan hama tanaman. Adapun tahapan dalam mencapai *outcome* tersebut dijabarkan secara lengkap sebagai berikut:

3.1. Persiapan dan sosialisasi kegiatan

Kegiatan yang dilaksanakan pada tahap 1 yaitu persiapan dan sosialisasi kegiatan yang telah dilaksanakan pada tanggal 3 Agustus 2025. Bentuk kegiatan adalah pertemuan yang dilanjutkan dengan sesi diskusi terkait dengan pelaksanaan kegiatan. Kegiatan pertama berupa sosialisasi dan paparan tentang kegiatan pengabdian masyarakat

kepada anggota KWT Mutiara. Kegiatan ini diikuti oleh 24 anggota KWT yang aktif beserta tamu undangan dari BPP Colomadu karanganyar. Narasumber pada kegiatan ini yaitu Ima Aryani, S.Pd, M.Pd ([Gambar 1](#)).



[Gambar 1. Sosialisasi dan pemaparan materi tentang produk selada](#)

Kegiatan berikutnya adalah pemaparan tentang hidroponik selada dan dilanjutkan dengan materi produk sayur selada oleh Dr. Efri Roziaty, S.Si, M.Si. Pada kegiatan ini dijelaskan tentang penambahan produk selada melalui penambahan instalasi yang akan diberikan di KWT Mutiara. Instalasi ini diberikan dengan tujuan dapat menambah jumlah produksi selada dalam rangka memenuhi kebutuhan pasar. Selain itu diberikan penjelasan tentang pemanfaatan selada hasil sortiran selada yang belum dimanfaatkan menjadi olahan yang siap dikonsumsi. Produk olahan selada yang diajarkan yaitu, kripik selada, salad selada, jus selada dan *vegeblend* selada. Anggota KWT Mutiara dapat memahami dengan baik dan memberi respon dengan aktif tanya jawab. Pada akhir kegiatan, dilakukan koordinasi kesiapan KWT Mutiara untuk kegiatan selanjutnya yaitu pemasangan instalasi hidroponik, penanam bibit selada, pemeliharaan selada, panen selada dan membuat olahan produk selada.

3.2. Pelatihan hidroponik dan pencatatan keuangan

Tahap 2 yaitu pelatihan, berupa pelatihan hidroponik ([Gambar 2](#)) yang dimulai dari penanaman, pemeliharaan nutrisi, monitoring selada hidroponik sampai proses panen selada. Setelah selada cukup umur maka siap untuk dipanen dan didistribusikan kepada konsumen. Di beberapa wilayah, instalasi hidroponik sudah dilengkapi dengan mesin otomatis yang mengendalikan waktu panen selada ([Sharmin et al., 2025](#)). Sejalan dengan penelitian sebelumnya, selada sebagai sayuran berdaun cepat tumbuh dan tanaman komersial yang berhasil ditanam dalam sistem hidroponik ([Fathidarehniyeh et al., 2024](#)). Dalam proses pemeliharaan dan monitoring selada, digunakan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan selada. Salah satunya adalah nutrisi pupuk AB mix yang selama proses pemeliharaan mampu mendukung pertumbuhan selada. Selain itu, dilakukan penerapan konsentrasi nitrogen yang berbeda untuk memaksimalkan hasil selada dalam sistem hidroponik menggunakan lobang (NFT loop). Pelatihan berikutnya yang diberikan adalah pendampingan pelatihan aplikasi penghitungan yaitu Microsoft Excel untuk membantu pencatatan keuangan, hal ini diberikan secara langsung kepada anggota KWT yang berguna untuk mengatur keuangan secara sistematis menggunakan komputer.



Gambar 2. Penanaman, pemeliharaan, monitoring, dan panen selada hidroponik

3.3. Tahap pelatihan pengolahan produk

Tahap 3 yaitu pelatihan pengolahan produk selada hasil sortiran yang belum dimanfaatkan. Kegiatan ini dilakukan dengan praktik langsung pembuatan olahan produk selada oleh ibu-ibu anggota KWT Mutiara. Kegiatan dimulai dengan persiapan alat dan bahan, penjelasan singkat dari tim PKM dan praktik membuat produk dari selada (Gambar 3).



