

## Transformasi kebun hidroponik konvensional menjadi energy-efficient smart urban farming berbasis IoT

Indar Sugiarto<sup>1\*</sup>, Astri Yogatama<sup>2</sup>, Setyono Yudo Tyasmoro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia, email: [indi@petra.ac.id](mailto:indi@petra.ac.id)

<sup>2</sup>Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia, email: [astri@petra.ac.id](mailto:astri@petra.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia, email: [sytyasmoro@ub.ac.id](mailto:sytyasmoro@ub.ac.id)

\*Koresponden penulis

### Info Artikel

#### Riwayat Artikel

**Diajukan:** 2023-12-07

**Diterima:** 2024-05-31

**Diterbitkan:** -

#### Keywords:

urban farming; hydroponics;  
IoT; smart system

#### Kata Kunci:

urban farming; hidroponik;  
IoT; sistem cerdas



Lisensi: cc-by-sa

Copyright © 2024 Indar Sugiarto, Astri  
Yogatama, Setyono Yudo Tyasmoro

### ABSTRACT

Urban Farming is a farming technique in an urban environment by utilizing an area, such as a yard, garden, or even the roof of a building. To optimize the benefits of urban farming, good and controlled governance is needed, starting from the initial process of preparation, planting, maintenance to harvest and post-harvest. In Surabaya, hydroponic urban farming was found owned by KRPL Tambakrejo Surabaya, which was not functioning properly. Through community service activities using the ABCD (Asset Based Community Development) method, efforts were made for empowerment and improvement by transforming their conventional hydroponic garden into a smart hydroponic system. This method was implemented starting from identifying the problems faced by KRPL Tambakrejo, such as difficulties in clean water supply, rat infestation, limited electricity sources, and suboptimal product marketing methods. The transformation process was carried out through revitalizing the conventional hydroponic system into an IoT-based and solar-powered smart hydroponic system. From the analysis results after the transformation, KRPL Tambakrejo's hydroponic garden could generate a minimum profit of Rp 4,032,000 per year. Besides being very energy-efficient and directly monitorable via the internet, the hydroponic garden is now also free from rat infestations.

### ABSTRAK

Urban Farming adalah teknik bercocok tanam di lingkungan perkotaan dengan memanfaatkan area, seperti halaman rumah, taman, atau bahkan atap bangunan. Untuk mengoptimalkan manfaat dari urban farming, perlu tata kelola yang baik dan terkontrol mulai dari proses awal persiapan, penanaman, perawatan sampai panen dan pasca panen. Di Surabaya ditemukan urban farming berupa kebun hidroponik yang dimiliki oleh KRPL Tambakrejo Surabaya yang tidak berfungsi dengan baik. Melalui kegiatan pengabdian masyarakat dengan metode ABCD (Asset Based Community Development), dilakukan upaya pemberdayaan dan perbaikan dengan mentransformasi kebun hidroponik konvensional mereka menjadi kebun hidroponik cerdas. Metode tersebut diimplementasi mulai dari identifikasi permasalahan yang dihadapi KRPL Tambakrejo, yaitu kesulitan pasokan air bersih, serangan hama tikus, sumber listrik yang terbatas dan cara pemasaran produk yang kurang optimal. Proses transformasi dilakukan melalui revitalisasi kebun hidroponik konvensional menjadi kebun hidroponik cerdas berbasis IoT dan bertenaga surya. Dari hasil analisa setelah dilakukan transformasi tersebut, kebun hidroponik milik KRPL Tambakrejo bisa menghasilkan keuntungan minimal Rp 4.032.000 pertahun. Selain sangat hemat energi listrik dan dapat dipantau secara

langsung lewat internet, kebun hidroponik tersebut saat ini juga sudah bebas dari hama tikus.

**Cara mensitasi artikel:**

Sugiarto, I., Yogatama, A., & Tyasmoro, S. Y. (2024). Transformasi kebun hidroponik konvensional menjadi energy-efficient smart urban farming berbasis IoT. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, 7(3), 537–553. <https://doi.org/10.33474/jipemas.v7i3.21135>

## PENDAHULUAN

*Urban Farming* adalah teknik bercocok tanam di lingkungan perkotaan dengan memanfaatkan area di sekitar pemukiman penduduk. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan makanan dan memperbaiki kualitas hidup warga kota melalui peningkatan akses terhadap tumbuhan dan tanaman segar serta memperkuat lingkungan dan ekonomi lokal (Grebitus et al., 2020). Salah satu manfaat utama dari konsep *urban farming* adalah mengurangi ketergantungan pada pasokan makanan dari luar kota atau bahkan luar negeri. Dengan memproduksi makanan secara lokal, komunitas perkotaan dapat mengurangi jejak karbon transportasi dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, urban farming juga memberikan peluang pekerjaan lokal dan dapat membantu meningkatkan kualitas udara dan kehidupan perkotaan secara keseluruhan (Nicholls et al., 2020).

Teknologi modern seperti hidroponik, aquaponik, dan pencahayaan buatan telah memungkinkan urban farming untuk tumbuh dan berkembang di berbagai kondisi perkotaan. Untuk mengoptimalkan manfaat dari urban farming, perlu tata kelola yang baik dan terkontrol mulai dari proses awal persiapan, penanaman, perawatan sampai panen dan pasca panen. Pada *urban farming* yang menekankan pada aspek kualitas, penggunaan bahan-bahan non-organik yang sintetis (kimia) dapat diminimalisasi. Dengan pengelolaan yang terkontrol, dapat diperoleh hasil panen yang segar dan sehat bagi manusia (Tyasmoro et al., 2021).

Konsep urban farming untuk menyelesaikan permasalahan ketahanan pangan di perkotaan juga digagas oleh banyak pemerintah kota, salah satunya adalah dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian (DKPP) pemerintah kota Surabaya (Wardah et al., 2021). DPPP berusaha memasyarakatkan konsep urban farming, misalnya lewat pemberdayaan masyarakat berbasis komunitas KASUR BOYO (Kampung Sayur Suroboyo) dan juga KRPL (Kawasan Rumah Pangan Lestari). Akan tetapi masih banyak sistem hidroponik yang dikelola oleh warga masyarakat perkotaan maupun komunitas ini yang masih sangat konvensional, hanya mengandalkan sistem kontrol siklus terbuka (*open-loop control system*) dalam pengoperasian sistem hidroponiknya. Akibatnya, hasil produksi tanaman tidak optimal dan juga penggunaan energi yang berlebihan.

