Desain Bangunan *Greenhouse* untuk Pekarangan Pangan Berkelanjutan: Komunikasi Pemberdayaan Ramah Lingkungan untuk Ketahanan Pangan

Zaid Dzulkarnain Zubizaretta[1], Lian Agustina Setiyaningsih[2], Ahmad Luthfi[3], Ahmad Bagus Zainul'ID[4], Sri Widayati[5]

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Merdeka Malang[1,4]
Program Studi Ilmu Komunikasi, Universitas Merdeka Malang[2,5]
Program Studi Administrasi Publik, Universitas Merdeka Malang[3]
e-mail: lian.agustina@unmer.ac.id

ABSTRACT

The service in this paper discusses the design and implementation of greenhouses for sustainable agricultural land, with a focus on environmentally friendly solutions to improve food security through effective empowerment communication. This activity involves a group of housewives in green living housing in the middle of the city. The Pekarangan Pangan Lestari (P2L) Group is located in Kelurahan Gadang, Malang City, East Java. This service refers to the challenges of food security in urban areas with a sustainable yard farming approach. The implementation method is observation, area measurement, adjustment of needs and design creation. Greenhouse design adapted to sustainable agricultural yard land. This offers a practical and measurable method for producing high-quality food in an urban environment. The design and structure of the greenhouse aims to optimize plant growth, save resources such as water and energy, and reduce the adverse effects of unpredictable weather patterns. The implementation of the greenhouse design has been adjusted to the needs of P2L and the conditions of the yard area by considering the economic side and environmentally friendly technology.
Keywords: *greenhouse design, yard, food security, housewives.*

ABSTRAK

Pengabdian dalam makalah ini membahas desain dan implementasi *greenhouse* untuk lahan pertanian berkelanjutan, dengan fokus pada solusi ramah lingkungan untuk meningkatkan ketahanan pangan melalui komunikasi pemberdayaan yang efektif. Kegiatan ini melibatkan kelompok ibu rumah tangga di perumahan *green living* di tengah perkotaan. Kelompok Pekarangan Pangan Lestari (P2L) terletak di Kelurahan Gadang, Kota Malang, Jawa Timur. Pengabdian ini mengacu pada tantangan ketahanan pangan di perkotaan dengan pendekatan pertanian pekarangan secara berkelanjutan. Metode pelaksanaannya adalah observasi, pengukuran area, penyesuaian kebutuhan dan pembuatan desain. Desain *green house* yang disesuaikan dengan lahan pekarangan pertanian yang berkelanjutan. Hal ini menawarkan metode praktis dan terukur untuk menghasilkan pangan berkualitas tinggi di lingkungan perkotaan. Desain dan struktur *greenhouse* yang dirancang bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, menghemat sumber daya seperti air dan energi, serta mengurangi dampak buruk dari pola cuaca yang tidak dapat diprediksi. Implementasi desain *greenhouse* telah disesuaikan dengan kebutuhan P2L dan kondisi wilayah pekarangan dengan mempertimbangkan sisi ekonomis dan teknologi yang ramah lingkungan.

Kata kunci: desain *greenhouse*, pekarangan, ketahanan pangan, ibu rumah tangga.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, ketahanan pangan telah muncul sebagai isu kritis, khususnya di daerah perkotaan yang ketersediaan lahannya terbatas, dan tantangan lingkungan semakin umum. Meningkatnya populasi di perkotaan telah meningkatkan permintaan akan praktik pertanian berkelanjutan yang dapat menyediakan sumber makanan yang berkualitas [1], [2], [3]. Salah satu solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini adalah pembangunan

green house yang disesuaikan dengan kondisi ruang perkotaan, khususnya Pekarangan Pangan Berkelanjutan (P2L). *Greenhouse* ini menawarkan pendekatan inovatif untuk pertanian perkotaan, yang memastikan ketahanan pangan melalui metode yang ramah lingkungan [4], [5]. Dalam makalah ini, eksplorasi dilakukan dengan membuat desain dan implementasi *greenhouse* dalam konteks pertanian pekarangan berkelanjutan di lingkungan perkotaan, khususnya di Kelurahan Gadang, Kota Malang, Jawa Timur.