Gambar 3. Pelatihan pembuatan olahan produk selada

Kegiatan ini menghasilkan 4 produk olahan selada, yaitu kripik selada, salad selada, jus selada dan *vegeblend* selada (Gambar 4). Kripik merupakan camilan/makanan ringan yang dibuat dengan bahan-bahan sederhana namun mampu menghasilkan produk yang enak. Kripik selada merupakan camilan ringan yang disukai mulai dari anak-anak hingga orang dewasa. Jus selada dan *vegeblend* merupakan 2 jenis minuman yang berbahan utama selada. Minuman ini baik dikonsumsi oleh ibu-ibu atau orang dewasa yang ingin mengatur pola hidup sehat melalui minuman sehat non gula yang berguna untuk meningkatkan metabolisme tubuh. Berikutnya adalah salad mix yang berbahan utama selada dicampur dengan bahan-bahan lainnya sehingga mampu menghasilkan produk camilan ringan. Produk yang sudah jadi akan diproduksi lebih banyak dan dipasarkan oleh ibu-ibu KWT dalam rangka menambah pemasukan bagi ibu-ibu anggota KWT Mutiara. Terlebih, tampilan yang baik dan rasa yang tidak mengecewakan dapat menarik pembeli.



Gambar 4. Olahan produk hidroponik

3.4. Instalasi hidroponik

Tahap 4 yaitu pemasangan satu set instalasi hidroponik lengkap. Dalam pemasangan ini dihadiri oleh tim dari BPP Colomadu, Karanganyar, Jawa Tengah. Pak Joko salah satu tim BPP menyambut baik tim PKM UMS dan ikut mendorong KWT agar terus dapat bermitra dengan tim PKM UMS. Selain itu, dalam pemasangan instalasi hidroponik juga didampingi oleh tim PKM khususnya bidang instalasi listrik yaitu Dr. Ratnasari Nur Rohmah, S.T., M. Eng, dengan memberikan arahan pemasangan sumber arus listrik yang baik agar hidroponik lancar. Pemasangan arus sinar listrik akan mempengaruhi parameter pertumbuhan dan fisiologis dari selada, khususnya varietas merah dan hijau. Lampu akan menstimulasi proses fotosintetik dan akan mempengaruhi sistem produksi selada, yang pada akhirnya akan mempengaruhi mutu komersial dari selada (Alrajhi et al., 2023).



Gambar 5. Kegiatan pemasangan instalasi hidroponik

Kegiatan pemasangan instalasi hidroponik ini dalam upaya melakukan penerapan teknologi (Gambar 5). Tambahan instalasi dapat menambah jumlah produksi panen selada sehingga dapat meningkatkan ekonomi anggota KWT Mutiara. Selain itu, harapan dari tim PKM kepada KWT Mutiara adalah mengembangkan hidroponik pada sayuran selain selada, misalnya kangkung, sawi hijau dan sayuran lainnya. KWT Mutiara harus berani berinovasi agar terus dapat mengembangkan sayur hidroponik (Dasgan et al., 2023). Dengan penambahan instalasi baru pada tanaman hidroponik, maka diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi pertanian selada dengan lebih nyata sehingga akhirnya akan menjadikan peningkatan ekonomi masyarakat khususnya anggota KWT Mutiara Malangjiwan (Casamayor et al., 2024; Souza et al., 2023).

3.5. Evaluasi kegiatan

Pada aspek manajemen, anggota KWT Mutiara mulai menerapkan pencatatan keuangan sederhana sehingga lebih transparan dalam menghitung modal, biaya operasional, dan keuntungan (Farvardin et al., 2024; Lazo & Gonzabay, 2020). Selain itu, strategi

pemasaran digital melalui media sosial mulai dijalankan, yang berdampak pada peningkatan jangkauan konsumen dan harga jual produk (Casey et al., 2022). Peningkatan hasil ini memperlihatkan bahwa integrasi antara peningkatan kapasitas produksi dengan penguatan manajemen usaha efektif untuk mendorong keberlanjutan ekonomi kelompok (Herrera-arroyo et al., 2025; Salis, 2020).

Dari kegiatan yang telah dilaksanakan menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam produksi dan manajemen KWT Mutiara. Produksi selada hidroponik meningkat dari 45 kg menjadi 80 kg, melampaui target 60 kg yang telah ditetapkan kelompok. Kualitas panen lebih beragam dengan daun yang segar, hijau, dan tahan simpan lebih lama. Anggota KWT Mutiara menjadi lebih terampil dalam merakit instalasi hidroponik, mengatur nutrisi, dan mengendalikan hama tanaman.