Demikian juga yang terjadi dengan kebun hidroponik yang dikelola oleh KRPL Segaran Astri Tambakrejo Surabaya. Kebun hidroponik yang berada di RW 3 kelurahan Tambakrejo Kota Surabaya tersebut juga tidak beroperasi secara optimal. Kebun hidroponik milik KRPL Tambakrejo tersebut memiliki luasan 200m<sup>2</sup> (10m x 20m) dan tidak berfungsi dengan kondisi kosong seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kondisi awal kebun hidroponik milik KRPL Segaran Astri Tambakrejo Kota Surabaya. Area kosong di tengah kebun lebih difungsikan sebagai tempat berkumpul warga

Ketika pertama kali kebun hidroponik milik KRPL tersebut dibuat tahun 2018, para anggota KRPL hanya berorientasi pada kerja mandiri dan hasil panennya dinikmati sendiri dan/atau dibagikan pada warga sekitar kebun. Kegiatan pengelolaan kebun hidroponik tersebut dilakukan para anggota KRPL dengan jadwal seadanya, mengikuti kesibukan dari para ibu-ibu anggota KRPL tersebut. Kendala-kendala yang dihadapi warga dan anggota KRPL dalam mengelola kebun hidroponik tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua aspek utama, yaitu aspek produksi dan aspek pemasaran.

Dari aspek produksi, permasalahannya terkait rendahnya produktivitas kebun hidroponik yang disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu: kesulitan pasokan air bersih (air PDAM), serangan hama tikus, dan sumber listrik yang sangat terbatas. Sedangkan di sisi aspek pemasaran, masalah utama yang dihadapi oleh anggota KRPL adalah kurangnya pengetahuan yang baik dalam menjual hasil panen kebun hidroponiknya. Beberapa anggota berusaha menjual hasil panen ke warga sekitar tetapi tanpa target dan manajemen yang jelas. Dengan demikian, strategi-strategi baru untuk pemasaran perlu dikembangkan dan digalakkan.

Melihat dan mengevaluasi permasalahan utama tersebut, direncanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) dengan skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat dengan dukungan pendanaan dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Kegiatan PKM tersebut bertujuan untuk memberdayakan warga masyarakat di Kelurahan Tambakrejo melalui budidaya hidroponik yang terkontrol baik dan efisien dengan menggunakan teknologi berbasis IoT (*internet of things*) yang *smart* untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. IoT adalah teknologi yang memungkinkan berbagai peralatan elektronik dapat dimonitor dan dikendalikan dengan mudah melalui internet (Kumar et al., 2019). Melalui kegiatan PKM ini, kebun hidroponik milik KRPL dibuat bekerja secara otomatis dan efisien, baik dalam hal pengaturan sumber daya air dan listrik sehingga bisa menghasilkan panen yang berkualitas, segar dan sehat untuk dikonsumsi warga, serta memiliki nilai jual yang lebih tinggi (Lakshmanan et al., 2020). KRPL Segaran Astri Tambakrejo juga dibantu dalam mengembangkan metode pemasaran, terutama yang

memanfaatkan media sosial dan juga *online marketing* (Alves et al., 2016). Metode ini terbukti cukup ampuh dalam meningkatkan pangsa pasar (Gunarta et al., 2020).

## METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan PKM oleh penulis adalah metode ABCD (*Asset Based Community Development*) yang berfokus pada pemberdayaan masyarakat melalui pemahaman terhadap potensi maupun permasalahan/hambatan yang ada guna meningkatkan kualitas dari kelompok masyarakat tersebut (McKnight & Russell, 2018; Selasi et al., 2021). Untuk menggali informasi lebih dalam terkait potensi dan permasalahan yang dihadapi oleh KRPL Segaran Asri Tambakrejo, dilakukan diskusi intensif dengan semua *stake holder* dari KRPL Segaran Asri yang meliputi pengurus KRPL, ketua RT/RW, serta perangkat kelurahan (Lurah Tambakrejo). Gambar 2 menunjukkan situasi ketika dilakukan diskusi intensif antara tim PKM dengan para *stakeholder* tersebut.



**Gambar 2.** Diskusi intensif dengan para *stake holder* dari KRPL Segaran Asri Tambakrejo yang dilakukan di kebun hidroponik milik KRPL.

Selain melakukan diskusi intensif dengan para *stakeholder* dari KRPL Segaran Asri, tim juga melakukan survey kepada warga sekitar KRPL (yang masih masuk dalam kelurahan Tambakrejo), untuk mengetahui seberapa paham mereka tentang keberadaan dan manfaat kebun hidroponik milik KRPL Segaran Asri, pemahaman mereka tentang teknik pertanian kota (*urban farming*), serta harapan mereka untuk pengembangan kebun hidroponik menjadi *smart urban farming* di masa yang akan datang. Survei ini dilakukan dengan menyebarkan angket kepada warga di sekitar KRPL Segaran Asri, dimana angket tersebut terdiri dari 10 pertanyaan dimana masing-masing pertanyaan memiliki 5 pilihan jawaban yang menunjukkan skala pemahaman/persetujuan mereka terkait kondisi yang ditanyakan. Tabel 1 menunjukkan hasil pengumpulan survey yang dilakukan terhadap 26 warga Tambakrejo.