Fokus utama dari inisiatif ini adalah untuk memberdayakan masyarakat perkotaan [6], [7], khususnya ibu rumah tangga, dengan menyediakan alat dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk menanam makanan mereka sendiri secara berkelanjutan. Dengan memanfaatkan *greenhouse*, masyarakat ini dapat menghasilkan makanan berkualitas tinggi di pekarangan sendiri, bahkan di tengah kota yang padat penduduk. Pendekatan ini tidak hanya mempromosikan kemandirian tetapi juga mendorong praktik hidup berkelanjutan [8], yang mengurangi ketergantungan pada sumber makanan eksternal [9], [10]. Lebih jauh, proyek ini menekankan pentingnya komunikasi pemberdayaan, yang memungkinkan ibu rumah tangga untuk berperan aktif dalam memastikan ketahanan pangan bagi keluarga dan komunitas mereka.

Desain *greenhouse* disesuaikan dengan kondisi unik lingkungan perkotaan, sehingga praktis dan efisien. Dengan mengamati ruang yang tersedia, mengukur luas, dan menyesuaikan desain untuk memenuhi kebutuhan khusus kelompok Ladang Pangan Berkelanjutan (P2L), *greenhouse* menjadi alat penting untuk pertanian perkotaan. Fitur utama dari desain ini meliputi pengoptimalan pertumbuhan tanaman [11], pengurangan konsumsi air dan energi [12], serta pengurangan dampak kondisi cuaca yang tidak dapat diprediksi [13]. Solusi ramah lingkungan ini tidak hanya bermanfaat bagi produksi pangan, tetapi juga bagi keberlanjutan kehidupan perkotaan secara keseluruhan.

Salah satu tantangan signifikan yang diatasi oleh desain *greenhouse* ini adalah konservasi sumber daya [14]. Air dan energi merupakan komoditas berharga di daerah perkotaan, dan penggunaannya yang efisien sangat penting untuk setiap praktik pertanian berkelanjutan. Struktur *greenhouse* dirancang untuk menghemat air melalui sistem irigasi yang efisien, dan kebutuhan energinya diminimalkan melalui penggunaan teknik surya pasif dan teknologi ramah lingkungan lainnya. Elemen desain ini memastikan bahwa pertanian perkotaan dapat menjadi produktif dan berkelanjutan, bahkan dalam menghadapi keterbatasan sumber daya.

Keterlibatan ibu rumah tangga dalam proyek ini sangat penting, karena menunjukkan potensi inisiatif [15] yang digerakkan oleh masyarakat untuk mengatasi tantangan ketahanan pangan. Dengan berpartisipasi dalam desain dan pemeliharaan *greenhouse* ini, ibu rumah tangga di Kelurahan Gadang diberdayakan untuk mengendalikan produksi pangan mereka. Pemberdayaan ini selanjutnya didukung oleh strategi komunikasi yang efektif yang memastikan berbagi pengetahuan, teknik, dan pengalaman di antara para peserta [16]. Pendekatan kolaboratif ini tidak hanya memperkuat ikatan masyarakat tetapi juga meningkatkan keberhasilan inisiatif secara keseluruhan.

