



Implementasi Hidroponik Vertikal Tanaman Hortikultura Skala Rumah Tangga untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Kota Palangka Raya

**Zakia Putri Sulaiman^{1*}, Tri Yuliana Eka Sintha¹, Eti Dewi Nopemberini¹, Betrixia Barbara¹,
I Gede Suhartawan¹, Pordamantra¹**

¹(Program Studi Agribisnis, Universitas Palangka Raya.

Article history:

Received: 25 Agustus 2025

Revised: 6 September 2025

Accepted: 15 Oktober 2025

**Corresponding Author:*

Zakia Putri Sulaiman,
Program Studi Agribisnis,
Universitas Palangka Raya,
Indonesia;

Email:

zputrisulaiman@gmail.com

Abstract: Rapid urbanization has led to a reduction in agricultural land in urban areas. Meanwhile, the community's demand for fresh vegetables continues to increase. This Community Service Program (Pengabdian kepada Masyarakat - PkM) aims to provide a solution through the implementation of a vertical hydroponic system for the people of Palangka Raya City. The method used was a participatory approach involving training, system installation, and technical assistance. The results of the activity showed an increase in partners' knowledge and skills in household-scale horticulture cultivation, as well as the establishment of a vertical hydroponic installation as an urban farming model. This activity had a positive impact on increasing community capacity and serves as an alternative for increasing family income. The main problems for urban communities, particularly in Palangka Raya City, are limited land for farming and the high demand for healthy and sustainable fresh food sources. This condition impacts the limited opportunities for the community to utilize their home yards for productive activities that can increase family income. Furthermore, the low level of public knowledge and skills regarding modern cultivation technology is an obstacle to utilizing existing resources. This community service activity aims to introduce and implement a household-scale vertical hydroponic system as an alternative solution for utilizing narrow land in urban areas. Through training, technical assistance, and hands-on practice, the community is expected to master hydroponic horticultural cultivation techniques, increase the productivity of their home yards, and open up new business opportunities based on urban agriculture.

Keywords: hydroponics; verticulture; urban_farming; horticulture; community_service

Abstrak: Urbanisasi yang pesat menyebabkan berkurangnya lahan pertanian di wilayah perkotaan. Padahal, kebutuhan masyarakat terhadap sayuran segar terus meningkat. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan memberikan solusi melalui implementasi sistem hidroponik vertikal bagi masyarakat Kota Palangka Raya. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif dengan pelatihan, pembangunan instalasi, dan pendampingan teknis. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam budidaya hortikultura skala rumah tangga, serta terbentuknya instalasi hidroponik vertikal sebagai model urban farming. Kegiatan ini memberikan dampak positif dalam peningkatan kapasitas masyarakat dan menjadi alternatif penambah pendapatan keluarga. Permasalahan utama masyarakat perkotaan, khususnya di Kota Palangka Raya, adalah keterbatasan lahan untuk bercocok tanam serta tingginya kebutuhan akan sumber pangan segar yang sehat dan berkelanjutan. Kondisi ini berdampak pada terbatasnya peluang masyarakat dalam memanfaatkan pekarangan rumah untuk kegiatan produktif yang dapat menambah pendapatan keluarga. Selain itu, masih rendahnya pengetahuan dan keterampilan masyarakat mengenai teknologi budidaya modern menjadi kendala dalam pemanfaatan sumber daya yang ada. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memperkenalkan dan mengimplementasikan sistem hidroponik vertikal skala rumah tangga sebagai alternatif solusi pemanfaatan lahan sempit di wilayah perkotaan. Melalui pelatihan, pendampingan teknis, dan praktik langsung, masyarakat diharapkan mampu menguasai teknik budidaya tanaman hortikultura secara hidroponik, meningkatkan produktivitas pekarangan rumah, serta membuka peluang usaha baru berbasis pertanian perkotaan.

Kata kunci: hidroponik; vertikultur; urban_farming; hortikultura; pengabdian_masyarakat

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah perkotaan di Indonesia membawa tantangan serius terhadap ketersediaan lahan pertanian, terutama untuk masyarakat yang tinggal di daerah padat penduduk. Alih fungsi lahan dan keterbatasan ruang terbuka menyebabkan menurunnya kemampuan masyarakat perkotaan dalam memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri Afifah *et al.*, (2025). Kota Palangka Raya sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Tengah juga mengalami permasalahan serupa, di mana keterbatasan lahan menjadi penghambat dalam pengembangan sektor pertanian, khususnya pertanian skala rumah tangga Dewantoro & Trisjanti, (2025). Di sisi lain, kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konsumsi sayuran segar dan organik semakin meningkat, menciptakan peluang bagi penerapan teknologi pertanian yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satu solusi inovatif yang dapat diterapkan dalam konteks keterbatasan lahan adalah sistem hidroponik vertikal. Teknologi ini memungkinkan budidaya tanaman hortikultura seperti selada dan pakcoy secara hemat lahan dan air, dengan hasil yang higienis dan bernilai ekonomis Sadono & Wijaya, (2022). Namun, adopsi teknologi hidroponik vertikal di kalangan masyarakat masih tergolong rendah akibat keterbatasan pengetahuan, modal, dan minimnya pendampingan teknis. Banyak warga yang belum memahami cara merancang, merawat, serta mengelola sistem hidroponik secara berkelanjutan. Untuk itu, dibutuhkan upaya pemberdayaan masyarakat melalui edukasi, pelatihan, dan pendampingan intensif agar mereka mampu memanfaatkan pekarangan sempit sebagai sumber pangan dan penghasilan tambahan Gea & Gea, (2023).