**Tabel 1.** Hasil survey terhadap warga Tambakrejo tentang pertanian kota dan pengelolaan kebun hidroponik dari KRPL Segaran Asri

Jenis Pertanyaan	Sangat mengerti/ sangat setuju	Mengerti/ setuju	Cukup mengerti/ ragu-ragu	Kurang mengerti/ kurang setuju	Tidak mengerti/ tidak setuju
Q01	1	20	5	0	0
Q02	1	19	3	3	0
Q03	0	12	5	7	2
Q04	0	8	8	8	2
Q05	8	13	5	0	0
Q06	9	15	2	0	0
Q07	10	16	0	0	0
Q08	8	14	3	1	0
Q09	3	10	10	2	1
Q10	9	16	1	0	0

Daftar pertanyaan yang dikodekan dalam tabel 1 adalah sebagai berikut:

Q01: Saya tahu/mengerti apa itu hidroponik

Q02: Saya tahu/mengerti apa itu pertanian kota (atau *urban farming*)

Q03: Saya tahu/mengerti cara menanam dan menumbuhkan (memupuk) tanaman hidroponik

Q04: Saya tahu/mengerti cara mengoperasikan peralatan yang dibutuhkan untuk menjalankan kebun hidroponik

Q05: Saya merasa masyarakat membutuhkan keberadaan kebun hidroponik di kampung/kelurahan

Q06: Kebun hidroponik dan pertanian kota (*urban farming*) bisa memberi manfaat langsung (misal: hasil panennya bisa dikonsumsi anggota masyarakat)

Q07: Kebun hidroponik dan pertanian kota (*urban farming*) bisa memberi manfaat tidak langsung untuk kesejahteraan warga masyarakat (misal: hasil panennya bisa dijual dan hasil penjualannya bisa digunakan untuk menambah pendapatan warga masyarakat)

Q08: Saya mengerti bahwa hidroponik perlu dikelola secara profesional agar memberikan manfaat yang maksimal

Q09: Kebun hidroponik yang dikelola KRPL Segaran Asri Tambakrejo sejauh ini sudah dikelola dengan baik

Q10: Kebun hidroponik yang ada di kelurahan Tambakrejo dan dikelola oleh KRPL Segaran Asri seharusnya bisa dikelola dengan lebih baik lagi di masa yang akan datang

Dari hasil diskusi dengan *stake holder* KRPL Segaran Asri maupun survey dengan warga Tambakrejo, tim berhasil memetakan beberapa permasalahan mendasar yang dihadapi oleh KRPL Segaran Asri. Ada tiga permasalahan yang berhasil diidentifikasi dan akan diprioritaskan untuk ditangani melalui kegiatan PKM. Ketiga permasalahan tersebut adalah sebagai berikut.

Permasalahan pertama terkait aspek pengetahuan budidaya tanaman dan sistem hidroponik untuk mengoptimalkan hasil panen. Solusi yang diberikan untuk masalah ini adalah dengan memberikan pelatihan dan pendampingan dari pakar tanaman untuk memilih dan mengembangbiakkan tanaman hidroponik yang tepat. Sistem hidroponik bisa dilakukan untuk semua tanaman hortikultura, seperti sayuran berdaun, sayuran buah, buah-buahan, hingga beberapa tanaman hias. Akan tetapi cara pemilihan benih yang baik juga harus diperhatikan agar pertumbuhan tanaman menjadi optimal. Ada beberapa macam benih tanaman hidroponik yang dijual dipasaran, bahkan tersedia dalam toko online. Dari berbagai benih tanaman hidroponik, para petani harus paham membedakan mana benih yang cocok ditanam di sistem hidroponiknya; apakah menggunakan sistem hidroponik NFT atau DFT nantinya. Pengetahuan semacam ini akan diberikan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan langsung kepada para anggota KRPL.

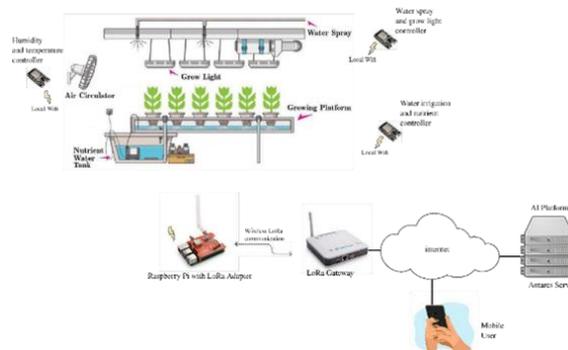
Permasalahan kedua terkait aspek teknis revitalisasi kebun hidroponik, yaitu bagaimana menjadikannya sistem hidroponik yang pintar, modern dan terkontrol dengan efisien. Solusi yang diberikan untuk masalah teknis ini adalah dengan pembuatan *greenhouse* untuk menutup area hidroponik, pemasangan sensor-sensor IoT untuk memonitor kondisi dan keadaan tanaman, pemasangan sistem kontrol otomatis untuk mesin pompa air, pemasangan panel surya untuk menghasilkan energi listrik yang akan menggerakkan semua peralatan elektronik di kebun hidroponik, serta pemasangan saluran baru pipa PDAM untuk menjamin kelancaran pasokan air bersih bagi kebun hidroponik. Air PDAM dibutuhkan dan lebih baik dari air sumur biasa (Abdurrahman et al., 2022), khususnya di daerah seperti Surabaya yang tingkat keasaman air tanahnya cukup tinggi. Sistem hidroponik yang tertutup memiliki keunggulan dalam hal lebih mencegah atau mengurangi resiko terjadinya serangan hama yang terbawa oleh udara atau hama-hama lain seperti tikus. Akan tetapi, sistem hidroponik tertutup juga memiliki kelemahan dalam hal sirkulasi udara yang terbatas dan juga suhu yang relatif cepat panas. Untuk itu, sistem hidroponik yang berbentuk *greenhouse* juga akan dilengkapi dengan *exhaust fan* dan pengembun untuk menjaga agar sayuran tetap segar dan tidak layu. *Exhaust fan* dan pengembun ini akan dikendalikan menggunakan sensor IoT.

Permasalahan ketiga terkait aspek keterampilan dalam memasarkan hasil panen kebun hidroponik untuk meningkatkan pendapatan dan pemasukan bagi komunitas KRPL. Solusi yang diberikan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memberikan pelatihan dan pendampingan dari pakar komunikasi strategis yang juga anggota dari tim PKM yang mengajarkan cara-cara komunikasi ideal dalam pemasaran menggunakan platform media sosial maupun *online marketing*. Cara-cara pemasaran konvensional seperti menjual langsung ke pelanggan/warga masyarakat sekitar atau menjual ke pasar tradisional, memang bisa dilakukan tetapi akan memiliki nilai ekonomis (*benefit*) yang kecil. Dengan memanfaatkan media sosial, KRPL nantinya akan bisa menjual ke pasar kalangan menengah ke atas seperti restoran atau hotel. Tentunya KRPL harus memiliki strategi yang tepat dalam mengkomunikasikan produk panen hidroponiknya lewat media sosial agar masyarakat luas tertarik (Li et al., 2021). Pelatihan dan pendampingan ini diharapkan agar anggota KRPL terbangkitkan jiwa bisnis dan kreativitasnya dalam memasarkan hasil panen mereka.