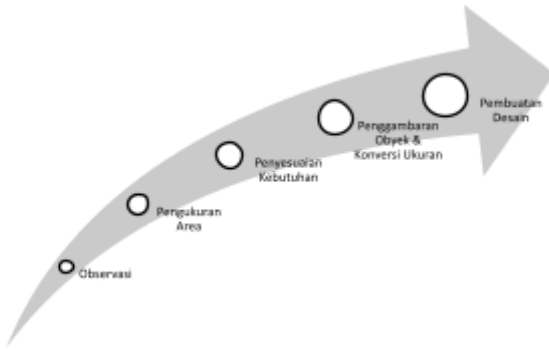
Lebih jauh, manfaat ekonomi dari pertanian pekarangan yang berkelanjutan terlihat jelas. Dengan memproduksi makanan mereka sendiri, rumah tangga dapat mengurangi pengeluaran belanjaan mereka sambil memastikan akses ke produk segar dan bergizi. Penerapan teknologi ramah lingkungan juga mengurangi biaya jangka panjang yang terkait dengan penggunaan air dan energi. Dengan demikian, desain *greenhouse* tidak hanya berkontribusi pada ketahanan pangan tetapi juga menawarkan solusi hemat biaya bagi masyarakat perkotaan yang ingin mengadopsi praktik hidup yang lebih berkelanjutan.

Desain dan implementasi *greenhouse* untuk lahan pertanian berkelanjutan merupakan respons praktis dan efektif terhadap tantangan ketahanan pangan yang terus meningkat di wilayah perkotaan. Melalui pemberdayaan ibu rumah tangga dan penggunaan teknologi ramah lingkungan, inisiatif ini menawarkan model pertanian perkotaan yang dapat ditingkatkan dan berkelanjutan. Dengan berfokus pada konservasi sumber daya, keterlibatan masyarakat, dan

produksi pangan, proyek ini menjadi contoh berharga tentang bagaimana *greenhouse* dapat diintegrasikan ke dalam lingkungan perkotaan untuk memastikan ketahanan pangan dan mendorong kehidupan berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian ini berfokus pada desain dan implementasi *greenhouse* untuk kebun pangan berkelanjutan, terutama di lingkungan perkotaan. Dengan memenuhi kebutuhan komunitas ibu rumah tangga di Kelurahan Gadang, Kota Malang, Jawa Timur, proyek ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan pangan melalui praktik pertanian yang ramah lingkungan dan efisien. Proyek ini menyoroti pentingnya memberdayakan masyarakat perkotaan untuk mengendalikan produksi pangan mereka. Dengan melibatkan ibu rumah tangga di area perumahan yang ramah lingkungan, inisiatif ini mempromosikan kemandirian dan kehidupan berkelanjutan melalui penciptaan *greenhouse* yang disesuaikan dengan kebutuhan pertanian perkotaan. Desain dan konstruksi *greenhouse* ini didasarkan pada pengamatan terperinci, pengukuran area, dan persyaratan khusus setiap plot. Kelompok P2L bertindak sebagai titik fokus kegiatan ini, dan keterlibatan mereka memastikan bahwa desain *greenhouse* tersebut praktis dan sesuai dengan lingkungan setempat. Metode pelaksanaan dalam merancang *greenhouse* disesuaikan dengan kondisi lokasi setempat. Langkah dalam metode tersebut antara lain observasi, pengukuran area, penyesuaian kebutuhan, penggambaran obyek, konversi ukuran dan pembuatan desain.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Pengabdian

Metode pelaksanaan pada Gambar 1 dimulai dari kegiatan observasi lapang yang dilakukan tim di Perumahan *Green Living*. Observasi ini dilakukan untuk mengecek dan memastikan ukuran tanah dan kondisi tanah. Langkah selanjutnya adalah pengukuran tanah yang nantinya akan disesuaikan dengan desain dan tata letak *greenhouse*. Setelah itu, kelompok melakukan penyesuaian kebutuhan dengan cara melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk memastikan jenis tanaman yang ditanam dan termasuk penyesuaian tempat. Kemudian, baru menuju langkah berikutnya melakukan penggambaran obyek *greenhouse* dan menyesuaikan dengan ukuran tanah dan kontur tanah. Dan hal terakhir yang dilakukan adalah membuat desain sesuai dengan kebutuhan yang sudah direncanakan melalui FGD sebelumnya.