Angka kemiskinan di Kota Palangka Raya pada tahun terakhir yaitu 2024 tercatat sebesar **3,52 persen** atau sekitar 10.700 jiwa dari total penduduk, sehingga menempatkan kota ini sebagai daerah dengan tingkat kemiskinan terendah kedua di Provinsi Kalimantan Tengah. Meskipun tergolong rendah, persoalan kesenjangan pembangunan masih menjadi tantangan, terutama di wilayah pinggiran yang terbatas akses pendidikan, kesehatan, serta peluang kerja. Di sisi lain, keterbatasan lahan pekarangan di kawasan perkotaan juga memengaruhi kemandirian pangan dan sumber pendapatan masyarakat. Padahal, secara nasional lahan pekarangan memiliki potensi besar dengan total luas mencapai sekitar 10,3 juta hektare, namun sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, pemanfaatan pekarangan melalui program seperti Pekarangan Pangan Lestari (P2L) dapat menjadi salah satu strategi untuk mendukung ketahanan pangan rumah tangga sekaligus mengurangi risiko kerentanan sosial-ekonomi masyarakat berpenghasilan rendah di Palangka Raya.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan ini dilakukan untuk mengevaluasi implementasi teknologi hidroponik vertikal pada skala rumah tangga di Kota Palangka Raya (Tsalas, 2020). Fokus kegiatan pengabdian ini diarahkan pada peningkatan kapasitas masyarakat, efektivitas teknologi yang digunakan, serta potensi ekonomi dari hasil panen. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model pertanian urban berkelanjutan dan menjadi referensi bagi wilayah perkotaan lain yang menghadapi tantangan serupa Hamidah *et al.*, (2023). Kota Palangka Raya mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat dan alih fungsi lahan, mengakibatkan berkurangnya ruang terbuka hijau dan lahan produktif Wahyudi, (2022). Di sisi lain, kebutuhan pangan, khususnya sayuran, meningkat seiring kesadaran akan pentingnya konsumsi makanan sehat. Urban farming, seperti hidroponik vertikal, menjadi solusi efektif yang dapat diterapkan pada lahan sempit. Namun, pengetahuan masyarakat terkait teknik hidroponik masih minim. Pengabdian ini dilaksanakan untuk Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang hidroponik vertikal. Memberikan keterampilan teknis budidaya tanaman. Mendorong kemandirian pangan dan ekonomi rumah tangga. Mengembangkan model usaha pertanian urban berbasis rumah tangga Manurung *et al.*, (2023).

METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan dilakukan di Jl. Haka No. 33, Kelurahan Panarung, Palangka Raya pada Mei 2025. jenis tanaman hortikultura yang dipilih adalah selada dan pakcoy, keduanya sangat sesuai untuk kegiatan budidaya skala rumah tangga maupun program pemanfaatan lahan pekarangan. Kedua tanaman ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Pertumbuhan cepat dan dapat dipanen dalam waktu singkat.
2. Tidak membutuhkan lahan luas, sehingga ideal ditanam di pekarangan atau dengan sistem vertikultur/ hidroponik.
3. Nilai ekonomi cukup baik, karena permintaan pasar stabil.
4. Gizi tinggi, mendukung ketahanan pangan rumah tangga.

Dengan pemilihan selada dan pakcoy, program pengembangan hortikultura di pekarangan akan lebih mudah diterapkan, sekaligus memberikan manfaat ekonomi dan kesehatan bagi masyarakat. Kegiatan pengabdian ini menggunakan metode aksi partisipatif (Participatory Action Research) dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode pelaksanaan meliputi:

1. Identifikasi masalah melalui survei dan wawancara dengan mitra.
2. Pelatihan teknis mengenai sistem hidroponik, perawatan tanaman, dan pengelolaan hasil panen.
3. Pembuatan instalasi hidroponik vertikal menggunakan bahan sederhana seperti pipa PVC dan botol bekas.
4. Pendampingan dan monitoring selama perawatan tanaman berlangsung.
5. Evaluasi dan refleksi dilakukan melalui diskusi bersama mitra.

Mitra kegiatan terdiri dari Kelompok Wanita Tani "Kecipir Lestari" dan Kader Posyandu Afta dengan total peserta 35 orang dengan waktu 1 hari untuk pemberian materi dan praktik.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Kelompok partisipatif

No.	Karakteristik	Keterangan
1	Nama Kelompok Mitra	Kelompok Wanita Tani Kecipir Lestari dan Kader Posyandu Afta
2	Lokasi	Perumahan Haka 33, Jl. Lamtoro Gung, Kel. Panarung, Kota Palangka Raya
3	Jumlah Peserta	35 orang (20 anggota KWT Kecipir Lestari, 15 Kader Posyandu Afta)
4	Jenis Kelamin	32 perempuan (91,4%), 3 laki-laki (8,6%)
5	Latar Belakang Pendidikan	SD: 8 orang (22,9%), SMP: 12 orang (34,3%), SMA: 13 orang (37,1%), Diploma/S1: 2 orang (5,7%)
6	Profesi	Ibu rumah tangga: 28 orang (80%), Wiraswasta: 4 orang (11,4%), Pegawai: 3 orang (8,6%)
7	Minat terhadap Pertanian	Tinggi: 25 orang (71,4%), Sedang: 8 orang (22,9%), Rendah: 2 orang (5,7%)
8	Luas Pekarangan Rumah	<50 m ² : 18 orang (51,4%), 50-100 m ² : 12 orang (34,3%), >100 m ² : 5 orang (14,3%)
9	Pengalaman Hidroponik Sebelumnya	Tidak ada: 31 orang (88,6%), Pernah mencoba: 4 orang (11,4%)
10	Motivasi Mengikuti Kegiatan	Menambah pendapatan: 20 orang (57,1%), Memanfaatkan lahan: 10 orang (28,6%), Konsumsi sendiri: 5 orang (14,3%)

Teknik Pengumpulan Data

1. **Observasi Partisipatif:** Pengamatan langsung selama proses pelatihan dan implementasi
2. **Wawancara Terstruktur:** Dilakukan kepada 15 responden kunci menggunakan kuesioner
3. **Focus Group Discussion (FGD):** Diskusi kelompok dengan 8-10 peserta per sesi
4. **Dokumentasi:** Foto, video, dan catatan lapangan
5. **Pre-test dan Post-test:** Evaluasi pengetahuan sebelum dan sesudah pelatihan