Masing-masing solusi dari ketiga aspek permasalahan seperti dijelaskan di atas dijalankan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut. Untuk solusi terkait peningkatan pengetahuan dan keterampilan warga tentang cara budidaya tanaman hidroponik yang baik, langkah pertama yang dilakukan adalah merancang metode dan mekanisme pelatihan tentang cara budidaya tanaman hidroponik yang baik (Tyasmoro et al., 2021). Kemudian tim PKM bersama KRPL menentukan waktu yang tepat untuk dilakukannya pelatihan dan pendampingan yang dilakukan di bulan-bulan pertama kegiatan PKM. Setelah dicapai kesepakatan tentang hari pelaksanaan kegiatan pelatihan dan pendampingan tersebut, KRPL menyebarkan undangan dan sosialisasi kepada semua anggota dan warga masyarakat sekitar terkait rencana kegiatan

pelatihan tersebut. Ketika tiba waktunya pelatihan, kegiatan tersebut didokumentasi oleh tim pelaksana PKM yang dibantu oleh tim mahasiswa. Kegiatan pelatihan tersebut menggunakan format presentasi, diskusi, dan praktek kelompok. Selesai pelatihan dan pendampingan selesai dilakukan, dilakukan evaluasi lewat survei untuk mengetahui tingkat pengetahuan dan pemahaman peserta serta menggali potensi/ide peserta terkait jenis tanaman yang akan dibudidayakan.

Untuk solusi terkait permasalahan revitalisasi kebun hidroponik menjadi *smart urban farming*, tahapan-tahapan kegiatannya adalah sebagai berikut. Pertama tim PKM bersama dengan KRPL merancang *blueprint* dari *greenhouse*, sistem IoT, panel surya, dan jalur pipa air. Tim PKM juga mendesain *blueprint* dari sistem IoT yang akan dipasang untuk mengontrol sistem kebun pintar. Gambar 3 menunjukkan *blueprint* dari sistem IoT untuk mendukung *smart urban farming* berbasis kebun hidroponik yang merupakan pengembangan dari sistem IoT yang sudah pernah dibuat sebelumnya (Sugiarto et al., 2022).

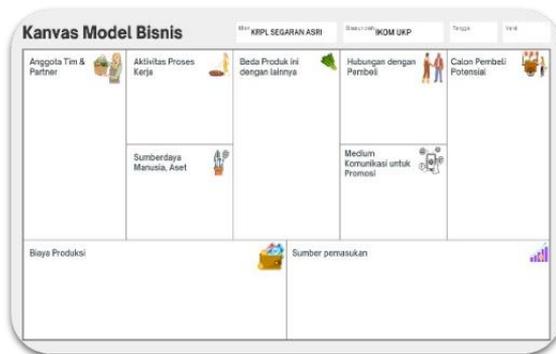


**Gambar 3.** Disain sistem IoT untuk mendukung *smart urban farming* pada kebun hidroponik

Setelah *blueprint* dari sistem IoT untuk kebun hidroponik selesai dibuat (gambar 3), tim PKM dibantu KRPL mencari tenaga kerja lapangan untuk proses pembuatan *greenhouse* sekaligus penambahan pipa-pipa hidroponik baru berdesain NFT. Tim PKM dibantu KRPL juga berkonsultasi dengan PDAM kota Surabaya untuk pembuatan jalur air dan pemasangan meteran PDAM menuju ke kebun hidroponik. Berikutnya tim PKM dengan dibantu beberapa mahasiswa MBKM melakukan pengadaan komponen-komponen panel surya. Bersama dengan KRPL, tim PKM mengawasi pemasangan dan pengujian sistem kelistrikan yang dihasilkan oleh panel surya untuk mengevaluasi kinerja panel surya dalam pengisian baterai. Langkah berikutnya terkait revitalisasi ini, tim PKM memasang sensor dan aktuator IoT sesuai dengan *blueprint* yang sudah dibuat. Setelah terpasang, dilakukan pengujian baik kinerja sistem kontrol IoT, maupun kinerja dari *dashboard* dan aplikasi Android yang memonitor dan mengontrol *smart urban farming*. Pengujian di sisi server juga dilakukan untuk mengetahui tingkat kehandalan dan aksesibilitas program yang dibuat. Sedangkan tahap terakhir dari kegiatan revitalisasi ini adalah berupa

kegiatan pelatihan dan pendampingan kepada mitra KRPL dalam hal pengoperasian dan perawatan sistem panel surya, sistem IoT, maupun *dashboard* dan aplikasi Android yang dibuat.

Untuk solusi terkait strategi pemasaran hasil panen, tahapan-tahapan kegiatannya adalah sebagai berikut. Pertama, tim PKM merancang metode dan mekanisme pelatihan tentang metode pemasaran yang strategis dan berdampak besar berdasarkan mekanisme yang sudah pernah dilakukan sebelumnya (Telaumbanua et al., 2020). Gambar 4 menunjukkan *blueprint* dari analisa potensi yang akan dituangkan dalam bentuk BMC (*business model canvas*).



**Gambar 4.** Desain BMC yang dilatihkan kepada anggota KRPL untuk menggali potensi *marketing* dan profit-nya dari hasil kebun hidroponik yang sudah direvitalisasi.

Langkah berikutnya yang dilakukan adalah tim PKM bersama KRPL menentukan waktu yang tepat untuk dilakukannya pelatihan dan pendampingan, yang rencananya dilakukan di bulan-bulan akhir kegiatan PKM, atau menjelang masa panen kedua. Setelah dicapai kesepakatan antara tim PKM dan KRPL mengenai tanggal dan waktu pelatihan tersebut, anggota KRPL menyebarkan undangan dan sosialisasi kepada semua anggota dan warga masyarakat sekitar terkait kegiatan PKM beserta rencana pelatihan tersebut. Kemudian pada hari pelaksanaan pelatihan tersebut, dilakukan dokumentasi kegiatan. Kegiatan pelatihan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan warga dalam menggunakan media sosial terkait strategi pemasaran tersebut dibuat dalam format presentasi, diskusi, dan praktek kelompok. Setelah selesai pelatihan dilakukan evaluasi lewat survei untuk mengetahui tingkat pengetahuan dan pemahaman peserta serta menggali potensi/ide peserta terkait rencana pemasaran yang baru.