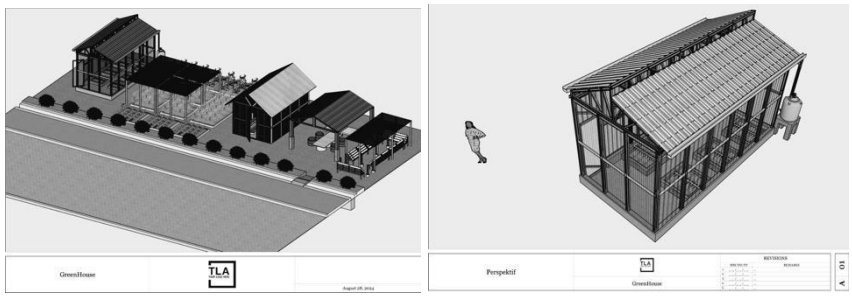
Desain *greenhouse* tersebut mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan dan efisiensi sumber daya. Di lingkungan perkotaan, dimana sumber daya air dan energi seringkali terbatas, *greenhouse* tersebut dirancang untuk meminimalkan konsumsi sumber daya sekaligus memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Dengan menggabungkan teknik irigasi hemat air dan sistem hemat energi, desain tersebut tidak hanya mengurangi dampak lingkungan tetapi juga memastikan bahwa pertanian perkotaan dapat menjadi solusi jangka panjang yang layak untuk ketahanan pangan. Selain itu, *greenhouse t*ersebut dibangun untuk menahan kondisi cuaca yang

tidak dapat diprediksi, yang selanjutnya melindungi tanaman dan memastikan pasokan pangan yang stabil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain dan implementasi *greenhouse* di lingkungan perkotaan, khususnya melalui inisiatif P2L di Kelurahan Gadang, Kota Malang, Jawa Timur, merupakan pendekatan yang berpikiran maju untuk mengatasi masalah ketahanan pangan yang mendesak. Seiring dengan pertumbuhan kota dan berkurangnya lahan untuk pertanian, masyarakat perkotaan menghadapi tantangan untuk memastikan pasokan pangan yang andal. Proyek ini tidak hanya memberikan solusi yang ramah lingkungan tetapi juga memberdayakan ibu rumah tangga perkotaan untuk mengambil peran aktif dalam produksi pangan berkelanjutan. Fokus pada pemberdayaan komunikasi semakin memperkuat kemampuan masyarakat untuk mengelola ketahanan pangan di lingkungan lokal mereka.