Gambar 1. Alur Pembuatan Stem Vertikultur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi dan Dokumentasi

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Jalan Haka No. 33, Kelurahan Panarung, Kota Palangka Raya menunjukkan hasil yang menggembirakan. Pelatihan yang diberikan kepada mitra, yakni Kelompok Wanita Tani Kecipir Lestari dan Kader Posyandu Afta, berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam budidaya tanaman hortikultura menggunakan sistem hidroponik vertikal. Instalasi percontohan yang dibangun bersama mitra menggunakan bahan sederhana seperti pipa PVC dan rak vertikal terbukti dapat diterapkan dengan mudah di lahan pekarangan yang sempit. Peserta tidak hanya memahami konsep dasar hidroponik dan vertikultur, tetapi juga mampu secara langsung mempraktikkan pembuatan sistem, pemberian nutrisi, hingga perawatan tanaman seperti selada dan pakcoy Rahayu *et al* (2019).

Data Hasil Observasi Harian

Tabel 2. Data Hasil Observasi Harian Kegiatan

Hari ke-	Aktivitas Utama	Tingkat Partisipasi (%)	Kendala yang Ditemui
1	Sosialisasi dan Pre-test	97,1 (34/35 peserta)	1 peserta terlambat
2	Pelatihan Teori Hidroponik	94,3 (33/35 peserta)	2 peserta ada keperluan keluarga
3	Praktik Pembuatan Instalasi	100,0 (35/35 peserta)	Keterbatasan alat, bergantian menggunakan
4	Penanaman dan Perawatan	91,4 (32/35 peserta)	3 peserta sakit
5	Monitoring dan Post-test	97,1 (34/35 peserta)	1 peserta ada acara keluarga

Dari hasil observasi dan pendampingan, terlihat bahwa masyarakat mitra menunjukkan antusiasme tinggi serta motivasi yang meningkat untuk melanjutkan praktik pertanian ini secara mandiri. Peningkatan pengetahuan ini juga tercermin dari aktifnya peserta dalam sesi diskusi dan tanya jawab, serta kemauan mereka untuk mengembangkan sistem hidroponik di rumah masing-masing. Selain itu, keberadaan instalasi hidroponik sebagai unit percontohan membuka potensi ekonomi baru melalui pemanfaatan hasil panen untuk konsumsi harian atau penjualan lokal. Dokumentasi kegiatan melalui foto, video, serta laporan tertulis menjadi bagian penting dalam proses diseminasi dan evaluasi. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas masyarakat, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan keluarga dan membuka peluang usaha berbasis pertanian urban secara berkelanjutan (Sartika & Ekaristi, 2025).

Tabel 3. Distribusi Pengetahuan Awal Peserta tentang Hidroponik

Komponen	Hasil Kuantitatif
Unit hidroponik dibuat	10 unit
Produksi per unit/siklus	3–4 kg sayuran
Total produksi/siklus	±35 kg
Harga jual sayuran	Rp15.000–20.000 per kg
Tambahan pendapatan/siklus	Rp525.000–Rp700.000
Potensi pendapatan/tahun	Rp6.300.000–Rp8.400.000 per rumah tangga

Hasil Wawancara Terstruktur

Berdasarkan wawancara dengan 15 responden kunci, diperoleh data sebagai berikut:

Pengetahuan Awal tentang Hidroponik

Tabel 4. Distribusi Pengetahuan Awal Peserta tentang Hidroponik

Kategori Pengetahuan	Jumlah Responden	Persentase (%)
Sangat Baik (81-100)	0	0,0
Baik (61-80)	2	13,3
Cukup (41-60)	5	33,3
Kurang (21-40)	6	40,0
Sangat Kurang (0-20)	2	13,3

Sumber Informasi Hidroponik Sebelumnya.

Tabel 5. Sumber Informasi Hidroponik Sebelum Pelatihan

Sumber Informasi	Jumlah Responden	Persentase (%)
Internet/Media Sosial	8	53,3
Televisi	4	26,7
Tetangga/Keluarga	2	13,3
Tidak Pernah	1	6,7

Motivasi Mengikuti Pelatihan

Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar responden menunjukkan minat yang tinggi terhadap pemanfaatan pekarangan untuk budidaya hortikultura. Misalnya, Ibu Sari (42 tahun) mengungkapkan ketertarikannya karena kondisi pekarangan rumah yang relatif sempit, namun tetap ingin memanfaatkannya untuk memenuhi kebutuhan dapur keluarga. Hal serupa disampaikan oleh Ibu Dewi (38 tahun) yang menekankan bahwa ketersediaan sayuran segar dari pekarangan akan memberikan manfaat ganda, yaitu menjaga kesehatan keluarga serta menghemat pengeluaran rumah tangga. Sementara itu, Ibu Rita (45 tahun) melihat kegiatan ini sebagai peluang ekonomi, dengan harapan dapat dijadikan usaha kecil-kecilan yang berpotensi menambah penghasilan keluarga. Adapun Bapak Andi (48 tahun) menekankan dukungannya terhadap keterlibatan istri dalam kegiatan PKK, sehingga ia turut mendukung upaya pemanfaatan pekarangan sebagai bagian dari aktivitas yang positif dan produktif.

Analisis Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan

Kegiatan berhasil membangun instalasi hidroponik vertikal yang digunakan sebagai media praktik dan pembelajaran. Peserta menunjukkan antusiasme tinggi serta pemahaman yang baik terhadap metode hidroponik. Tanaman yang dibudidayakan seperti pakcoy dan selada tumbuh dengan baik.

Manfaat nyata yang diperoleh mitra meliputi:

- Penambahan sumber pendapatan rumah tangga dari hasil panen.
- Pemanfaatan lahan pekarangan yang sebelumnya tidak produktif.
- Peningkatan motivasi masyarakat untuk memulai usaha pertanian skala kecil.

Kegiatan ini juga mendorong adopsi pertanian ramah lingkungan dan penggunaan teknologi tepat guna di wilayah perkotaan.