Pelatihan tentang metode pemasaran yang strategis juga diberikan secara khusus kepada pengurus dan anggota KRPL Segaran Asri. Setelah diadakan pelatihan, tim mengedarkan angket untuk mengevaluasi seberapa besar peningkatan pemahaman mereka terkait aspek komunikasi strategis yang akan mereka gunakan untuk meningkatkan prospek penjualan/*marketing* dari hasil pertanian KRPL Segaran Asri. Tabel 2 menunjukkan hasil survei terhadap delapan orang anggota dan pengurus KRPL Segaran Asri.

**Tabel 2.** Hasil Survei terhadap anggota dan pengurus KRPL Segaran Asri setelah diadakan pelatihan teknik komunikasi strategis untuk meningkatkan penjualan hasil usaha KRPL Segaran Asri

Jenis Pertanyaan	Jumlah Jawaban				
	A1	A2	A3	A4	A5
Q01	0	7	0	1	0
Q02	5	2	0	1	0
Q03	1	1	2	4	0
Q04	0	1	5	2	0
Q05	0	3	2	3	0

Daftar pertanyaan dan opsi yang dikodekan pada Tabel 2 adalah sebagai berikut:

Q01: Apakah bapak/ibu paham bahwa dalam pemasaran hasil panen hidroponik juga dibutuhkan strategi?

A1: Sangat paham

A2: Paham

A3: Cukup paham

A4: Kurang paham

A5: Tidak paham

Q02: Apakah bapak/ibu terbiasa menggunakan salah satu atau beberapa aplikasi media sosial seperti Whatsapp, Instagram, Facebook, Youtube, dan sebagainya?

A1: Ya, saya aktif menggunakan sedikitnya 3 aplikasi media sosial

A2: Ya, saya memiliki beberapa akun media sosial tapi hanya aktif di salah satu saja

A3: Saya pernah menggunakan aplikasi media sosial tetapi sekarang sudah tidak aktif lagi

A4: Saya belum pernah menggunakan media sosial karena tidak punya perangkat seperti HP atau komputer

A5: Saya tidak mengetahui dan juga tidak berminat untuk menggunakan media sosial tersebut

Q03: Pertanyaan berikut ini terkait media sosial dan BUKAN marketplace seperti Tokopedia, Shopee, dan lain-lain. Nah, apakah bapak/ibu tahu bagaimana cara mengiklankan atau bahkan memasarkan produk (atau menjual barang) melalui media sosial seperti Whatsapp, Instagram, Facebook, Youtube, dan sebagainya?

A1: Saya tahu caranya dan sudah pernah melakukannya

A2: Saya tahu caranya tetapi belum pernah melakukannya

A3: Saya hanya tahu bahwa kita bisa melakukan promosi saja melalui media sosial

A4: Saya kurang mengerti cara menggunakan media sosial untuk melakukan promosi atau berjualan

A5: Saya tidak mengerti dan tidak tertarik melakukan promosi atau berjualan lewat media sosial

Q04: Pertanyaan berikut ini terkait dengan marketplace seperti Tokopedia, Bukalapak, Shopee, dan sebagainya. Nah, apakah bapak/ibu tahu bagaimana cara mengiklankan atau bahkan memasarkan produk (atau menjual barang) melalui marketplace tersebut?

A1: Saya tahu caranya dan sudah pernah melakukannya

A2: Saya tahu caranya tetapi belum pernah melakukannya

A3: Saya hanya tahu sebatas pengguna/pembeli saja, yaitu hanya untuk membeli barang secara online

A4: Saya hanya tahu bahwa marketplace adalah tempat jual/beli secara online tapi tidak pernah menggunakannya

A5: Saya tidak mengerti dan tidak tertarik melakukan jual/beli secara online lewat marketplace

Q05: Apakah bapak/ibu sudah memiliki rencana apa yang akan dilakukan untuk memasarkan produk hasil panen dari kebun hidroponik KRPL?

A1: Sudah punya rencana dan segera akan melakukannya

A2: Sudah punya rencana tetapi belum tahu kapan akan melakukannya

A3: Sedang akan membuat rencana

A4: Belum punya rencana tetapi berminat akan membuatnya jika ada waktu atau ditugaskan

A5: Tidak punya rencana dan tidak ingin terlibat untuk memasarkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan PKM yang dilakukan di KRPL Segaran Asri menggunakan metode ABCD, dimana kegiatan PKM ini memiliki fokus untuk merevitalisasi kebun hidroponik konvensional milik KRPL Segaran Asri menjadi kebun hidroponik cerdas berbasis teknologi IoT yang ramah energi. Revitalisasi ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi KRPL Segaran Asri dan juga potensi pemasarannya.

Terkait dengan solusi pertama yang diusulkan, yaitu memberi pelatihan intensif terkait teknik budidaya hidroponik yang baik yang dimulai dengan pemilihan jenis dan bibit tanaman hidroponiknya, dapat dilihat hasilnya melalui keberhasilan panen perdana yang dilakukan oleh komunitas KRPL Segaran Asri. Setelah dilakukan pelatihan dan dilanjutkan pendampingan, diputuskan untuk memulai dengan menanam tiga jenis tanaman, yaitu: pakcoy, kangkung, dan selada. Tanaman-tanaman ini dipilih karena mereka relatif lebih mudah dikembangbiakkan dengan masa panen yang pendek (Tyasmoro & Saitama, 2023). Tabel 3 menunjukkan omset yang dimiliki dari hasil panen perdana.