4. Kesimpulan

Kegiatan pengabdian telah memperlihatkan dampak positif dalam peningkatan keterampilan, kepercayaan diri, dan kemandirian anggota KWT Mutiara. Kelompok mampu memproduksi selada hidroponik secara mandiri tanpa pendampingan langsung, mengelola keuangan usaha, serta memasarkan hasil produksi ke masyarakat luas. Kegiatan ini berpotensi berlanjut sebagai model percontohan pertanian kota ramah lingkungan dan menjadi sarana pelatihan bagi kelompok lain di wilayah sekitar.

Luaran yang telah dicapai menunjukkan keberhasilan dalam dua aspek yaitu 1) transfer dan adopsi teknologi hidroponik yang berfungsi optimal dan digunakan secara mandiri oleh masyarakat; dan 2) transformasi pengetahuan dan manajemen usaha yang meningkatkan kapasitas, pendapatan, dan kemandirian ekonomi kelompok. Adapun Strategi keberlanjutan dapat mencakup manajemen dalam KWT Mutiara, pelatihan lanjutan secara mandiri, serta pendampingan berkala untuk memastikan sistem hidroponik tetap beroperasi dan berkembang. Adanya rencana tindak lanjut, seperti pengadaan bibit dan nutrisi yang berkelanjutan, juga menjadi faktor penting dalam memastikan program ini terus berjalan dan memberikan manfaat jangka panjang.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah bekerja sama dalam kegiatan ini, yaitu (1) Mitra Kelompok Wanita Tani (KWT) Mutiara, Malangjiwan, Colomadu, Karanganyar; dan (2) Penyuluh Pertanian, Dinas Pertanian dan Peternakan (DPP) Colomadu, Karanganyar.

Kontribusi Penulis

Substansi artikel: IA, ER, RNR, MHM; Persiapan artikel: ER; Analisis dampak: IA, ER, RNR; Pemasaran *e-commerce*: MHM; Revisi artikel: ER.

Konflik Kepentingan

Artikel ini tidak mengandung material yang berpotensi menimbulkan *conflict of interest*.

Pendanaan

Kemendiktisaintek melalui Hibah Pengabdian Masyarakat dengan No Kontrak 209/C3/DT.05.00/PM-BATCH II/2025 tahun 2025.

Daftar Pustaka

- Alrajhi, A. A., Alsahli, A. S., Alhelal, I. M., Rihan, H. Z., Fuller, M. P., Alsadon, A. A., & Ibrahim, A. A. (2023). The Effect of LED Light Spectra on the Growth, Yield and Nutritional Value of Red and Green Lettuce (*Lactuca sativa*) Abdullah. *Plants*, 12(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/plants12030463>
- Alridiwersah, Alqamari, M., Trisna, N., & Siregar, M. S. (2021). Pemanfaatan Lahan Perkarangan Sebagai Sentra Pertanian Perkotaan (Urban Farming) Secara Hidroponik. *MARTABE : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 509–514.
- Amalia, A. F., Fitri, A., Dalapati, A., & Fahmi, F. N. (2020). Analysis Of Lettuce Farming Using Simple Hydroponic In Yard. *Mimbar Agribisnis : Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(2), 774–783. <https://doi.org/10.25157/ma.v6i2.3520>
- Casamayor, J. L., Munoz, E., Franchino, M., Schmid, A. G., & Shin, H. D. (2024). Human-powered hydroponic systems: An environmental and economic assessment. *Sustainable Production and Consumption*, 46(12), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.02.026>
- Casey, L., Freeman, B., Francis, K., Brychkova, G., Mckeown, P., Spillane, C., Bezrukov, A., Zaworotko, M., & Styles, D. (2022). Comparative environmental footprints of lettuce supplied by hydroponic controlled-environment agriculture and field-based supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 369(4), 133214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133214>
- Dasgan, H. Y., Yilmaz, D., Zikaria, K., Ikiz, B., & Gruda, N. S. (2023). Enhancing the Yield , Quality and Antioxidant Content of Lettuce through Innovative and Eco-Friendly Biofertilizer Practices in Hydroponics. *Horticulturae*, 9(12), 1274. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121274>
- Farvardin, M., Taki, M., Gorjian, S., Shabani, E., & Sosa-savedra, J. C. (2024). Assessing the Physical and Environmental Aspects of Greenhouse Cultivation : A Comprehensive Review of Conventional and Hydroponic Methods. *Sustainability*, 16(3), 1273. <https://doi.org/10.3390/su16031273>
- Fathidarehnijeh, E., Nadeem, M., Cheema, M., Thomas, R., & Krishnapillai, M. (2024). Current perspective on nutrient solution management strategies to improve the nutrient and water use efficiency in hydroponic systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 104(2), 88–102. <https://doi.org/10.1139/cjps-2023-0034>
- Ferby, V., Kopta, T., Komorowska, M., & Fidurski, M. (2023). Evaluation of alternative substrates for hydroponics based on biological parameters of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L .) and its stress response. *Folia Horticulturae*, 35(1), 77–90. <https://doi.org/10.2478/fhort-2023-0006>
- Haryanto, L. I., Sumiahadi, A., & Ramadhani, I. J. (2021). Kerangka Konseptual Pertanian Perkotaan : Studi Kasus di Jakarta Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 4, 557–567.
- Herrera-arroyo, R., Martínez-nolasco, J., Botello-álvarez, E., Sámano-ortega, V., Martínez-nolasco, C., & Moreno-aguilera, C. (2025). Smart Hydroponic