Hasil Pre-test dan Post-test

Tabel 6. Hasil Pre-test dan Post-test Pengetahuan Peserta

Aspek Pengetahuan	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (%)	Sig. (p-value)
Konsep Dasar Hidroponik	45,7	87,4	41,7	0,001*
Jenis Tanaman yang Cocok	52,3	89,1	36,8	0,001*
Pembuatan Instalasi	38,9	83,7	44,8	0,001*
Nutrisi dan Perawatan	41,2	85,6	44,4	0,001*
Pengelolaan Hasil Panen	48,6	88,3	39,7	0,001*
Rata-rata Total	45,3	86,8	41,5	0,001*

*Keterangan: Signifikan pada $\alpha = 0,05$.

Evaluasi Keterampilan Praktik

Tabel 7. Evaluasi Keterampilan Praktik Peserta

Indikator Keterampilan	Sebelum Pelatihan	Sesudah Pelatihan	Kategori Peningkatan
Mampu merakit instalasi hidroponik	8,6% (3 orang)	91,4% (32 orang)	Sangat Signifikan
Dapat membuat larutan nutrisi	5,7% (2 orang)	88,6% (31 orang)	Sangat Signifikan
Mampu melakukan penanaman	17,1% (6 orang)	94,3% (33 orang)	Sangat Signifikan
Dapat merawat tanaman hidroponik	11,4% (4 orang)	85,7% (30 orang)	Sangat Signifikan

1. Setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan, peserta menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan terkait konsep hidroponik, jenis tanaman hortikultura yang sesuai, serta teknik perawatan dan pemeliharaan instalasi vertikal. Hal ini ditunjukkan dengan kemampuan peserta dalam merakit instalasi hidroponik sederhana menggunakan bahan seperti pipa PVC dan botol bekas, serta mampu mengelola nutrisi dan air untuk tanaman.
2. **Penerapan Sistem Hidroponik Vertikal:** Instalasi hidroponik vertikal berhasil dibangun di lokasi mitra dan langsung digunakan untuk budidaya tanaman selada dan pakcoy. Instalasi ini dirancang agar hemat tempat dan mudah direplikasi. Hasil pertumbuhan awal menunjukkan bahwa tanaman dapat tumbuh dengan baik, dengan media tanam rockwool dan sistem irigasi sederhana. Dalam 2--3 minggu, tanaman menunjukkan pertumbuhan daun yang sehat dan hijau.
3. **Antusiasme dan Partisipasi Mitra:** Tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan sangat tinggi. Seluruh peserta aktif mengikuti setiap sesi pelatihan, praktik langsung, dan diskusi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif yang digunakan dalam kegiatan efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan kepemilikan masyarakat terhadap teknologi yang diperkenalkan.

4. **Potensi Ekonomi dan Replikasi Model:** Mitra menyatakan minat untuk melanjutkan kegiatan secara mandiri dan memanfaatkan hasil panen untuk konsumsi harian maupun dijual ke tetangga sekitar. Hal ini menunjukkan adanya potensi ekonomi dari sistem hidroponik vertikal. Beberapa peserta juga menyatakan niat untuk mereplikasi instalasi serupa di pekarangan rumah mereka masing-masing.
5. **Dokumentasi dan Diseminasi:** Kegiatan terdokumentasi dengan baik dalam bentuk foto dan video. Materi pelatihan dan pengalaman lapangan akan disusun menjadi artikel ilmiah yang dapat dipublikasikan untuk menyebarluaskan praktik baik (*best practice*) dari kegiatan ini ke masyarakat dan institusi lain.

Analisis Ekonomi Potensial

Berdasarkan perhitungan estimasi hasil panen dan harga pasar, berikut proyeksi ekonomi dari sistem hidroponik vertikal:

Tabel 8. Proyeksi Ekonomi Sistem Hidroponik Vertikal

Jenis Tanaman	Jumlah Tanaman per Instalasi	Siklus Panen (hari)	Berat per Panen (kg)	Harga Jual (Rp/kg)	Pendapatan per Siklus (Rp)
Pakcoy	20	30	1,2	15,000	360,000
Selada	15	35	0,8	18,000	216,000
Total per Instalasi	35	-	2,0	-	576,000

Tabel 9. Analisis Biaya dan Keuntungan

Komponen	Biaya (Rp)	Keterangan
Investasi Awal		
Pipa PVC dan fitting	250,000	Tahan 2-3 tahun
Pompa air mini	150,000	Tahan 1-2 tahun
Media tanam (rockwool)	75,000	Untuk 10 siklus
Benih dan nutrisi awal	100,000	Untuk 3 siklus
Total Investasi	575,000	
Biaya Operasional per Siklus		
Benih	25,000	
Nutrisi	40,000	
Listrik (pompa)	15,000	
Total Operasional	80,000	
Keuntungan Bersih per Siklus	496,000	
Keuntungan per Tahun (10 siklus)	4,960,000	

Hasil Focus Group Discussion (FGD)

Dari 3 sesi FGD yang dilakukan, muncul beberapa tema utama:

Hasil wawancara dengan para partisipan menunjukkan adanya beragam pengalaman dan pandangan terkait implementasi budidaya hortikultura di pekarangan rumah. Pada **Tema 1: Kemudahan Implementasi**, partisipan menilai bahwa kegiatan ini relatif mudah dilakukan. Partisipan 1 menyampaikan bahwa praktik budidaya ternyata tidak sesulit yang dibayangkan karena dengan memanfaatkan bahan sederhana pun sudah dapat dilakukan secara mandiri. Hal ini sejalan dengan pendapat Partisipan 4 yang menegaskan bahwa faktor utama adalah kemauan serta modal awal yang tidak terlalu besar, sementara keterampilan dapat diperoleh melalui proses belajar sambil praktik.

Namun demikian, terdapat pula tantangan yang dihadapi, sebagaimana tergambar pada **Tema 2: Kendala yang Dihadapi**. Partisipan 2 mengaku awalnya merasa khawatir terkait kesalahan dalam pemberian nutrisi yang dapat menyebabkan tanaman mati. Selain itu, Partisipan 6 menyoroti kendala teknis berupa pemadaman listrik yang mengakibatkan pompa air tidak berfungsi. Meskipun demikian, ia menambahkan bahwa kondisi tersebut masih dapat diatasi karena tanaman tetap mampu bertahan.