**Tabel 3.** Hasil panen perdana KRPL Segaran Asri

Jenis Tanaman	Harga bibit (Rp)	Harga panen (Rp)
Kangkung	56.000	110.000
Pakcoy	46.000	172.000
Selada	44.000	100.000
Total	146.000	382.000

Selain untuk pengadaan bibit tanaman, *cost* yang dibutuhkan untuk operasional adalah: air PDAM, nutrisi AB-mix, dan Rockwool dengan harga sebagai berikut:

- langganan air PDAM	: Rp 46.000,-
- nutrisi AB-mix	: Rp 100.000,-
- rockwool	: Rp 90.000,-
Total	Rp 263.000,-

Dengan demikian, selisih omset yang sudah didapatkan dari hasil panen perdana ini adalah:  $146.000 + 263.000 - 382.000 = 27.000$ . Dari hasil panen perdana ini, meskipun selisih omset masih minus (sebesar Rp 27.000,-), namun bukan berarti terjadi kegagalan. Hal ini karena semua komponen di atas, baik bibit tanaman, nutrisi AB-mix, dan rockwool, semuanya dibeli dengan kuantitas besar yang bisa digunakan untuk hingga satu tahun. Setelah periode panen perdana, *cost* berikutnya untuk 12 bulan kedepan hanya tinggal langganan air PDAM saja. Untuk *cost* terkait kelistrikan, tidak ada alokasi anggaran karena semua kebutuhan kelistrikan sudah dipenuhi oleh panel surya yang terpasang di lahan KRPL Segaran Asri. Dengan menggunakan data pada Tabel 3 (dan diasumsikan harga jual hasil panen tidak berubah dalam jangka waktu satu tahun), maka dapat diprediksikan keuntungan yang akan diperoleh dalam satu tahun ke depan adalah:  $(382.000 - 46.000) * 12 = 4.032.000$ .

Terkait dengan kebutuhan kelistrikan yang digunakan untuk menyalakan infrastruktur seperti ditunjukkan pada Gambar 3, telah dipasang sumber tenaga listrik tenaga surya (PLTS) di area samping dari kebun hidroponik KPRL Segaran Asri. Desain PLTS dilakukan oleh tim PKM tetapi proses instalasi PLTS tersebut dilakukan menggunakan tenaga *outsourc*e yang diawasi pengerjaannya oleh tim PKM. Setelah terpasang, dilakukan pengujian/evaluasi untuk mengetahui kinerja dari PLTS yang terpasang. Gambar 5 menunjukkan proses instalasi PLTS di KRPL Segaran Asri.



**Gambar 5.** Proses instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dipasang di KRPL Segaran Asri.

Untuk mengevaluasi dan menguji kinerja dari PLTS tersebut dilakukan serangkaian pengukuran dan pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Pengujian PLTS meliputi *response time* saat dinyalakan dan dimatikan serta pengujian terhadap gangguan seperti *short circuit* dan *overload*. Sedangkan pengukuran parameter kelistrikan PLTS meliputi pengukuran tegangan dan daya yang dihasilkan oleh PLTS tersebut.



**Gambar 6.** Proses pengujian performa pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di KRPL Segaran Asri.

Dari hasil pengukuran langsung pada infrastruktur PLTS yang dipasang, didapatkan data seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil pengukuran langsung kinerja/kapasitas PLTS terpasang

Parameter	Disain	Hasil Pengukuran
Tegangan DC panel surya (Voc)	192 V	189 V
Tegangan battery (Vdc)	48 V	51 V
Daya pengisian	1200 W	1198 W
Tegangan output inverter (Vac)	220 V	220 V

Pengukuran seperti ditunjukkan pada Gambar 6 dan Tabel 4 dilakukan di siang hari dengan cuaca cerah tidak berawan yang berarti seharusnya menghasilkan daya listrik maksimum sesuai desain. Namun dari hasil pengukuran terdapat sedikit selisih yang menyebabkan daya listrik yang dihasilkan tidak maksimal. Meskipun demikian, sesuai desain tim PKM, daya

listrik tersebut cukup untuk menyalakan tiga pompa air (masing-masing memiliki *rating* daya 60 W) yang akan digunakan dalam instalasi hidroponik di KRPL Segaran Asri selama 24-jam *non-stop*.

Terkait dengan pemasangan sistem IoT di kebun hidroponik KRPL Segaran Asri, sayangnya belum bisa direalisasikan penuh mengingat proses renovasi yang memakan waktu cukup lama. Namun tim telah menyediakan purwarupa yang siap untuk diimplementasikan di kebun hidroponik KRPL Segaran Asri di waktu yang akan datang. Purwarupa tersebut dibuat di kebun hidroponik milik Universitas Kristen Petra yang memiliki kapasitas instalasi hidroponik yang mirip dengan yang dimiliki oleh KRPL Segaran Asri. Purwarupa tersebut meliputi dua komponen: perangkat keras sistem IoT (berikut sensor dan penggeraknya), dan juga panel kontrol untuk mengendalikan sistem IoT di kebun hidroponik. Dengan menerapkan sistem IoT pada kebun hidroponik, akan didapatkan sistem terintegrasi yang kami sebut *smart urban farming* dimana sistem tersebut bisa dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan internet. Gambar 7 menunjukkan purwarupa sistem IoT yang siap untuk diimplementasikan di KRPL Segaran Asri Tambakrejo.



**Gambar 7.** Purwarupa sistem IoT untuk kebun hidroponik otomatis sebagai komponen utama pembangun *smart urban farming*. Purwarupa tersebut yang merupakan realisasi dari konsep di Gambar 3.

Gambar 8 menunjukkan tampilan program aplikasi berupa *dashboard* yang digunakan untuk memonitor dan mengendalikan sistem IoT seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Program aplikasi berupa *dashboard* tersebut bisa dijalankan menggunakan peramban di komputer atau gawai pintar (*smartphone*). Pada Gambar 8 tertampil ada empat kebun hidroponik pintar (yang kami sebut *greenhouse*) meskipun sebenarnya di KRPL Segaran Asri Tambakrejo hanya memiliki satu kebun saja. Hal ini untuk mengantisipasi kebutuhan di masa depan jika KRPL Segaran Asri akan melakukan ekspansi dengan menambah kebun hidroponik yang baru.



**Gambar 8.** Purwarupa program aplikasi berupa *dashboard* untuk memantau dan mengendalikan sistem IoT kebun hidroponik seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Purwarupa seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 telah diuji coba secara langsung yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pengujian purwarupa sistem *smart urban farming* pada Gambar 6.