- Cultivation System for Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Growth Under Different Nutrient Solution Concentrations in a Controlled Environment. *Applied System Innovation*, 8(4), 1–27. <https://doi.org/10.3390/asi8040110>
- Hidayati, N., Rosawanti, P., Arfianto, F., & Hanafi, N. (2019). Utilization of narrow-land area to cultivate vegetables by verticulture system at Tongging Village. *ABDIMAS TALENTA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 40–46.
- Kisnawaty, S. W., Arifah, I., Vivvandita, J., Pramitajati, I., & Hanifah, D. N. (2023). Hubungan Perilaku Ibu Dalam Penemuan Gizi Balita Dengan Status Gizi Berdasarkan Indeks Tb / U Pada Balita Di Puskesmas Purwantoro. *Jurnal Ners*, 7(1), 663–667. <https://doi.org/10.31004/jn.v7i1.13923>
- Lazo, R. P., & Gonzabay, J. Q. (2020). Economic Analysis Of Hydroponic Lettuce Under Floating Root System In Semi - Arid Climate. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 121–133. <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.09>.
- Maimun, M. H., Kussudyarsana, Maulana, H. K., Rahman, A. A., & Utomo, I. C. (2022). Pemanfaatan Digital Marketing Pada Pondok Pesantren Tahfidz Al-Qur'an Ath-Thohiriyah Muhammadiyah. *Abdi Psijonomi*, 3(1). <https://doi.org/10.23917/psikonomi.v3i1.738>
- Nubatonis, R., Risma, Y. E., Taneo, M. R., & Wisal, M. (2024). Pemanfaatan Lahan Sempit Sebagai Sarana Budidaya Sayuran Organik Untuk Memenuhi Kebutuhan Konsumsi Harian Mahasiswa STT Sabda Agung. *Dharma Agung: Jurnal PKM Teologi dan Pendidikan Agama Kristen*, 2(1).
- Purwani, T., & Lestari, R. D. (2022). Pertanian Kota Berbasis Siklus Organik di Kabupaten Karanganyar. *Proceeding Series on Physical & Formal Sciences*, 4, 402–409. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.532>
- Salis, M. R. (2020). *A Circular Economy Approach to Urban Agriculture : an Environmental Assessment* Martí Rufi Salís.
- Sharmin, S., Hossan, T., & Shorif, M. (2025). Smart Agricultural Technology A review of machine learning approaches for predicting lettuce yield in hydroponic systems. *Smart Agricultural Technology*, 11(December 2024). <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100925>
- Souza, V., Gimenes, R. M. T., Almeida, M. G. de, Farinha, M. U. S., Bernardo, L. V. M., & Ruviari, C. F. (2023). Economic feasibility of adopting a hydroponics system on substrate in small rural properties. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(8), 2761–2775. <https://doi.org/10.1007/s10098-023-02529-9>
- Suryani, Nurjasmi, R., & Fitri, R. (2020). Pemanfaatan Lahan Sempit Perkotaan Untuk Kemandirian Pangan Keluarga. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(2), 93–102. <https://doi.org/10.52643/jir.v11i2.1102>
- Thomas, T., Biradar, M. S., Chimamad, V. ., & Janagoudar, B. S. (2025). Hydroponic cultivation of lettuce: evaluating yield and quality across different systems. *International Journal of Vegetable Science*, 32(1), 53–70. <https://doi.org/10.1080/19315260.2025.2555550>
- Zahra, N., Muthiadin, C., & Ferial. (2023). Budidaya tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik dengan sistem DFT di BBPP Batangkaluku. *Filogeni Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(1), 18–22. <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i1.29922>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License