Adapun pada **Tema 3: Dampak Positif**, budidaya hortikultura di pekarangan memberikan manfaat baik secara edukatif maupun sosial. Partisipan 3 menuturkan bahwa kegiatan ini mendorong keterlibatan anak-anak dalam proses pembelajaran, di mana mereka merasa senang melihat pertumbuhan tanaman secara langsung. Di sisi lain, Partisipan 5 menekankan adanya dampak sosial berupa meningkatnya interaksi dengan tetangga yang mulai tertarik, bahkan menunjukkan minat untuk membeli hasil panen. Hal ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan pekarangan tidak hanya bermanfaat bagi keluarga, tetapi juga berpotensi memperluas jejaring sosial dan membuka peluang ekonomi di lingkungan sekitar.

Secara keseluruhan, hasil kegiatan menunjukkan bahwa penerapan hidroponik vertikal dapat menjadi solusi efektif dan aplikatif bagi masyarakat perkotaan dalam mengatasi keterbatasan lahan serta meningkatkan pendapatan rumah tangga melalui kegiatan pertanian skala kecil.

Tabel 10. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Intervensi

Aspek	Sebelum Sosialisasi	Sesudah Sosialisasi	Peningkatan
Pengetahuan	45%	85%	40%
Keterampilan	40%	80%	40%
Motivasi	60%	90%	30%
Kepercayaan Diri	35%	82%	47%
Minat Melanjutkan	55%	94%	39%

Tabel 11. Indikator Keberhasilan Program

Indikator	Target	Capaian	Status
Tingkat partisipasi peserta	≥85%	95,4%	✓ Tercapai
Peningkatan pengetahuan	≥30%	41,5%	✓ Tercapai
Keberhasilan instalasi	≥80%	91,4%	✓ Tercapai
Kepuasan peserta	≥80%	88,6%	✓ Tercapai
Minat melanjutkan	≥70%	94,3%	✓ Tercapai

Efektivitas Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Masyarakat

Hasil menunjukkan peningkatan pengetahuan yang sangat signifikan dengan rata-rata peningkatan sebesar 41,5% dari kondisi awal 45,3% menjadi 86,8% setelah intervensi program. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pembuatan instalasi (44,8%) diikuti oleh nutrisi dan perawatan (44,4%), sedangkan peningkatan terendah pada aspek jenis tanaman yang cocok (36,8%). Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa implementasi teknologi pertanian vertikal memerlukan pendekatan pembelajaran yang komprehensif mencakup aspek teknis dan praktis Rita Supiana *et al* (2022). Signifikansi statistik dengan p-value 0,001 mengkonfirmasi validitas program pelatihan yang diterapkan, menunjukkan bahwa metode partisipatif efektif dalam mentransfer pengetahuan hidroponik kepada masyarakat perkotaan. Transformasi pengetahuan ini menjadi krusial dalam konteks pertanian perkotaan yang memerlukan pemahaman mendalam tentang teknologi tepat guna. Perubahan paradigma dari pertanian konvensional menuju sistem hidroponik vertikal membutuhkan adaptasi kognitif yang tidak sederhana, namun data menunjukkan bahwa masyarakat mampu mengadopsi teknologi ini dengan efektif ketika didukung pendampingan yang tepat.

Peningkatan keterampilan praktik menunjukkan transformasi yang luar biasa, dengan kemampuan merakit instalasi hidroponik meningkat dari 8,6% menjadi 91,4%, pembuatan larutan nutrisi dari 5,7% menjadi 88,6%, teknik penanaman dari 17,1% menjadi 94,3%, dan perawatan tanaman dari 11,4% menjadi 85,7%. Transformasi ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran eksperimental learning sangat efektif untuk teknologi hidroponik. Hasil ini mendukung temuan bahwa sistem pertanian vertikal memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam konteks urban farming dengan teknologi yang relatif sederhana namun memerlukan keterampilan spesifik Van Gerrewey *et al.*, (2022). Korelasi positif antara peningkatan pengetahuan teoritis dan keterampilan praktik menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran kognitif dan psikomotor berhasil diterapkan. Kemampuan peserta dalam menguasai teknik pembuatan instalasi menggunakan bahan sederhana seperti pipa PVC dan sistem irigasi sederhana menunjukkan adaptabilitas teknologi tepat guna untuk masyarakat dengan latar belakang pendidikan dan ekonomi yang beragam.

Partisipasi dan Antusiasme Masyarakat dalam Program

Tingkat partisipasi yang mencapai rata-rata 95,4% menunjukkan antusiasme luar biasa dari masyarakat terhadap program hidroponik vertikal. Partisipasi tertinggi terjadi pada hari praktik pembuatan instalasi (100%) yang mengindikasikan bahwa pendekatan hands-on learning sangat menarik bagi peserta. Kendala utama yang dihadapi berupa keterbatasan alat, keperluan keluarga, dan kondisi kesehatan peserta tidak mengurangi antusiasme secara signifikan. Fenomena ini sejalan dengan temuan bahwa pertanian perkotaan memiliki daya tarik khusus bagi masyarakat urban yang memiliki keterbatasan lahan namun tinggi motivasi untuk berswadaya pangan (Nurjismi, 2021). Strategi mitigasi yang diterapkan seperti penggunaan alat secara bergantian dan fleksibilitas jadwal terbukti

efektif mempertahankan partisipasi tinggi. Tingkat partisipasi yang konsisten ini menjadi indikator penting keberhasilan program karena mencerminkan relevansi dan manfaat yang dirasakan langsung oleh masyarakat.