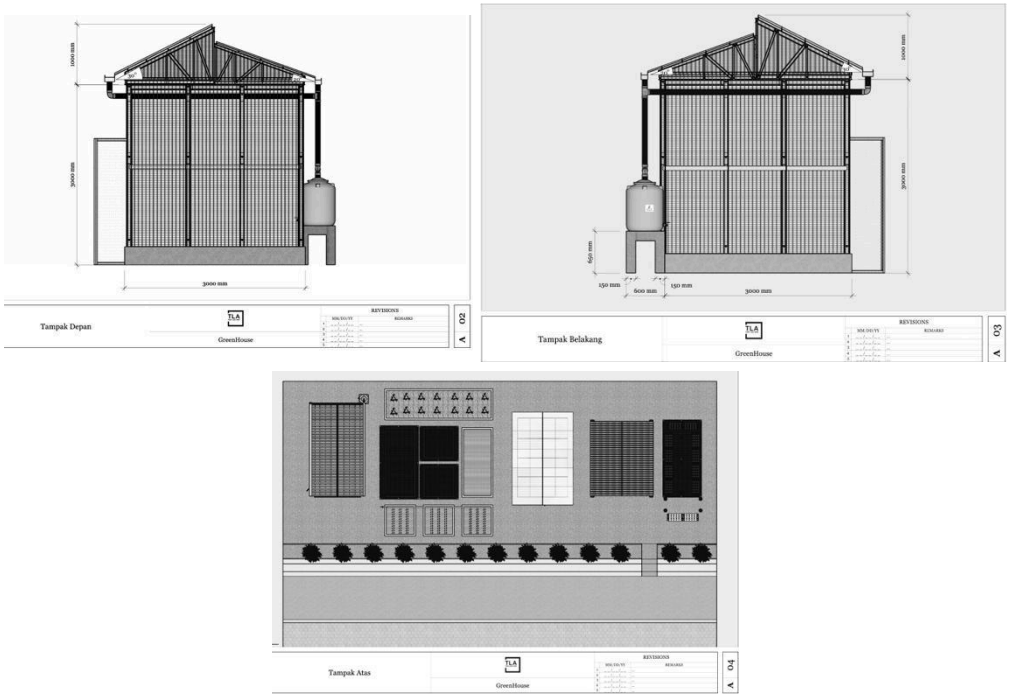
Desain *greenhouse* inisiatif P2L disesuaikan dengan kondisi unik pekarangan perkotaan, menawarkan solusi praktis untuk memaksimalkan produksi pangan di ruang terbatas. Metode implementasi diawali dengan pengamatan dan pengukuran luas secara menyeluruh, memastikan bahwa desain tersebut sesuai dengan lahan yang tersedia dan kebutuhan spesifik masyarakat. Struktur *greenhouse* dibuat dengan cermat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sambil melestarikan sumber daya penting seperti air dan energi. Di lingkungan perkotaan di mana sumber daya langka dan mahal, kebutuhan akan desain yang efisien dan berkelanjutan menjadi yang terpenting. Salah satu komponen utama desain *greenhouse* adalah integrasi teknologi ramah lingkungan. Teknologi ini meliputi sistem irigasi yang efisien yang mengurangi pemborosan air, teknik surya pasif yang meminimalkan konsumsi energi, dan material yang meningkatkan kemampuan *greenhouse* untuk mempertahankan suhu yang stabil. Dengan menggabungkan inovasi tersebut, desain *greenhouse* memastikan bahwa sistem pertanian perkotaan tidak hanya produktif tetapi juga meminimalkan jejak ekologisnya, menjadikannya solusi ideal bagi kota-kota yang menghadapi tantangan lingkungan.



Gambar 2. Desain *Greenhouse* Perspektif
(Data Diolah Penulis, 2024)

Selain itu, proyek *greenhouse* telah disesuaikan dengan realitas ekonomi masyarakat. Ibu-ibu rumah tangga Kelurahan Gadang, yang merupakan peserta utama dalam inisiatif P2L, membutuhkan solusi yang efektif dan terjangkau. Penggunaan bahan-bahan lokal, dikombinasikan dengan teknik penghematan energi dan air, mengurangi biaya jangka panjang sambil mempertahankan tingkat produktivitas yang tinggi. Pertimbangan ekonomi ini penting untuk memastikan keberlanjutan proyek dan potensinya untuk direplikasi di daerah perkotaan lain dengan kebutuhan serupa. Memberdayakan ibu-ibu rumah tangga melalui inisiatif P2L merupakan aspek penting dari layanan ini. Dengan memberi mereka pengetahuan dan keterampilan untuk mengelola sistem produksi pangan mereka sendiri, proyek ini menumbuhkan

rasa kepemilikan dan tanggung jawab dalam masyarakat. Komunikasi pemberdayaan memainkan peran kunci dalam proses ini, karena memfasilitasi pertukaran ide, pengalaman, dan praktik terbaik di antara para peserta. Komunikasi ini tidak hanya membangun kepercayaan diri tetapi juga meningkatkan kemampuan kelompok untuk mengatasi tantangan apapun yang mereka hadapi dalam mengelola *greenhouse* mereka.