Variabel	Pembacaan Sensor	Batas Atas	Batas Bawah	Aktuator	Kondisi	Keterangan
Suhu	34 °C	30 °C	32 °C	Exhaust fan	Menyala	Sesuai desain
Suhu	34 °C	30 °C	32 °C	Pompa pengabut (sprayer)	Menyala	Sesuai desain
Kelembaban	59%	50%	60%	-	-	Hanya dimonitor
Intensitas Cahaya	2 LUX	100 LUX	100 LUX	Lampu penerangan	Menyala	Sensor sengaja ditutup
Kualitas Air	0 PPM	500 PPM	1000 PPM	Pompa nutrisi	Menyala	Air nutrisi baru disalurkan

Terkait dengan solusi untuk mengatasi permasalahan hama tikus yang sering menyerang tanaman hidroponik, kegiatan PKM juga diarahkan untuk membangun dinding pembatas yang akan menutup area kebun hidroponik. Pada saat proses pembangunan dinding pembatas tersebut, atap kebun hidroponik juga diubah menjadi lebih tinggi serta diganti dengan material yang lebih transparan tetapi tetap memfilter sinar ultraviolet dengan baik. Pekerjaan renovasi ini dilakukan dengan melibatkan warga Tambakrejo dan juga beberapa anggota KRPL Segaran Asri. Setelah dilakukan renovasi fisik tersebut, tidak ditemukan kembali tanda-tanda serangan hama tikus di area kebun hidroponik, dan juga dirasakan suhu yang lebih dingin karena atap yang lebih tinggi.

Terkait dengan analisa tentang tentang pemahaman dan harapan warga Tambakrejo terkait pertanian kota di kebun hidroponik milik KRPL Segaran Asri seperti ditunjukkan pada Tabel 1, dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, terkait pemahaman masyarakat Tambakrejo tentang teknik pertanian kota seperti ditanyakan lewat Q01 dan Q02, dapat dilihat bahwa sebagian besar masyarakat sudah tahu tentang apa itu pertanian kota. Kedua, terkait

kemampuan masyarakat dalam mengelola pertanian kota seperti ditanyakan melalui Q03 dan Q04, terlihat bahwa tidak semua masyarakat tahu/paham cara melakukannya dengan baik. Beberapa malah menyampaikan bahwa mereka tidak mengerti sama sekali cara bercocok tanam dengan teknik pertanian kota seperti hidroponik. Ketiga, terkait manfaat yang bisa dirasakan dengan teknik pertanian kota seperti ditanyakan melalui Q05 hingga Q08, sebagian besar masyarakat menganggap cara bertani semacam ini bisa dilakukan dan memberi manfaat yang cukup besar bagi mereka, baik secara langsung (dikonsumsi) maupun tidak langsung (dijual). Dan yang keempat, terkait keberadaan kebun hidroponik milik KRPL Segaran Asri di tengah-tengah lingkungan warga kelurahan Tambakrejo seperti ditanyakan lewat Q09 dan Q10, sebagai besar warga merasa bahwa kebun hidroponik milik KRPL Segaran Asri sudah berjalan meskipun belum dikelola secara maksimal. Beberapa bahkan merasa bahwa KRPL Segaran Asri belum mengelola kebun hidroponiknya dengan baik.

Dari hasil analisa di atas, dapat dilihat bahwa masyarakat Tambakrejo merasa keberadaan kebun hidroponik sebagai salah satu teknik pertanian kota akan bisa memberi manfaat bagi mereka, tetapi pengelolaannya sekarang ini perlu ditingkat lebih baik lagi. Berbekal hasil analisa ini, tim PKM bisa menyusun strategi yang lebih baik dalam implementasi kegiatan PKM, terutama terkait rencana revitalisasi dan juga pelatihan teknik marketing yang strategis.

Pelatihan teknik pemasaran strategis melibatkan delapan orang anggota dan pengurus KRPL Segaran Asri yang hasil evaluasinya ditunjukkan pada Tabel 2. Pada saat pelatihan, semua anggota diminta untuk mengevaluasi keadaan KRPL Segaran Asri serta menuliskan rencana-rencana pengembangan yang mereka harapkan bisa dilakukan. Untuk memudahkan mereka dalam perencanaan, lembar kerja BMC seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dicetak di atas kertas berukuran besar (A2) dan diisi oleh masing-masing anggota KRPL.

Setelah dilakukan pelatihan dan evaluasi yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2, dapat diperoleh informasi sebagai berikut. Pertama, terkait pemahaman anggota KRPL tentang pentingnya strategi dalam memperkenalkan produk KRPL dan juga memasarkannya (pertanyaan Q01), sebagian besar para anggota mulai paham, dan hanya satu anggota saja yang belum begitu memahami tekniknya. Kedua, terkait kepiawaian para anggota dalam menggunakan beragam media sosial (pertanyaan Q02 dan Q03), sebenarnya para anggota sudah paham namun belum begitu menguasai cara memanfaatkannya agar bisa memperkenalkan dan mempromosikan produk KRPL lebih luas lagi. Melalui pelatihan yang diberikan, para anggota sekarang paham bagaimana cara yang efisien dan strategis dalam melakukan promosi lewat media sosial. Ketiga, terkait pemahaman para anggota dalam berjualan secara online lewat pasar online (*marketplace*) (pertanyaan Q04), sebagian besar anggota hanya tahu sebatas pengguna tetapi belum memiliki kemampuan dalam melakukan penjualan. Dan yang keempat, terkait rencana melakukan pemasaran lewat media sosial maupun *marketplace* (pertanyaan Q05), sebagian besar anggota masih belum memiliki keberanian untuk

melakukannya. Hal ini mendorong tindak lanjut bagi pengurus KRPL untuk membuat/mengajak anggotanya untuk lebih aktif dalam melakukan promosi lewat media sosial. Ada keinginan agar KRPL juga dibantu dalam pembuatan akun dan platform sendiri untuk menjual hasil pertanian mereka.