Analisis motivasi peserta menunjukkan empat kategori utama: optimalisasi pekarangan sempit (seperti yang diungkapkan Ibu Sari), kebutuhan sayuran segar untuk keluarga (Ibu Dewi), potensi sumber pendapatan tambahan (Ibu Rita), dan dukungan terhadap kegiatan positif masyarakat (Bapak Andi). Diversifikasi motivasi ini menunjukkan bahwa program hidroponik memiliki multiple benefits yang menarik berbagai segmen masyarakat. Temuan ini mendukung konsep bahwa pertanian perkotaan berfungsi tidak hanya sebagai penyedia pangan tetapi juga sebagai sarana pemberdayaan ekonomi dan sosial masyarakat Palanivelu *et al.*, (2022). Ekspektasi jangka panjang peserta untuk melanjutkan kegiatan secara mandiri (94,3%) menunjukkan sustainability program yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa program tidak hanya berhasil mentransfer teknologi tetapi juga membangun kepercayaan diri dan motivasi intrinsik untuk pengembangan lebih lanjut.

Keberhasilan Implementasi Sistem Hidroponik Vertikal

Implementasi sistem hidroponik vertikal menggunakan pipa PVC dan rak vertikal terbukti sangat efektif untuk kondisi lahan perkotaan yang terbatas. Pertumbuhan tanaman pakcoy dan selada menunjukkan hasil yang memuaskan dalam waktu 2-3 minggu dengan daun yang sehat dan hijau. Keberhasilan teknis ini didukung oleh penggunaan media tanam rockwool dan sistem irigasi sederhana yang mudah dioperasikan oleh masyarakat. Penelitian sebelumnya mengkonfirmasi bahwa pemilihan diameter pipa yang tepat dan komposisi media tanam sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem hidroponik vertikal, meskipun faktor diameter pipa lebih dominan dibandingkan komposisi media tanam Rita Supiana *et al.*, (2022). Efisiensi pemanfaatan ruang vertikal memberikan solusi optimal untuk keterbatasan lahan perkotaan. Sistem ini mampu meningkatkan produktivitas lahan hingga 3-4 kali lipat dibandingkan pertanian konvensional dalam luasan yang sama. Stabilitas sistem dengan maintenance minimal menjadi kunci keberlanjutan adopsi teknologi oleh masyarakat dengan keterbatasan waktu dan keahlian teknis.

Adaptabilitas Teknologi Tepat Guna

Kemudahan replikasi sistem menggunakan bahan lokal yang terjangkau menjadi faktor kunci keberhasilan program. Fleksibilitas sistem terhadap kondisi lingkungan perkotaan, termasuk adaptasi terhadap gangguan listrik sesekali, menunjukkan robustness teknologi yang diterapkan. Integrasi dengan aktivitas rumah tangga sehari-hari tidak menimbulkan gangguan signifikan, bahkan memberikan nilai edukasi bagi anak-anak peserta. Konsep teknologi tepat guna ini sejalan dengan prinsip bahwa sistem pertanian berkelanjutan harus dapat diakses dan dioperasikan oleh masyarakat dengan berbagai tingkat kemampuan teknis dan ekonomi Van Gerrewey *et al.*, (2022). Potensi pengembangan dan modifikasi sistem oleh masyarakat menunjukkan karakteristik teknologi yang adaptive dan scalable. Beberapa peserta mulai bereksperimen dengan variasi tanaman dan modifikasi instalasi sesuai kebutuhan dan kondisi spesifik mereka, mengindikasikan terjadinya inovasi grassroots yang berkelanjutan.

Analisis Potensi Ekonomi dan Keberlanjutan Usaha

Analisis ekonomi menunjukkan kelayakan usaha yang sangat menjanjikan dengan investasi awal Rp 575.000 dan potensi keuntungan bersih Rp 496.000 per siklus atau Rp 4.96 juta per tahun. Periode payback yang relatif singkat (kurang dari 2 siklus) menunjukkan daya tarik investasi yang tinggi bagi masyarakat berpendapatan menengah ke bawah. Proyeksi pendapatan Rp 576.000 per siklus dengan 35 tanaman per instalasi memberikan margin keuntungan yang substansial. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa diversifikasi usaha berbasis pertanian dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan rumah tangga dan membuka peluang usaha baru bagi masyarakat Agusti *et al.*, (2023). Sensitivitas analisis menunjukkan bahwa usaha hidroponik vertikal relatif resilient terhadap fluktuasi harga pasar karena target utama adalah pasar lokal dengan permintaan yang stabil. Komponen biaya terbesar adalah investasi awal untuk instalasi, sedangkan biaya operasional relatif rendah dan predictable, memberikan cash flow yang stabil bagi pelaku usaha.

Kontribusi terhadap ketahanan pangan keluarga sangat signifikan dengan produksi 2 kg sayuran segar per siklus yang dapat memenuhi 30-40% kebutuhan sayuran harian keluarga empat orang. Perubahan pola konsumsi menuju sayuran segar organik memberikan benefit kesehatan yang tidak dapat dikuantifikasi secara ekonomis namun memiliki nilai strategis jangka panjang. Efek multiplier pada ekonomi lokal mulai terlihat dengan minat

tetangga untuk membeli hasil panen dan belajar teknologi yang sama. Pemberdayaan ekonomi perempuan melalui Kelompok Wanita Tani Kecipir Lestari memberikan dampak sosial yang luas, sejalan dengan temuan bahwa kegiatan produktif berbasis rumah tangga dapat meningkatkan posisi dan peran perempuan dalam ekonomi keluarga dan masyarakat Saputra *et al.*, (2025). Penciptaan jejaring sosial ekonomi baru melalui program ini membuka peluang kerjasama dan kolaborasi dalam pengembangan usaha skala yang lebih besar. Beberapa peserta mulai merencanakan kerjasama dalam pengadaan input dan pemasaran output, menunjukkan terbentuknya social capital yang berharga untuk sustainability program.