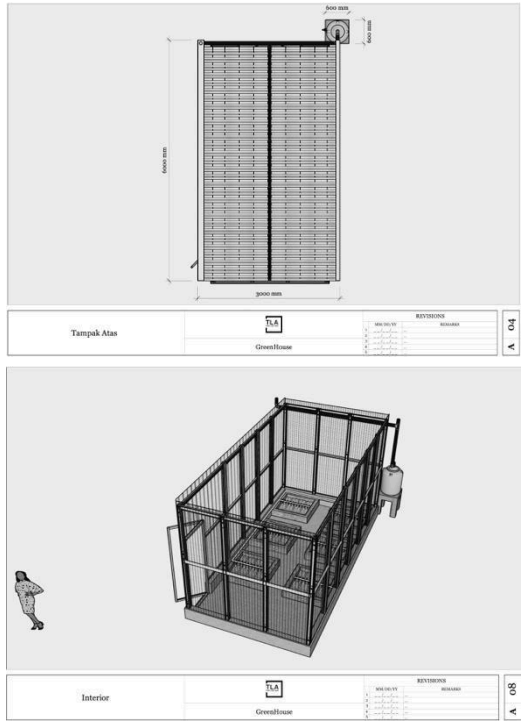


Gambar 3. Desain *Greenhouse* Tampak Depan, Atas dan Belakang
(Data Diolah Penulis, 2024)

Manfaat sosial dari proyek *greenhouse* P2L melampaui ketahanan pangan. Dengan menyatukan masyarakat untuk mencapai tujuan bersama, proyek ini memperkuat ikatan sosial dan mendorong kolaborasi. Ibu rumah tangga yang terlibat dalam inisiatif ini dapat bekerja sama untuk memecahkan masalah bersama, berbagi pengetahuan, dan merayakan keberhasilan. Rasa ketahanan masyarakat ini sangat penting di daerah perkotaan tempat isolasi sosial dapat terjadi. Oleh karena itu, inisiatif P2L berkontribusi pada kesejahteraan fisik dan sosial masyarakat. Manfaat ekonomi dari inisiatif *greenhouse* juga signifikan. Rumah tangga yang memproduksi makanan mereka sendiri dapat mengurangi tagihan belanjaan mereka, sehingga membuat proyek ini sangat menarik bagi keluarga berpenghasilan rendah. Kemampuan untuk menanam makanan segar dan bergizi di halaman belakang rumah mereka sendiri tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga tetapi juga meningkatkan pola makan dan kesehatan para peserta. Lebih jauh lagi, dengan mengurangi ketergantungan pada sumber makanan eksternal, masyarakat perkotaan dapat menjadi lebih mandiri, faktor penting di masa ketidakpastian ekonomi atau gangguan rantai pasokan.

Sifat ramah lingkungan dari desain *greenhouse* memastikan bahwa desain tersebut selaras dengan tujuan keberlanjutan yang lebih luas. Di era meningkatnya kesadaran lingkungan, proyek seperti inisiatif P2L berfungsi sebagai model penting tentang bagaimana daerah perkotaan dapat berkontribusi pada pengelolaan lingkungan. Dengan menghemat air, mengurangi konsumsi energi, dan mempromosikan produksi pangan lokal, inisiatif ini mendukung upaya global untuk

mengurangi perubahan iklim dan degradasi ekologi. Selain itu, proyek *greenhouse* inisiatif P2L merupakan solusi yang dapat diskalakan. Karena desainnya dapat beradaptasi dengan lingkungan perkotaan yang berbeda, desain ini dapat ditiru di kota-kota lain yang menghadapi tantangan ketahanan pangan serupa. Kombinasi bahan berbiaya rendah, penggunaan sumber daya yang efisien, dan pemberdayaan masyarakat menjadikan model *greenhouse* dapat diakses oleh berbagai komunitas perkotaan. Dengan dukungan dan bimbingan yang tepat, inisiatif *greenhouse* P2L dapat menjadi contoh bagi kota-kota lain yang ingin meningkatkan upaya ketahanan pangan dan keberlanjutan mereka.