## SIMPULAN

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) di komunitas Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) Segaran Asri Tambakrejo didasari keprihatinan atas kondisi kebun hidroponik milik KRPL yang tidak terawat dan tidak produktif lagi. Dari hasil survei dan evaluasi awal, didapatkan informasi bahwa masyarakat kelurahan Tambakrejo kecamatan Simokerto kota Surabaya, masih menginginkan agar kebun hidroponik yang ada di wilayah mereka dikelola dan dikembangkan lebih efisien serta modern. Setelah dilakukan diskusi intensif dengan *stakeholder* maupun warga Tambakrejo, diputuskan untuk memfokuskan kegiatan PKM pada tiga aspek, yaitu: peningkatan pengetahuan budidaya tanaman hidroponik, revitalisasi kebun hidroponik menjadi modern dan efisien berbasis teknologi *internet of things* (IoT), serta peningkatan keterampilan terkait mekanisme pemasaran hasil panen kebun hidroponik untuk meningkatkan pendapatan dan pemasukan bagi komunitas KRPL. Dari hasil implementasi PKM, diperoleh hasil sangat positif sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, antara lain: tidak ada lagi ditemukan serangan hama tikus, operasional kebun hidroponik yang sangat efisien (berbiaya rendah dan tanpa kesulitan terkait kelistrikan), serta peningkatan motivasi anggota KRPL untuk mempromosikan dan menjual hasil kebun hidroponiknya secara daring. Teknologi IoT yang diterapkan memang membutuhkan dukungan sumber daya listrik yang konsisten dan ini dapat dipenuhi dengan pembangunan PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) berkapasitas 1200 Watt yang mampu menjalankan semua peralatan listrik di kebun tersebut secara *non-stop* 24 jam.

Dengan model sistem hidroponik cerdas yang ramah energi ini, keuntungan yang diperoleh pertahun adalah sekitar Rp 4.032.000. Keuntungan ini kemudian bisa dimanfaatkan oleh anggota KRPL Segaran Asri secara langsung atau digunakan untuk pengembangan usaha baru terkait proses produksi kebun hidroponiknya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kegiatan PKM berupa revitalisasi kebun hidroponik menjadi *Smart Urban Farming* di KRPL Segaran Asri Tambakrejo Surabaya berhasil diselesaikan dengan baik. Di masa depan, direncanakan untuk mengkolaborasikan sistem IoT yang dimiliki oleh KRPL Segaran Asri dan juga KRPL lain di Surabaya yang dibuat oleh penulis agar bisa dimonitor secara langsung oleh DKPP Surabaya. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan pemberdayaan *urban farming* di Kota Surabaya oleh DKPP.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas dukungan finansial melalui hibah Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) Skema Pemberdayaan Berbasis

Masyarakat tahun 2021 dengan nomor kontrak induk 183/E5/PG.02.00. PL/2023 serta nomor kontrak turunan 002/SP2H/PT/LL7/2023, 05/SP2H/PKM/LPPM-UKP/2023.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abdurrahman, Tjoneng, A., & Saida. (2022). Pengaruh Jenis Air Baku dan Dosis Larutan AB Mix Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) Dengan Hidoponik Sistem Deep Flow Technique. *AGrotekMAS*, 3(1), 54–61. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i1.201>
- Alves, H., Fernandes, C., & Raposo, M. (2016). Social Media Marketing: A Literature Review and Implications. *Psychology and Marketing*, 33(12). <https://doi.org/10.1002/mar.20936>
- Grebitus, C., Chenarides, L., Muenich, R., & Mahalov, A. (2020). Consumers' Perception of Urban Farming—An Exploratory Study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00079>
- Gunarta, J., Lesmana, F., & Yogatama, A. (2020). Studi Komparatif: Analisis Isi Pesan Komunikasi Pemasaran Melalui Instagram (Secondate Vs Madformakeup). *Jurnal E-Komunikasi*, 8(2), 1–12. <https://publication.petra.ac.id/index.php/ilmu-komunikasi/article/view/13166>
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
- Lakshmanan, R., Djama, M., Selvaperumal, S. K., & Abdulla, R. (2020). Automated smart hydroponics system using internet of things. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(6), 6389–6398. <https://doi.org/10.11591/IJECE.V10I6.PP6389-6398>
- Li, F., Larimo, J., & Leonidou, L. C. (2021). Social media marketing strategy: definition, conceptualization, taxonomy, validation, and future agenda. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 51–70. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00733-3>
- McKnight, J., & Russell, C. (2018). *The Four Essential Elements of an Asset-Based Community Development Proces. What is Distinctive about an ABCD Process?* Abundant. <https://www.abundantcommunity.com/the-four-essential-elements-of-an-asset-based-community-development-process/>
- Nicholls, E., Ely, A., Birkin, L., Basu, P., & Goulson, D. (2020). The contribution of small-scale food production in urban areas to the sustainable development goals: a review and case study. *Sustainability Science*, 15(6), 1585–1599. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00792-z>
- Selasi, D., Umam, K., Alfiyanti, D. R. P., Romdiyah, S., Nurkhasana, L., Andriani, R., M, S. J., Janeti, F., Afiyani, N., Usamah, & Sutrisno, A. (2021). Pendekatan ABCD (Asset Based Community Development): Upaya Peningkatan Pendapatan Keluarga Melalui Pelatihan Pembuatan Telur Asin di Desa Marikangen Kecamatan Plumbon Kabupat. *Etos:*

- Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 176–188.
- Sugiarto, I., Santoso, P., & Thiang. (2022). *Pengembangan Urban Farming di Komunitas KRPL Serpis Kecamatan Wonocolo Surabaya*.
- Telaumbanua, L. I., Goenawan, F., & Yogatama, A. (2020). Efektivitas Media Sosial Instagram Kedai Rhythm Surabaya Pendahuluan. *Jurnal E-Komunikasi*, 8(2), 1–11. <https://publication.petra.ac.id/index.php/ilmu-komunikasi/article/view/11078/0>
- Tyasmoro, S. Y., Permanasari, P. N., & Saitama, A. (2021). *Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan*. Universitas Brawijaya Press.
- Tyasmoro, S. Y., & Saitama, A. (2023). Analysis of Plant Growth and Yield of Pakcoy in Organic Garden Farming System. *Asian Journal of Plant Sciences*, 22(1), 148–157. <https://doi.org/10.3923/ajps.2023.148.157>