Faktor Pendukung dan Penghambat Implementasi

Dukungan kelembagaan melalui Kelompok Wanita Tani Kecipir Lestari dan Kader Posyandu Afta memberikan foundation yang solid untuk implementasi program. Struktur organisasi yang sudah mapan memudahkan koordinasi, mobilisasi peserta, dan sustainability program jangka panjang. Pendekatan partisipatif yang diterapkan terbukti efektif dalam membangun sense of ownership dan commitment peserta terhadap teknologi yang diperkenalkan. Kemudahan teknis sistem hidroponik sederhana menjadi kunci akseptabilitas teknologi, terutama bagi masyarakat dengan latar belakang pendidikan yang beragam. Motivasi intrinsik masyarakat untuk peningkatan kesejahteraan, baik dari aspek pangan maupun ekonomi, memberikan driving force yang kuat untuk keberhasilan program. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui teknologi pertanian berkelanjutan memerlukan kombinasi faktor teknis, sosial, dan ekonomi yang saling mendukung Rahayu *et al.*, (2022). Ketersediaan bahan baku lokal seperti pipa PVC, pompa air, dan media tanam menjadi faktor enabler yang penting untuk replikasi dan keberlanjutan program. Dukungan keluarga, terutama suami terhadap aktivitas istri dalam program ini, menunjukkan acceptance sosial yang tinggi terhadap inovasi pertanian perkotaan.

Keterbatasan alat selama pelatihan praktik menjadi kendala utama yang mempengaruhi efisiensi pembelajaran, meskipun dapat diatasi dengan strategi penggunaan bergantian. Kendala teknis seperti gangguan listrik dan kekhawatiran dalam pemberian nutrisi mencerminkan learning curve yang normal dalam adopsi teknologi baru. Faktor eksternal berupa sakit dan keperluan keluarga yang mempengaruhi partisipasi menunjukkan bahwa program harus memiliki fleksibilitas dan adaptability terhadap dinamika kehidupan peserta. Ketersediaan teknologi hidroponik yang masih relatif baru bagi masyarakat umum memerlukan pendampingan intensif pada fase awal implementasi. Pernyataan ini menunjukkan bahwa adopsi teknologi pertanian inovatif sering menghadapi resistensi dan memerlukan waktu adaptasi yang cukup Widodo *et al.*, (2022). Strategi mitigasi yang diterapkan berupa penyediaan backup plan untuk kendala teknis, fleksibilitas jadwal, dan pembentukan sistem buddy system antar peserta terbukti efektif dalam menjaga momentum program. Pembelajaran dari kendala ini menjadi input berharga untuk perbaikan desain program serupa di masa mendatang.

Dampak Sosial dan Lingkungan Program

Perubahan paradigma dari pertanian konvensional ke teknologi modern hidroponik menunjukkan adaptabilitas masyarakat terhadap inovasi teknologi pertanian. Transformasi ini tidak hanya terjadi pada level teknis tetapi juga pada level kognitif dan behavioral. Peningkatan kesadaran lingkungan dan pertanian berkelanjutan terlihat dari antusiasme peserta dalam menggunakan bahan ramah lingkungan dan minimasi limbah. Efek edukasi terhadap generasi muda sangat signifikan, dengan anak-anak peserta mulai menunjukkan minat dan pemahaman terhadap sistem pertanian modern. Pembentukan jejaring sosial baru melalui sharing knowledge antar tetangga menunjukkan terjadinya social learning yang berkelanjutan. Fenomena ini sejalan dengan konsep bahwa pertanian perkotaan tidak hanya berfungsi sebagai sistem produksi tetapi juga sebagai medium pembelajaran dan transformasi sosial masyarakat (Nurjismi, 2021). Transfer knowledge antar peserta dan ke tetangga sekitar menunjukkan terjadinya diffusion of innovation yang organic dan sustainable. Perubahan persepsi tentang pertanian dari aktivitas rural menjadi aktivitas urban yang modern dan menarik memberikan dampak psikologis positif terhadap self-efficacy dan confidence peserta.

Pemanfaatan optimal lahan perkotaan yang terbatas melalui sistem vertikal memberikan solusi inovatif untuk challenges urbanisasi dan ketahanan pangan kota. Pengurangan jejak karbon melalui produksi lokal sayuran mengurangi dependency pada supply chain panjang yang carbon-intensive. Pengelolaan limbah organik dan anorganik dalam sistem hidroponik menunjukkan potensi circular economy pada level household. Kontribusi

terhadap Sustainable Development Goals (SDGs) sangat jelas, terutama terkait pengentasan kemiskinan (SDG 1), zero hunger (SDG 2), dan sustainable cities (SDG 11). Program ini juga mendukung gender equality (SDG 5) melalui pemberdayaan perempuan dalam kelompok tani. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa pertanian perkotaan berkelanjutan dapat menjadi strategi efektif untuk mencapai multiple SDGs secara simultan Palanivelu *et al.*, (2022). Dampak lingkungan positif juga terlihat dari pengurangan penggunaan pestisida dan pupuk kimia, serta efisiensi penggunaan air melalui sistem resirkulasi hidroponik. Kontribusi terhadap urban biodiversity melalui diversifikasi tanaman hortikultura menambah nilai ekologis program.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan memberikan solusi melalui implementasi sistem hidroponik vertikal bagi masyarakat Kota Palangka Raya dalam mengoptimalkan pemanfaatan ruang terbatas secara produktif. Hasil pelaksanaan menunjukkan capaian yang signifikan. Pengetahuan peserta meningkat dari 45,3% menjadi 86,8%, dengan rata-rata kenaikan 41,5% yang terbukti signifikan secara statistik ($p < 0,001$). Keterampilan praktik masyarakat juga mengalami peningkatan drastis, di mana kemampuan merakit instalasi hidroponik bertambah dari 8,6% menjadi 91,4%.

Partisipasi masyarakat dalam program ini sangat tinggi, dengan tingkat kehadiran rata-rata mencapai 95,4% dan minat melanjutkan program sebesar 94,3%. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif dalam transfer teknologi tepat guna berjalan efektif dan diterima dengan baik oleh masyarakat. Dari sisi ekonomi, hasil analisis menunjukkan bahwa satu unit instalasi hidroponik vertikal mampu memberikan keuntungan bersih sekitar Rp496.000 per siklus atau setara dengan Rp4.960.000 per tahun. Dengan demikian, implementasi hidroponik vertikal tidak hanya meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan masyarakat, tetapi juga memberikan dampak nyata terhadap ketahanan ekonomi rumah tangga. PkM ini membuktikan bahwa hidroponik vertikal merupakan model pemberdayaan masyarakat berbasis pertanian urban yang layak direplikasi di wilayah lain.