Gambar 3. Desain *Greenhouse* Tampak Atas dan Interior
(Data Diolah Penulis, 2024)

Desain bangunan *greenhouse* untuk ladang makanan berkelanjutan merupakan pendekatan holistik dan inovatif terhadap ketahanan pangan perkotaan. Dengan menggabungkan teknologi ramah lingkungan, pertimbangan ekonomi, dan komunikasi pemberdayaan, proyek ini memberikan solusi yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks perkotaan. Keterlibatan ibu rumah tangga dalam desain dan pengelolaan *greenhouse* tidak hanya memenuhi kebutuhan ketahanan pangan langsung tetapi juga membangun ketahanan masyarakat jangka panjang dan keberlanjutan lingkungan. Ketika kota terus bergulat dengan tantangan ketahanan pangan, inisiatif P2L menawarkan wawasan berharga tentang bagaimana masyarakat lokal dapat bertanggung jawab atas produksi pangan mereka sendiri dan berkontribusi pada masa depan yang lebih berkelanjutan.

KESIMPULAN

Desain baangunan *greenhouse* untuk lahan pangan berkelanjutan merupakan contoh solusi komprehensif untuk tantangan ketahanan pangan perkotaan, yang memadukan teknologi

ramah lingkungan dengan pemberdayaan masyarakat. Inisiatif P2L di Kelurahan Gadang menunjukkan desain *greenhouse* yang disesuaikan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya sekaligus memaksimalkan produksi pangan di ruang perkotaan yang terbatas. Dengan melibatkan ibu rumah tangga dan mendorong komunikasi pemberdayaan, proyek ini meningkatkan kemandirian dan ketahanan dalam masyarakat. Manfaat ekonomi dan sosial, dikombinasikan dengan skalabilitas desain, menjadikan inisiatif ini sebagai model untuk pertanian perkotaan yang berkelanjutan. Karena hal ini merupakan upaya untuk mengatasi ketahanan pangan dengan cara yang sadar lingkungan, inisiatif P2L menonjol sebagai pendekatan yang dapat diimplementasikan dan berdampak signifikan atas ketahanan pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (DRTPM) telah membiayai kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam hibah PKM (Pengabdian Kepada Masyarakat). Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada LPPM Universitas Merdeka Malang dan Mitra Kelompok Ibu rumah tangga Pekarangan Pangan Lestari (P2L) Kelurahan Gadang atas dukungan dan partisipasi aktif dalam realisasi program.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Putu Adi Wiratenaya and Ni Nyoman Yuliarmi, “STRATEGI PENINGKATAN MUTU PERTANIAN PERKOTAAN UNTUK KETAHANAN PANGAN DI PROVINSI BALI,” *Jurnal Penjaminan Mutu*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, Feb. 2022, doi: 10.25078/jpm.v8i1.756.

[2] L. A. Setiyaningsih, S. Widayati, L. Sedyowati, M. A. Risqillah, Sufiyanto, and D. S. Cahyaningsih, “Sistem Hidroganik pada Kelompok Wanita Tani guna Meningkatkan Hasil Panen dan Menunjang Ketahanan Pangan di Kawasan Perumahan,” *I-Com: Indonesian Community Journal*, vol. 3, no. 4, pp. 1776–1785, Dec. 2023, doi: 10.33379/icom.v3i4.3444.

[3] S. Sufiyanto, D. Andrijono, S. Widayati, M. M. Anam, Z. Dzulkarnain, and S. Yuniarti, “Implementasi Sistem Hidroganik untuk Menunjang Program Ketahanan Pangan Pasca Pandemi Covid-19 di Desa Sukowilangun, Kalipare, Kab. Malang,” *Jurnal Pengabdian Dharma Wacana*, vol. 2, no. 3, pp. 177–188, Dec. 2021, doi: 10.37295/jpdw.v2i3.259.

[4] Bararah K and Al Aminah R, “Strategi Pengembangan Pertanian Berkelanjutan: Optimalisasi Smart Greenhouse Di Kabupaten Mojokerto Melalui Penggunaan Agri-Voltaic. ,” *TheJournalish: Social and Government.* , vol. 4, no. 5, pp. 353–363, Nov. 2023.