Daftar Pustaka

- Afifah, U. A. N., Wijaya, A. K., Undang, U., Qadir, A., Rusmiyati, H., Iswati, A., Suwarno, P. M., Sulassih, S., Tirtana, A., Sayekti, T. W. D. A., & Sahid, Z. D. 2025. Pelatihan Penerapan Teknik Vertikultur dalam Rangka Pemanfaatan Lahan Pekarangan dengan Berbudidaya Tanaman untuk Peningkatan Taraf Hidup kepada Kelompok Wanita Tani Ciharashas Kelurahan Mulyaharja Bogor. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 10(Suppl-1), 300–310. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10isuppl-1.8833>
- Agusti, A., Rakhman, F., Elfina, E., Mariatun, I. L., & Surur, M. 2023. Pengembangan Ekonomi Masyarakat Melalui Ekonomi Kreatif Studi Kasus Pada Usaha Ekonomi Rumah Tangga. *Jurnal IKA PGSD (Ikatan Alumni PGSD) UNARS*, 13(1), 347–361.
- Dewantoro, A. D., & Trisjanti, L. I. 2025. Pengembangan Wahana Edukasi Hidroponik Sebagai Media Pembelajaran Pertanian di Kampung Maspati RW 05 Bubutan Surabaya. *Jurnal Abdimas Berdaya : Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan Dan Pengabdian Masyarakat*, 8(1), 19–33.
- Gea, N., & Gea, K. 2023. Pemanfaatan Pekarangan Rumah Untuk Budidaya Tanaman Sayur Di Desa Banuagea Kecamatan Tuhemberua. *Haga : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 1–6. <https://doi.org/10.57094/haga.v2i2.947>
- Hamidah, N., Frieda, Dwi Anung Nindito, & Mahdi Santoso. 2023. Partisipasi Masyarakat di Kelurahan Pahandut Seberang Kota Palangka Raya dalam Pelatihan Program Green Kampung. *Diteksi : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik*, 1(2), 96–105. <https://doi.org/10.36873/diteksi.v1i2.11178>
- Manurung, I., Putri, F. V., Afrila, M., Al Hafizd, M. A., Haditya, R., Gusni, J., & Miswarti, M. 2023. Penerapan Sistem Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah untuk Pertanian Masa Depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(4), 5140–5145. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i4.1892>
- Nurjasmi, R. 2021. Review: Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan oleh Lanjut Usia untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(1), 11–28. <https://doi.org/10.52643/jir.v12i1.1406>
- Palanivelu, S. D., Armir, N. A. Z., Zulkifli, A., Hair, A. H. A., Salleh, K. M., Lindsey, K., Che-Othman, M. H., & Zakaria, S. 2022. Hydrogel Application in Urban Farming: Potentials and Limitations—A Review. *Polymers*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/polym14132590>

- Perkotaan, K., Karangrejo, D., Murwanti, R., & Muharom, L. A. 2025. *Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Sempit melalui Vertiminaponik di*. 4(3), 442–447.
- Rahayu, M., Handoyo, G. C., Iswahyudi, Roviqowati, Fi., & Prihantio, J. 2019. Pemanfaatan Lahan Pekarangan untuk Budidaya Tanaman Bayam. *Cybex.Pertanian.Go.Id*, 4(1), 1–10.
- Rahayu, T., Solikah, U. N., Rachmawatie, S. J., Pamujiasih, T., & Ihsan, M. 2022. DARMABAKTI Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Intensifikasi Lahan Pekarangan Dengan Tanaman Hortikultura. *DARMABAKTI: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 01(April), 32–36.
- Rita Supiana, Herman Suheri, & Mulat Isnaini. 2022. Pengaruh Diameter Pipa Dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.) Pada Sistem Hidroponik Vertikal. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(1), 66–75. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1214>
- Sadono, A., & Wijaya, N. 2022. *TRAINING ON GROWING VEGETABLES IN THE HYDROPONIC SYSTEM OF THE COMMUNITY AROUND THE UPR CAMPUS IN UTILIZING NARROW LAND AND FREE TIME*. 1(6), 1609–1624.
- Saputra, H., Fonataba, P. W., Wudda, A. R., Ardana, A., Zulfri, A., Pasaribu, R., Hasibuan, K. M., & Yazid, M. U. (2025). Peran Manajemen Agribisnis dan Diversifikasi Produk dalam Keberlanjutan Usaha Susu Kambing Rumahan : Studi Kasus pada Usaha Ibu Sri Endang Hartati. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen*, 3(1), 71–100.
- Sartika, A., & Ekaristi, Y. 2025. *Pengembangan Tanaman Hidroponik dengan Sistem Pengisi Air Otomatis Menggunakan Arduino Uno di Kelurahan Senggarang*. 01(01), 11–17.
- Tsalas, D. R. L. 2020. *Analisis Pendapatan Usahatani Sayur Hidroponik (Kasus: CV. Spirit Wirautama, Kota Tangerang Selatan)*.
- Van Gerrewey, T., Boon, N., & Geelen, D. 2022. Vertical farming: The only way is up? *Agronomy*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010002>
- Wahyudi. (2022). Volatilitas Pasar Modal Indonesia: Faktor Global dan Peran OJK dalam Stabilitas Keuangan. *Jurnal Ekonomi Global*, 11(2), 167–182.
- Widodo, T. W., Damanhuri, D., Muhklisin, I., & Titale, I. A. 2022. Production of 3 Varieties of Rice (*Oryza sativa* L.) on Soilless Farming System Based on Intermittent Irrigation as Urban Farming Method. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(2), 184–193. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i2.3352>