[5] Setiyaningsih LA, Widayati S, Sedyowati L, and Sufiyanto S, “Taman Edukasi Urban Farming Rukun Warga Tangguh Poharin sebagai Wadah Pemberdayaan Ketahanan Pangan. ,” in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Universitas Ma Chung*, Dec. 2023, pp. 21–32.

[6] Putra IM, Sajida S, Luthfi A, Hardianti BN, and Absharina A, “Dynamics Governance in BUMDES Management: Study of BUMDES Tugu Kuning, Pacitan, East Java. ,” *Jurnal Manajemen dan Ilmu Administrasi Publik (JMIAP).* , vol. 5, no. 2, pp. 90–181, 2023.

[7] S. Widayati, M. H. Fahmi, L. A. Setiyaningsih, and A. P. Wibowo, “Digital Community Development: Media Pelestarian Kearifan Lokal Wisata Jurang Toleh Kabupaten Malang,” *Jurnal Nomosleca*, vol. 7, no. 1, pp. 29–44, Apr. 2021, doi: 10.26905/nomosleca.v7i1.5490.

[8] G. Essilfie, J. Sebu, S. K. Annim, and E. E. Asmah, “Women’s empowerment and household food security in Ghana,” *Int J Soc Econ*, vol. 48, no. 2, pp. 279–296, Jan. 2021, doi: 10.1108/IJSE-05-2020-0328.

[9] D. W. Olivier and L. Heinecken, “Beyond food security: women’s experiences of urban agriculture in Cape Town,” *Agric Human Values*, vol. 34, no. 3, pp. 743–755, Sep. 2017, doi: 10.1007/s10460-017-9773-0.

[10] F. F. Sari, "Collaborative Governance in Kelompok Wanita Tani (KWT) Women's Empowerment Programs to Realize Food Security in Cilegon City," *International Journal of Social Sciences Review*, vol. 3, no. 1, pp. 34–48, Sep. 2022, doi: 10.57266/ijssr.v3i1.82.

[11] H. M. Suud, D. Wulanjari, and M. N. Khozin, "Proses Desain, Rancang Bangun, dan Pengujian Greenhouse Lipat Modular Untuk Daerah Tropis," *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 11, no. 1, pp. 41–47, Apr. 2023, doi: 10.21776/ub.jkptb.2023.011.01.04.

[12] Rizkiani DN, Sumadyo A, and Marlina A., "Greenhouse sebagai Wadah Penelitian Hortikultura pada Balai Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan di Pemalang.," *Senthong.* , vol. 3, no. 2, pp. 87–97, Jul. 2020.

[13] Putra GM and Faiza D., "Pengendali suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya pada greenhouse untuk tanaman bawang merah menggunakan Internet Of Things (IOT). ," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 5, no. 3, pp. 140-191., Nov. 2021.

[14] B. Suharto, E. Kurniati, and D. D. Agustin, "Perhitungan Tapak Karbon Pada Aspek Pengelolaan Sampah Di TPST 3R Mulyoagung Bersatu Sebagai Upaya Pengurangan Emisi Gas Greenhouse," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 9, no. 1, pp. 22–32, Apr. 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.01.4.

[15] M. I. Fawwaz, M. F. Akbar, M. Churiyah, and Sholikhan, "PENGEMBANGAN URBAN FARMING MENUJU KETAHANAN PANGAN KELUARGA," *PRIMA : PORTAL RISET DAN INOVASI PENGABDIAN MASYARAKAT*, vol. 1, no. 4, pp. 163–170, Aug. 2022, doi: 10.55047/prima.v1i4.348.

[16] L. Qomariyah, M. N. Febriyanti, E. N. Wibowo, A. K. Risqiyani, M. H. Suluki, and F. N. Faridah, "Realizing family food independence through the urban farming concept," *Community Empowerment*, vol. 7, no. 3, pp. 474–482, Apr. 2022, doi: 10.31603/ce.6059.